

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
INGENIERIA EN AGRONOMIA TROPICAL
TRABAJO DE GRADUACIÓN**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Caracterización de suelos del cultivo *Musa x paradisiaca* L. Musaceae
“banano” en finca Bellamar 05, municipio de Tiquisate, Escuintla, Guatemala**

T.P.A. MARÍA DEL PILAR TEZÓ MONTERROSO 201540923

ASESOR: Ing. Agr. MSc. Carlos Antonio Barrera Arenales

Mazatenango, Suchitepéquez, Marzo de 2022

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE
INGENIERIA EN AGRONOMIA TROPICAL
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO**



TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Caracterización de los suelos para el cultivo *Musa x paradisiaca* L. Musaceae
“banano” de finca Bellamar 05, en el municipio de Tiquisate, Escuintla**

T.P.A. MARÍA DEL PILAR TEZÓ MONTERROSO 201540923

ASESOR: Ing. Agr. MSc. Carlos Antonio Barrera Arenales

Mazatenango, Suchitepéquez, Marzo de 2022

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE**

AUTORIDADES

| | |
|-----------------------------------|---------------------|
| MSc. Pablo Ernesto Oliva Soto | Rector en funciones |
| MSc. Gustavo Enrique Taracena Gil | Secretario General |

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

| | |
|------------------------------|-----------------------|
| M.A. Luis Carlos Muñoz López | Director en funciones |
|------------------------------|-----------------------|

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

| | |
|-----------------------------------|-------|
| Lic. Vilser Josvin Ramírez Robles | Vocal |
|-----------------------------------|-------|

REPRESENTANTES ESTUDIANTES

| | |
|---------------------------------------|-------|
| TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel | Vocal |
|---------------------------------------|-------|

| | |
|---------------------------------------|-------|
| PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís | Vocal |
|---------------------------------------|-------|

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Hernández Escobar
Coordinador Académico

Dr. Álvaro Gutiérrez Gamboa
Coordinador Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

Lic. Edin Aníbal Ortiz Lara
Coordinador Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

MSc. José Norberto Thomas Villatoro
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera de Ingeniería en Alimentos

Ing. Luis Alfredo Tobar Píril
Coordinador carrera de Ingeniería en Agronomía Tropical

Lic. Sergio Román Espinoza Antón
Coordinador Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Abogado y
Notario

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes
Coordinadora Carrera de Ingeniería de Gestión Ambiental Local

Lic. José Felipe Martínez Domínguez
Coordinador Área Social Humanista

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

Lic. Juan Pablo Ángeles Lam
Coordinador Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en Ciencias de la
Comunicación

Lic. Néstor Fidel Orozco Ramos
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

DEDICATORIA

A:

Dios:

Dios, por su amor, bendiciones y ser mi fortaleza, brindándome la sabiduría para alcanzar mis sueños y metas.

Mis Padres:

Lilia Monterroso y Mario Tezó, por su amor, esfuerzo y apoyo brindado en cada etapa de mi vida.

Mis Hermanas:

Lilian Vanessa, Kimberly Suzeth, Libny Betzabé, a quienes amo y agradezco su apoyo.

Mi Familia:

Eduarda Carrera, Magda Monterroso, Otoniel Monterroso, Normal Monterroso, María Macario, Efraín Tezó y demás familia por su apoyo y cariño.

Mis Amigos:

William Tual, José Sosof, Elí Tercero, Giovanni Xum, Ricardo Ávila, Fernando Quiñonez, Juan Torres, Cristian Pú, Joseph Quibajá, Mario Ordoñez y Pablo Sandoval por compartir conmigo buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTOS

A:

Personal técnico de Grupo HAME en especial los colaboradores de Finca Bellamar 05, por permitirme realizar la Práctica Profesional, brindándome sus conocimientos y apoyo en todo el transcurso de la práctica.

La Universidad de San Carlos de Guatemala, Carrera de Agronomía Tropical de la sede de Suroccidente -CUNSUROC- por ser parte fundamental en mi preparación académica.

Ing. Agr. Carlos Antonio Barrera Arenales y evaluadores por su apoyo y asesoría brindada en mi etapa académica.

A mis catedráticos del Centro Universitario de Suroccidente, por ser parte de mi formación académica.

A mis asesores y profesionales Rafael Fuentes, Jorge Samayoa, Carlos Castillo, Carlos Arizmendez y Luis Tuchán por su apoyo y conocimientos brindados en mi formación académica.

INDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| RESUMEN | viii |
| SUMMARY | x |
| I. INTRODUCCION | 1 |
| II. MARCO TEORICO..... | 3 |
| 1. Marco conceptual..... | 3 |
| 1.1 El Suelo | 3 |
| 1.2 Perfil del suelo | 3 |
| 1.3 Levantamiento de suelos | 3 |
| 1.3.1 ArcGIS | 5 |
| a. Interpolación | 6 |
| 1.3.2 Unidad cartográfica..... | 6 |
| 1.4 Cultivo de <i>M. x paradisiaca</i> , Musaceae “banano” | 6 |
| 1.4.1 Origen y distribución | 6 |
| 1.4.2 Clasificación taxonómica de la planta | 7 |
| 1.4.3 Generalidades de la planta | 7 |
| 1.4.4 Factores que afectan el crecimiento y producción en las plantas de banano..... | 8 |
| 1.4.5 Factores internos | 10 |
| 1.4.6 Requerimientos agroclimáticos | 12 |
| 1.4.7 Requerimientos edáficos | 13 |
| 1.4.8 Requerimientos nutricionales..... | 14 |
| a. Nitrógeno (N) | 17 |
| b. Potasio (K) | 18 |
| c. Fósforo (P) | 19 |
| d. Calcio (Ca)..... | 19 |

| | |
|---|----|
| e. Magnesio (Mg)..... | 20 |
| f. Azufre (S)..... | 20 |
| 2. Marco referencial | 21 |
| 2.1 Localización | 21 |
| 2.2 Ubicación geográfica | 21 |
| 2.3 Zona de vida y clima | 21 |
| 2.4 Suelos..... | 21 |
| 2.5 Hidrología | 21 |
| III. OBJETIVOS | 23 |
| 1. General | 23 |
| 2. Específicos..... | 23 |
| IV. MATERIALES Y METODOS..... | 24 |
| 1. Levantamiento edafológico | 24 |
| 1.1 Obtención del mapa base según las características de los suelos | 24 |
| 1.2 Ubicación y elaboración de la calicata según su región..... | 25 |
| 1.3 Selección de muestras..... | 31 |
| 1.4 Análisis de laboratorio..... | 31 |
| 1.5 Interpretación de resultados físicos, químicos y materia orgánica..... | 32 |
| 1.6 Elaboración de mapas de distribución de las características físicas, químicas y materia orgánica | 33 |
| 2. Mapa de productividad del cultivo de banano <i>M. x paradisiaca</i> de finca Bellamar 05 | 33 |
| V. PRESENTACION DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 35 |
| 1. Mapa base | 35 |
| 2. Ubicación de calicatas..... | 37 |
| 3. Características físicas de los suelos de finca Bellamar 05..... | 38 |

| | |
|---|----|
| a. Comparación de mapa de distribución de características físicas de los suelos con el mapa de productividad de finca Bellamar 05 | 40 |
| b. Comparación de mapa de distribución de clases texturales de los suelos con el mapa de productividad de finca Bellamar 05 | 44 |
| 4. Caracterización química de los suelos de finca Bellamar 05 | 46 |
| a. Comparación de mapa de distribución de características químicas de los suelos con el mapa de productividad de finca Bellamar 05..... | 48 |
| 5. Materia orgánica de los suelos de finca Bellamar 05..... | 51 |
| VI. CONCLUSIONES | 53 |
| VII. RECOMENDACIONES | 55 |
| VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... | 56 |
| IX. ANEXOS | 62 |

INDICE DE CUADROS

| No. | Contenido | Página |
|-----|---|--------|
| 1. | Clasificación taxonómica de la planta de banano (Cronquist y Standley) | 7 |
| 2. | Requerimientos nutricionales del cultivo de <i>M. x paradisiaca</i> en kg/ha..... | 16 |
| 3. | Absorción de nutrientes por kilogramo de racimo de <i>M. x paradisiaca</i> en un metro cuadrado. | 17 |
| 4. | Guía para la descripción del perfil de las unidades cartográficas..... | 26 |
| 5. | Guía de la descripción del perfil dentro de la unidad cartográfica | 27 |
| 6. | Clasificación de estructuras del suelo según su forma, clase y tamaño..... | 29 |
| 7. | Descripción de los diferentes tipos de estructura de los suelos | 30 |
| 8. | Metodología utilizada por el laboratorio de suelos de Fraijanes de grupo HAME para el análisis de suelo químico, físico y materia orgánica. | 31 |
| 9. | Niveles críticos para el cultivo de <i>M. x paradisiaca</i> según el laboratorio de suelos Fraijanes de Grupo HAME | 32 |
| 10. | Parámetros utilizados (textura, pendiente y color) para la clasificación de regiones de los suelos de finca Bellamar para <i>M. paradisiaca</i> | 35 |
| 11. | Resultados de las características superficiales de los suelos de finca Bellamar 05, según su región y calicata. | 38 |
| 12. | Resultados de las características internas de los suelos de finca Bellamar 05, según su región y calicata. | 39 |
| 13. | Parámetros utilizados para la clasificación y distribución de las características físicas de los suelos de finca Bellamar 05..... | 41 |
| 14. | Determinación textural de los suelos según la región de la finca Bellamar 05 proporcionados por el laboratorio de Fraijanes | 43 |
| 15. | Parámetros utilizados para la distribución textural de los suelos de finca Bellamar para <i>M. paradisiaca</i> | 44 |
| 16. | Resultados de los análisis químicos de los suelos de cada región de la finca Bellamar 05 proporcionados por el laboratorio de Fraijanes..... | 46 |
| 17. | Resultados de materia orgánica de los suelos de cada región de finca Bellamar 05 proporcionados por el laboratorio de Fraijanes. | 51 |

INDICE DE FIGURAS

| No. | Contenido | Página |
|------------|---|---------------|
| 1. | Mapa de productividad de la finca Bellamar 05, Tiquisate, Escuintla..... | 34 |
| 2. | Unidades de muestreo en finca Bellamar 05, Tiquisate, Escuintla..... | 36 |
| 3. | Ubicación de calicatas en el mapa base finca Bellamar 05, Tiquisate, Escuintla | 37 |
| 4. | Comparación de características físicas de los suelos con la productividad | 42 |
| 5. | Comparación de clases texturales de los suelos con la productividad | 45 |
| 6. | pH de los suelos de finca Bellamar 05 | 47 |
| 7. | Comparación de características químicas de los suelos con la productividad .. | 50 |
| 8. | Materia orgánica de los suelos de finca Bellamar 05 | 52 |
| 9. | Clave para la determinación de textura al tacto | 62 |
| 10. | Escala "Munsell" de suelos subtropicales y tropicales 7.5 YR..... | 63 |
| 11. | Apertura de calicata medía en finca Bellamar 05 | 64 |
| 12. | Diferenciación de horizontes en calicata alta en finca Bellamar 05..... | 64 |
| 13. | Toma de color de suelo de la calicata baja en finca Bellamar 05..... | 65 |
| 14. | Muestra de la calicata media del horizonte cero de la finca Bellamar 05 | 65 |

RESUMEN

Finca Bellamar 05 es propiedad de grupo HAME, la cual fue establecida en el año 2009. Se localiza en el municipio de Tiquisate, departamento de Escuintla. Tiene una extensión de 323.5 ha, todas cultivadas con banano, a un distanciamiento inicial de 2.5 m x 2.5 m., y una densidad poblacional de 1,600 plantas/ha.

Finca Bellamar 05, usa comúnmente mapas de productividad para reflejar los resultados en producción que se obtienen en las distintas áreas. Ello ha permitido diferenciar las áreas en donde hay bajas producciones, situación que motivó desarrollar un levantamiento de suelos con la finalidad de conocer las características físicas, químicas y materia orgánica, comparándolas con dicho mapa. El levantamiento de suelos consta de fase gabinete y campo, sirviendo para la elaboración del mapa base y reconocimiento de unidades de manejo, por medio de las variables color y textura del suelo, como la pendiente del lugar, generando tres regiones en la finca. Con las regiones definidas se aplicó el criterio de Cortez, A., (s.f.), de una calicata a cada cien hectáreas para un levantamiento de suelos a nivel semidetallado (1:25,000). En total se elaboraron diecisiete calicatas. A cada calicata se le realizaron lecturas y extrajeron muestras de suelo, trasladadas al laboratorio de la finca para el análisis físico, químico y materia orgánica

Al obtener los resultados de campo y laboratorio, se determinó que los suelos pertenecen al orden Molisol de origen aluvial con microtopografía planicie. Las características físicas presentan similitud entre regiones como: pendiente y pedregosidad, sin embargo, el drenaje superficial en la región Alta y Media con la región Baja si presenta diferencia. En los suelos se observa que la textura predominante en cada región es Franco arenoso, sin embargo, el área Baja presenta más porcentaje de arena que las otras regiones.

Las características químicas obtenidas en el laboratorio de grupo HAME dieron como resultado que los suelos presentan pH adecuados para la agricultura, alta presencia de cobre y magnesio intercambiable; sin embargo, la materia orgánica es deficiente en cada una de ellas, elementos como potasio, fósforo, calcio

y capacidad de intercambio catiónico se encuentran dentro de los rangos adecuados para el cultivo de banano.

Al comparar las características físicas, químicas y biológicas con el mapa de productividad se obtuvo que no influyen en la producción de cada una de las áreas de la finca, sin embargo, si existen limitantes que pueden ser perjudiciales para el futuro.

SUMMARY

Finca Bellamar 05 is owned by the HAME group, which was established in 2009. It is located in the municipality of Tiquisate, department of Escuintla. It has an area of 323.5 hectares, all cultivated with bananas, at an initial spacing of 2.5 m x 2.5 m, and a population density of 1,600 plants/ha.

Finca Bellamar 05 commonly uses productivity maps to reflect the production results obtained in the different areas. This has made it possible to differentiate the areas where there are low productions, a situation that motivated the development of a soil survey in order to know the physical, chemical and organic matter characteristics, comparing them with said map. The soil survey consists of a cabinet and field phase, serving for the preparation of the base map and recognition of management units, through the variables color and texture of the soil, such as the slope of the place, generating three regions on the farm. With the regions defined, the criterion of Cortez, A., (s.f.) was applied, of one test pit per hundred hectares for a soil survey at a semi-detailed level (1:25,000). In total, seventeen test pits were made. Readings were taken from each test pit and soil samples were extracted, transferred to the farm's laboratory for physical, chemical and organic matter analysis.

Obtaining the field and laboratory results, it was determined that the soils belong to the Molisol order of alluvial origin with plain microtopography. The physical characteristics present similarities between regions such as: slope and stoniness, however, the superficial drainage in the High and Medium region with the Low region does present a difference. In the soils, it is observed that the predominant texture in each region is sandy loam, however, the Low area has a higher percentage of sand than the other regions.

The chemical characteristics obtained in the HAME group laboratory resulted in soils with suitable pH for agriculture, high presence of interchangeable copper and magnesium; however, the organic matter is deficient in each of them, elements such

as potassium, phosphorus, calcium and cation exchange capacity are within the appropriate ranges for banana cultivation.

When comparing the physical, chemical and biological characteristics with the productivity map, it was obtained that they do not influence the production of each of the areas of the farm, however, there are limitations that may be detrimental for the future.

I. INTRODUCCION

Según el Foro Mundial de bananeros (FMB) el banano (*M. x paradisiaca*) es la fruta fresca más exportada tanto en volumen como por valor económico, considerándose una fuente de empleos e ingresos de importancia en familias rurales en países en desarrollo. Guatemala posee el cuarto lugar en exportaciones de banano en el mundo siendo Ecuador, Costa Rica y Filipinas los primeros lugares respectivamente. Grupo HAME, (2020).

Grupo HAME es una empresa agroindustrial que inició con plantaciones de banano en el año 1992, actualmente (2021) posee plantaciones en Tecún Umán y Ocos (San Marcos), Tiquisate y La Gomera (Escuintla), la cual ha generado alrededor de 23,000 empleos anuales. Teniendo como destino principal Estados Unidos con el 95% de las exportaciones totales.

Grupo HAME, en zona Tiquisate cuenta con 4,895 hectáreas cultivadas de banano, entre ellas se encuentra finca Bellamar 05 con 323.5 hectáreas. Finca Bellamar 05 es una de las menos productivas en zona Tiquisate, reflejando su variabilidad en el mapa de producción. El mapa de productividad cuenta con áreas buenas, medias y bajas, cada una con diferente color y producciones. El área buena con coloración verde produce arriba de 3,600 cajas/hectárea/año, medias con color amarillo y producciones de 3,000 cajas/hectárea/año, y las bajas con dos colores rojo y naranja con menos de 2,400 cajas/hectárea/año producidas.

Debido a la inconsistencia en la productividad de la finca, se realizó el levantamiento de suelo a nivel semidetallado, tomando en cuenta los requerimientos edafológicos del cultivo de banano. Para ello se obtuvieron mapas bases siendo confirmados en campo con los parámetros de textura, color y pendiente. Al obtener todos los puntos de muestreos se transcribieron y clasificaron según lo requerido para el cultivo dando como resultado el mapa base. El cual se clasificó en tres regiones diferentes, realizando diecisiete calicatas distribuidas en cada región. Para recabar la información y muestras de campo se hicieron lecturas a cada una de las

unidades cartográficas (dentro y fuera de ella). Cada muestra de suelo fue enviada al laboratorio de grupo HAME para su análisis físico, químico y biológico.

Al obtener los resultados de laboratorio y campo, se realizaron mapas de distribuciones de las características físicas y químicas, comparándolos con el mapa de productividad con la finalidad de observar si pudiera estar influyendo cada una de ellas en la producción.

II. MARCO TEORICO

1. Marco conceptual

1.1 El Suelo

El suelo es la capa superior de la tierra, y está compuesta por minerales, materia orgánica, organismos vegetales y animales, aire y agua, formada muy lentamente a través de los años. Para la agricultura los suelos con sus características y elementos que lo componen son importantes. (Soria, R., 2015)

1.2 Perfil del suelo

Es parte de pedón, este se encuentra en forma perpendicular en la superficie del terreno y tiene dos dimensiones (ancho y profundidad). Está compuesto por horizontes o capas de suelo, las cuales han sido formadas por procesos genéticos que dieron lugar al desarrollo y evolución del suelo. (Esquipulas, E., 2017).

1.3 Levantamiento de suelos

Según Rossiter, G. (2000), un levantamiento de suelo es mapeado con más de un propósito y no como un objetivo de estudio científico. Primero debe ser a demanda del usuario y que los métodos y productos pueden ser especificados de acuerdo con la demanda y presupuesto. Segundo puede usar un criterio objetivo para ver si este reúne ciertas especificaciones. Basado en ello, se puede separar en dos tipos de levantamientos de suelos:

- **Utilitario:** responde preguntas específicas acerca de la respuesta de la tierra a su uso. Estas permiten interpretar la información sobre las características físicas, químicas, biológicas, morfológicas y externas.
- **Científico:** para entender el suelo como cuerpo natural en el paisaje.

Según Gramajo, H. (2002), menciona que el propósito fundamental del levantamiento en cualquier investigación es pronosticar, aunque estos no dependan de los resultados de la investigación de suelos.

a. Niveles de levantamientos de suelos

Alvarado, C. (s.f.), indica que todo levantamiento de suelos para su ejecución debe contar básicamente con un objetivo definido mediante el cual, vayan enmarcados aspectos que hagan saltar a simple vista todo lo que el mismo necesita para efectuarlo. Por lo tanto, existen diferentes niveles de levantamiento de suelos. Botero, P.; Benavides, S.; Elbersen, G., (1975), mencionan que, cada nivel de levantamiento indica claramente los requisitos mínimos necesarios en su ejecución para satisfacer normas pedológicas, la intensidad de análisis, área mínima a estudiarse y la utilidad y confiabilidad de los datos estudiados. Los diferentes niveles de levantamiento de suelos son: muy detallado, detallado, semidetallado, general, preliminar, exploratorio y esquemático.

b. Levantamiento semidetallado

El nivel semidetallado o de tercer orden se realiza para usos intensivos del suelo que requieren información precisa de las características, distribución y su variabilidad. (Cortez, A., s.f.).

Estos estudios se hacen para planeamiento del uso y manejo de pastos, bosques y áreas recreacionales, así como para el planeamiento comunal, evaluación de impacto ambiental semidetallados, mesozonificación ecológica económica y en usos similares extensivos de la tierra. (Cortez, A., s.f.).

Según Cortez, A., (s.f.), se considera apropiado para los proyectos de desarrollo a nivel factible. Las especificaciones técnicas a que se sujetarán los levantamientos semidetallados son:

Material de teledetección necesario: Fotografías aéreas recientes, pancromática o colores, normales, verticales a escala 1:25,000 o mayor. Imágenes de satélite con resolución espacial de uno a cinco milímetros, a escala 1:25,000 o mayor.

Material cartográfico: Con mosaico controlado, a escala 1:25,000 a 1:10,000. Ortofotomapa a escala 1:25,000 a 1:10,000. Carta fotogramétrica a escala 1:25,000 a 1:10,000. Plano topográfico a escala 1:25,000 a 1:10,000

Unidad fisiográfica: Elemento del paisaje.

Unidad taxonómica: Familia o serie de suelo. Las fases de series o de familia, los taxadjuntos y las variantes de la serie, se determinarán cuando sean necesarias. Las áreas misceláneas se determinarán cuando existan.

Unidad cartográfica: Consociaciones, asociaciones, grupos indiferenciados y complejos.

Mapa base de trabajo de 1:25,000 o mayor

Tamaño mínimo de la unidad del mapa 0.5 cm²

Procedimiento de campo: Los suelos son identificados por observación directa en el campo e interpretación de la información de teledetección. Los límites de las unidades de suelos son verificados con algunas observaciones de campo. Se utiliza área muestra, como mínima el 30% de la superficie total, que represente la variabilidad edáfica del área del estudio.

Método de mapeo: El levantamiento de información de campo se realiza mediante travesía en las áreas muestras y extrapolación o interpolación en zonas similares. Chequeos adicionales y transectos son hechos para verificación.

Intensidad de observaciones: Se hará por lo menos dos calicatas y seis chequeos por cada 100 hectáreas.

En las muestras de suelo se debe realizar análisis de caracterización. Los análisis deben ser efectuados en laboratorios de confiabilidad técnico-científica que garanticen la calidad de los resultados, de preferencia certificados por la autoridad del sector competente. Se incluirán otros análisis cuando la exigencia del estudio lo requiera.

El reporte del laboratorio deberá mencionar el nombre del método utilizado en cada una de las determinaciones realizadas

Escala del mapa publicado 1:50,000 o mayor.

1.3.1 ArcGIS

Según Morales, A. (2015), citado por Esquipulas, E. (2017) "ArcGIS, es un completo sistema que permite recopilar, organizar, administrar, analizar, compartir

y distribuir información geográfica. Como la plataforma líder mundial para crear sistemas de información geográfica (SIG)”.

a. Interpolación

Según Esquipulas, E. (2017), “es un método matemático que nos permite encontrar un valor o dato que no se ha obtenido directamente, en un intervalo del cual conocemos sus valores”.

1.3.2 Unidad cartográfica

Niborski, M., (2017), menciona que la unidad cartográfica muestra sus límites mediante líneas. Cada área completamente circunscripta por una línea denominada delineación de suelos, cuyo conjunto de ellas están identificadas por símbolo único, color o nombre, u otra representación en el mapa se denomina unidad cartográfica.

La unidad de mapeo (25 mm cuadrados o 5 mm por lado), se refiere al área de suelo con características físicas y químicas, definida y que se representa en el mapa de suelo considerando las unidades taxonómicas definiendo su nivel categórico. Tal es el caso de los órdenes, subórdenes, grupos, subgrupos, familias, serie o frases de series de suelos. (Rossiter, D., 2000)

1.4 Cultivo de *M. x paradisiaca*, Musaceae “banano”

1.4.1 Origen y distribución

Según Contreras, M. (1997) citado por Estrada, L. (2012), los bananos comestibles (genero *Musa*), tienen su centro primario de diversificación en la zona Indomalaya, en el sudeste asiático que corresponde a Indochina, Malasia e Indonesia, zona de origen de otras 54 especies de *Musa* ampliamente cultivadas en los trópicos y subtrópicos del mundo.

1.4.2 Clasificación taxonómica de la planta

Cuadro 1: Clasificación taxonómica de la planta de banano (Cronquist y Standley)

| | |
|-----------------|-------------------------|
| Reino | Plantae |
| Subreino | Embryobionta |
| División | Magnoliophyta |
| Clase | Liliopsida |
| Subclase | Zingiberidae |
| Orden | Zingiberales |
| Familia | Musaceae |
| Género | <i>Musa</i> |
| Especie | <i>M. x paradisiaca</i> |

Fuente: Trópicos, (2021)

1.4.3 Generalidades de la planta

Según León, J. (2000) es una planta herbácea perenne con rizoma corto y tallo aparente, posee una altura de 3.5 a 7.5 metros. Sus hojas se forman en el interior del pseudotallo y emerge enrollada en forma de cigarro, son verdes y grandes en forma de espiral con un largo de dos a cuatro metros y un ancho de 1.5 metros. En la corona de las hojas durante la floración un escapo pubescente de cinco a seis centímetros de diámetro termina colgando un racimo de uno a dos metros de largo. Este racimo lleva unas veintenas de brácteas ovales alargadas, agudas de color púrpura. La flor tiene un color amarillento, irregulares con seis estambres, una estéril. Al conjunto de la inflorescencia se le constituye “régimen”, el cual no puede llevar más de cuatro manos, excepto aquellos que pueden contar con doce a 14. Cada grupo de flores reunidas en cada bráctea forma una “mano” que contiene de tres a 20 frutos. Los frutos poseen un color amarillo verdoso, amarillo, amarillo-rojizo o rojo.

El sistema radicular de la planta está formado por raíces adventicias, fasciculadas y fibrosas que se desarrollan entre los 20 a 60 cm., del suelo. El color

de ellas depende de la edad y etapa de desarrollo, al inicio es blanco cremoso o pardo amarillento hasta castaño oscuro (edad avanzada). La longitud de las raíces esta influenciada por la textura y estructura del suelo y aparecen en grupos de tres a 10 mm de grosor. (Bourne, A. y Solano, V., 2004)

1.4.4 Factores que afectan el crecimiento y producción en las plantas de banano

Según Sánchez, J. y Mira, J. (2013), las raíces del banano son responsables del anclaje, suministro de agua, nutrientes, producción e intercambio de sustancias, reguladoras de crecimiento, por lo que una planta con bajo número de raíces pueden disminuir la productividad entre 60 a 140 cajas por hectárea/año dependiendo de las condiciones agroecológicas del sitio.

Es importante enfatizar que no es suficiente utilizar las mejores prácticas agrícolas en el cultivo de banano para obtener el máximo rendimiento, sino se cuenta antes con óptimas condiciones internas y externas. (López, A y Espinosa, J., 1995).

Los factores que afectan a las plantas son aquellos internos que van relacionados con la variedad y aquellos externos como el clima (luz solar, temperatura y lluvia), agentes bióticos (organismos benéficos y perjudiciales), tipo de suelo y la intervención humana. (López, A y Espinosa, J., 1995).

Según López, A y Espinosa, J. (1995), dicen que el suelo es la dirección del crecimiento de la raíz, la que está regulada por la acción de procesos denominados tropismos. Estos procesos están relacionados con las propiedades de suelo tales como profundidad efectiva, textura, estructura, niveles freáticos y fertilidad. Las clases de tropismos más importantes son geotropismo, aerotropismo, hidrotropismo y quimiotropismo.

Según López, A y Espinosa, J. (1995) indican que el banano es susceptible al exceso de humedad, por la acumulación de agua y falta de drenaje, reduciendo el espacio de aire en los suelos, limitando el intercambio gaseoso y la entrada de

oxígeno atmosférico (O_2), indispensable para el proceso de respiración y evitando la salida de dióxido de carbono (CO_2), producto de la respiración.

La textura y estructura son otros factores estrechamente relacionados con la permeabilidad del suelo. Entre más fina es la partícula que compone los suelos mayores son los problemas de drenaje, existiendo poco espacio poroso que permite que el suelo se sature rápidamente y movimiento del suelo se reduzca apreciablemente. (López, A y Espinosa, J., 1995).

Según López, A y Espinosa, J. (1995) indica que la degradación biológica por varias causas resulta en la alteración de las poblaciones de los microorganismos del suelo con un posible efecto sobre el sistema radical y disminución en la producción.

En áreas con un régimen de intensa pluviosidad, los problemas de drenaje caracterizados por estancamiento de agua superficial y presencia del nivel freático dentro del primer metro de profundidad son factores que contribuyen a la baja productividad, como efecto de la pérdida de la funcionalidad del sistema radical.

Según López, A y Espinosa, J. (1995), menciona que el exceso de agua puede producir muerte radicular. La planta de banano soporta mejor el déficit hídrico que la asfixia, esta característica es importante para un adecuado manejo del riego en las plantaciones que cuentan con él y para el manejo del drenaje para evitar el estrés en la planta por asfixia radicular. En condiciones de sequía, el estrés hídrico afecta el desarrollo de las raíces.

Otro factor importante son las plagas y enfermedades, según López, A y Espinosa, J. (1995) citado Rosales, J. (2005), existen una gran cantidad de organismos que parasitan las raíces del banano y perjudican a la planta, entre ellos se puede mencionar los nemátodos, larvas de insectos y picudo negro.

1.4.5 Factores internos

Las raíces de las plantas de banano poseen la forma de cordón (aparecen en grupo en tres a cuatro centímetros de diámetro, aunque oscilan de cinco a 10 mm de diámetro según sea la variedad) y aparecen en grupos: son blancas y tiernas al inicio, amarillentas y ligeramente duras según vayan envejeciendo. (Soto, M., 1992)

El diámetro según la variedad puede tener entre cinco y ocho milímetros, longitud muy diversa y está en relación con el tipo de suelo, aunque pueden pasar de los tres a cuatro metros. Estas raíces primarias emiten una abundante cabellera de raíces secundarias de unos dos o tres mm de diámetro aproximadamente. (Soto, M., 1992)

Algunos autores estiman que el bulbo produce dos clases de raíces, unas logran penetrarse profundamente en el suelo y otras son de extensión superficial. La formación de raíces es independiente de la formación de su sistema foliar. (Soto, M., 1992)

Algunos estudios de Holguin, A. (1995), sobre transferencia de nutrientes entre planta madre e hijo (viceversa), mencionan que la eliminación de hijos prematuramente sería contraproducente para la nutrición foliar.

Según Holguin, A. (1995), la raíz es frágil y está protegida por una cofia gelatinosa. El grosor de la raíz disminuye en forma constante conforme se aleja de la planta. Las raíces son más gruesas en suelos pesados que en los livianos.

La formación de raíces disminuye cuando inicia la floración, aunque aquellas que lo iniciaron antes de esta época pueden seguir desarrollándose. (Holguin, A., 1995)

Según Champion, J. (1962), durante los primeros meses de crecimiento vegetativo, la producción de raíces es abundante. El porcentaje funcional es de 25 a 50%.

La deficiencia de minerales del suelo, ácidos húmicos y la aplicación excesiva de productos químicos pueden retardar el crecimiento de las raíces o bien inducir un desarrollo anómalo. La compactación de los suelos tanto por uso excesivo de maquinarias o fuertes aguaceros, pueden originar un desarrollo radical. (Soto, M., 1992).

Según Holguin, A. (1995), las raíces son de crecimiento rápido en los primeros 30 cm de suelo, el exceso de agua produce asfixia radical, es por ello su desarrollo más lento en la época lluviosa que en la estación seca.

Soto, M. (1992), indica que las raíces se encuentran cerca del 60 – 70% en los 30 cm del suelo. Se dice que el desarrollo de la planta es muy pobre en suelos con profundidades efectivas menores a 60 cm, pero la mayoría de las raíces (no necesariamente las más efectivas) se encuentran entre los cero y 30 cm.

Se puede deducir que la zona de exploración de una planta de banano se encuentra principalmente en un semicírculo de un metro de radio alrededor de la planta. Soto, M. (1992)

Holguin, A. (1995), llegó a una conclusión en que las plantas adultas de banano que están llegando a la parte final de su ciclo biológico tienen un sistema radical muy deteriorado que hacen muy poco probable la administración de agua y nutrientes para el desarrollo normal del fruto. Soto, M., (1992)

El sistema radical en los retoños se resuelve debido a la unidad biológica formada por la planta madre y una o dos generaciones. Soto, M., (1992)

Según Mazariegos, O. (1999), señala que la planta de banano tiene un sistema radical esparcido y somero. La mayoría de las raíces absorbentes se extienden lateralmente cerca de la superficie. La profundidad del sistema radical generalmente no excede de 0.75 m.

López, A y Espinosa, J. (1995), indican que la raíz, es un órgano de vital importancia para las plantas de banano. Este órgano sirve no solamente de sostén,

sino que a través de él, las plantas toman agua y nutrientes. Por esta razón, la adecuada nutrición mineral depende totalmente de su buen estado. Esto a la vez repercute directamente en el estado del racimo y, consecuentemente, en la producción del sistema radical.

1.4.6 Requerimientos agroclimáticos

Según Auberte, B. (1971) citado por Holguin, A. (1995), las condiciones óptimas para el desarrollo del banano son las regiones tropicales, húmedas y cálidas. La ubicación natural de esta planta se sitúa entre los 30 grados de latitud norte y los 30 grados de latitud sur, aunque las mejores condiciones se dan entre los cero y 15 grados de latitud sur.

Los factores importantes según Holguin, A. (1995), son la luz, temperatura y reservas de agua, además de un buen contenido de nutrientes.

Holguin, A. (1995), dice que se considera una pluviosidad de 100 a 180 mm de agua por mes, es decir una precipitación anual de 2000 mm/promedio. Una temperatura relativamente alta que varían entre los 21 y 29.5⁰C, con una media de 27⁰C y mínima absoluta de 15.60⁰C y una máxima de 37.80⁰C. Los vientos deben ser menores a los 20 a 30 kilómetros por hora, ya que los daños ocurren cuando la velocidad es alta (30 metros por segundo).

Según Estrada, L. (2012), la luminosidad para producir una cosecha económicamente rentable es de 1,500 horas luz por año, con un promedio de cuatro horas luz por día. El brillo solar mide la cantidad de horas de luz directa de sol (sin nubosidad), la planta necesita de cuatro a seis horas promedio/diario. Según Bourne, A. y Solano, V. (2004) debe poseer una humedad relativa que oscile de 70 a 90% (ideal 70 a 80%), pero no mayores a 90%. Una altitud apta de siembra de cero a 400 metros sobre el nivel del mar.

La transpiración de las hojas de banano por su elevada área foliar y distribución estomática, es muy alta y posiblemente mayor en clones enanos que en los gigantes. Según Champion, J. (1962), determinó que el consumo de agua y

pleno sol es del orden de 40 a 50 mg/dm²/minuto, cuando las hojas están totalmente expuestas y las estomas ampliamente abiertas. La transpiración es más débil en las hojas más viejas o las que se encuentra más o menos sombreadas por las más nuevas.

Si se estima que una planta adulta tiene doce hojas, de las cuales están sometidas a la insolación en el área foliar del clon Gran Cavendish de 28.9 m², el consumo diario de agua por planta en días soleados sería alrededor de 30 a 35 litros, 24 litros en días semicubiertos y 12.5 litros en días completamente nublados. En una plantación adulta con población de 1850 plantas por hectárea, los requerimientos de agua para una hectárea en días soleados serían de 30 litros *1850 plantas *30 días = 1,665m³ que representan dos mm de año por 167 mm por mes. La resistencia a la sequía el banano es muy pequeña. (Holguin, A., 1995)

1.4.7 Requerimientos edáficos

Según Holguin, A. (1995), para “Valery” y Gran Cavendish, se requieren suelos planos, profundos y bien drenados, con un buen contenido balanceado de nutrientes. Los mejores suelos en estos casos son aluviones y cenizas volcánicas.

La textura más recomendable para obtener una buena cosecha son las medias desde franco arenosos muy finos hasta franco arcillosos. Las texturas más livianas o pesadas pueden provocar problemas. Los subsuelos pueden ser de textura más liviana para favorecer el drenaje, pero sin ser demasiados livianos como arenas gruesas o gravas que hagan un drenaje excesivo o arcillas pesadas que dificulten el libre movimiento vertical del agua. Una profundidad no menor de 1.20 metros. (Holguin, A., 1995).

Rosero, A. (1987), comenta que son tres factores que deciden si un suelo es apto o no para el banano: la estructura, profundidad y la presencia o ausencia de sustancias tóxicas; sin embargo, se asegura que “el banano debe asentarse sobre un suelo fértil, desmenuzable y de cierto espesor en su capa de tierra vegetal. El tipo de suelo resulta de escasa importancia con tal de que sea de reacción neutra y no esté sujeto a inundaciones”.

Bourne, A. y Solano, V. (2004), menciona que un sistema de drenaje apto es el que posee un buen drenado. Simmonds, N. (1979), dice que los suelos bien drenados dependen de la presencia de abundantes poros a través de los cuales se puede percolar el agua y aire. Aunque investigaciones israelitas han mostrado que el banano puede soportar cierto grado de salinidad y puede llegar hasta 300 a 350 mg de cloro por litro y 1500 ppm de sales totales.

Champion, J. (1962), señala que las plantas de banano tienen una alta capacidad de resistencia a la salinidad.

Jaramillo, S. (s.f.), indica que la conductividad eléctrica no debe superar un dS/m ya que el cultivo de banano es muy sensible a la salinidad. Holguin, A. (1995), indica que la resistencia a la salinidad, es dada por altas concentraciones de K soluble.

La evapotranspiración y humedad según Mazariegos, O. (1999), mencionado por Rosales, J., (2005), recomienda una evapotranspiración máxima de cinco a 6 mm/día no sobrepasando el 35% de agotamiento del agua disponible en el suelo. El déficit del agua influye negativamente sobre el crecimiento y rendimientos del cultivo.

Según Mazariegos, O. (1999), citado por Rosales, J. (2005), dice que menos de una pulgada (25mm) de lluvia a la semana presenta un deficiente para que el cultivo llene sus necesidades, mientras que dos pulgadas por semana (50 mm) puede considerarse satisfactorio.

1.4.8 Requerimientos nutricionales

Haifa, (2020) indica que las plantas de banano necesitan suelos fértiles y una suficiente humedad en el suelo para su mejor crecimiento y producción. La tasa de desarrollo de la planta hace que en los primeros tres a cuatro meses quede determinado el peso del racimo y el número de manos. En consecuencia, resulta esencial tener el mayor cuidado durante esta etapa del cultivo.

- **Aplicación manual:** Esta se debe realizar alrededor del pseudotallo ya que las raíces de la planta de banano se ramifican rápidamente más allá de ellos.
- **Fertiirrigación:** La fertilización es más eficiente cuando los nutrientes se aplican directamente en la zona radicular.

Los elementos necesarios para la nutrición del banano se pueden dividir en dos grandes grupos: macroelementos y microelementos. Los macroelementos como el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca) y azufre (S), deben aplicarse en grandes cantidades al suelo principalmente. (Torres, S., 2020).

Los microelementos como el hierro (Fe), zinc (Zn), manganeso (Mn), molibdeno (Mo), cobre (Cu), boro (B), cloro (Cl), entre los principales, deben ser proporcionados a las plantas en pequeñas cantidades a través de aplicaciones foliares principalmente. (Torres, S., 2020).

La frecuencia en las fertilizaciones es especialmente importante cuando el suelo es liviano y carente de fertilidad y donde las precipitaciones son intensas. Debido a la limitada movilidad en el suelo, los fertilizante P deben ser aplicados una o dos veces por año en los subtrópicos. Los fertilizantes N, K son normalmente aplicados en intervalos cortos por el sistema de riego. En zonas tropicales húmedas, la intensa lixiviación debido a las precipitaciones extremadamente intensas determina la necesidad de una inmediata fertilización por medio de la aplicación en el suelo, a los efectos de compensar las pérdidas de lixiviación. (Haifa, 2020)

Haifa, (2020), comenta que la absorción de macronutrientes se da: Potasio (K) > Nitrógeno (N) > Calcio (Ca) > Magnesio (Mg) > Fósforo (P). Así también los micronutrientes Manganeso (Mn) > Hierro (Fe) > Boro (B) > Zinc (Zn) > Cobre (Cu)

N, P, K, Mg y Cu tienen una alta tasa de movilización comparada con otros nutrientes. (Haifa, 2020)

Una relación baja de N: K da como resultado (Haifa, 2020):

- Problema en post cosecha por la caída de frutos (racimos maduros), tienen lugar durante las estaciones cálidas y húmedas en los trópicos.
- Retraso en el surgimiento del racimo.
- Manos ampliamente esparcidas, dañándose al transportarse.
- Los pedúnculos de frutas son frágiles cuando madura, llegando a caerse.
- Baja resistencia al viento.

En suelos con alto contenido de sodio también el ion Na^+ debe ser considerado para lograr un equilibrio catiónico óptimo. (Haifa, 2020)

Según Haifa, (2020), indica que un análisis del suelo para N es frecuentemente considerado un indicador poco fiable del estado de N en el suelo para el cultivo de banano. Resulta difícil de obtener la estrecha relación entre el N del suelo y la respuesta del banano al N aplicado.

También Haifa, (2020), indica que la remoción de nutrientes en bananas cosechadas es uno de los principales factores para tener en cuenta cuando se formulan las recomendaciones de fertilización. Las cantidades de nutrientes contenidos en la planta entera y en fruta fresca cosechada, y removidas del campo, son la base para el cronograma de un programa y fertilización. Las grandes cantidades de K reflejan el alto contenido de K en la fruta.

Cuadro 2: Requerimientos nutricionales del cultivo de *M. x paradisiaca* en kg/ha.

| Requerimientos nutricionales (kg/ha) | | | | |
|---|------------------------|----------------------|-----------|----------|
| N | P_2O_5 | K_2O | CaO | MgO |
| Absorción por parte de la planta entera | | | | |
| 198 – 339 | 68 – 114 | 734 – 1268 | 165 – 273 | 92 – 155 |
| Remoción por rendimiento | | | | |
| 57 – 114 | 15 – 30 | 240 – 480 | 24 – 48 | 21 – 42 |
| Nutrientes disponibles provenientes del cultivo previamente reciclado | | | | |
| 48 | 12 | 280 | 16 | 16 |
| Dosis de aplicación recomendada | | | | |
| 190 – 359 | 91 – 146 | 454 – 988 | 67 -121 | 76 – 139 |

Fuente: Haifa, (2020)

Cuadro 3: Absorción de nutrientes por kilogramo de racimo de *M. x paradisiaca* en un metro cuadrado.

| Variedad | Nutriente (kg/metro) | | | | | |
|-----------------|----------------------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|
| | N | P2O5 | K2O | MgO | CaO | S |
| Grupo Cavendish | 4 – 7 | 0.9 – 1.6 | 18 – 30 | 1.2 – 3.6 | 3 – 7.5 | 0.4 – 0.8 |
| Otro | Hasta 10 | Hasta 3.5 | Hasta 60 | 1.2 – 3.6 | Hasta 12 | 0.4 – 0.8 |

Fuente: Haifa, (2020)

a. Nitrógeno (N)

El banano remueve cantidades considerables de N del suelo. Se considera que una producción de 70 ton/ha/año saca del campo en la fruta alrededor de 125 kg de N. La descomposición de los residuos orgánicos dejados en el campo provee N que puede ser utilizado por la planta, pero las cantidades de N provenientes de materiales orgánicos generalmente son muy bajas para suplir completamente las necesidades de N del cultivo. (Torres, S., 2020).

En la producción de banano alrededor del mundo se utilizan dosis de N entre 100 a 600 kgN/ha/año, dependiendo de las condiciones de suelo y las condiciones climáticas de la zona. En la mayoría de las zonas bananeras de América Latina se utilizan dosis de alrededor de 300 kg N/ha/año. (Torres, S., 2020).

Torres, S. (2012), indica que una investigación conducida en Costa Rica por varios años demostró que dosis de 300 a 200 kg N/ha/año, usando urea como fuente de N y fraccionando la dosis en ocho aplicaciones al año (40kg N/ha/aplicación), obtuvieron consistencia en la mayor rentabilidad y el máximo beneficio económico. Es importante observar que la práctica de fraccionamiento del fertilizante influyó en una mejor eficiencia de este nutriente en condiciones de alta precipitación, como las prevalentes en zonas donde se condujeron estos experimentos (3,000 a 4,000 mm anuales).

b. Potasio (K)

Torres, S. (2020), estima que solamente las pérdidas en la fruta pueden llegar a alrededor de 400 kg K/ha/año con una producción de 70 tm. Por esta razón, el banano requiere de una buena fertilización potásica, a pesar de que los niveles de K en el suelo sean adecuados. Las cantidades de K aplicadas en los diferentes países que cultivan banano varían 100 a 1200 kg de K₂O/ha/año (80 a 1000 kg de K/ha/año).

Torres, S. (2020), encontró en cinco investigaciones casi semejantes, la primera se basa en una dosis de 750 kg de K₂O /ha/año, aplicada como KCL y fraccionada en cinco aplicaciones al año, la cual obtuvo una mayor producción de banano. La segunda investigación obtuvo el más alto rendimiento con la misma dosis, pero utilizando K₂SO₄ como fuente de K, fraccionando la dosis en cuatro aplicaciones al año. En la tercera observaron la mayor producción como respuesta a la aplicación de una dosis de 600 kg de K₂O/ha/año, utilizando también KCL como fuente de K, fraccionando la dosis en cuatro aplicaciones al año. En la cuarta se encontró que la mejor respuesta a las aplicaciones de 720 kg de K₂O/ha/año, utilizando tanto KCL, como KNO₃, fraccionando la dosis en ocho aplicaciones al año. La última investigación obtuvo la más alta producción en un ensayo de N, P, K, con el uso de 600, 150 y 300 kg/ha de K₂O, P₂O₅ y N respectivamente, aplicados en ocho fracciones al año.

Según Torres, S. (2020), menciona que el K es medianamente móvil en el suelo porque es retenido electrostáticamente en las cargas negativas de los coloides del suelo (capacidad de intercambio catiónico). El fraccionamiento de la dosis de K depende de la precipitación y fundamentalmente de la textura del suelo. Los suelos arenosos tienen una baja capacidad de intercambio catiónico y en estos casos es imprescindible fraccionar la dosis de K. Desde el punto de vista práctico es aconsejable el aplicar el N y el K juntos en el número de aplicaciones fraccionadas que se considere adecuadas para cada sitio en particular.

c. Fósforo (P)

Torres, S. (2020), dice que una producción de 70 tm de banano remueve del sistema alrededor de 15 kg P/ha/año, lo cual se considera bajo si se compara con la remoción de N o K. Por esta razón, no se requieren de cantidades altas de P en los programas de fertilización. En las plantaciones bananeras alrededor del mundo se aplican dosis de P que van de 0 a 300 kg de P₂O₅/ha/año.

Torres, S. (2020), comenta que una investigación conducida en Costa Rica no encontró respuesta en rendimiento de banano a la aplicación de P en suelos volcánicos con un contenido inicial de 12 mg/L de P, donde se aplicaron dosis de hasta 400 kg de P₂O₅/ha/año, utilizando tanto superfosfato triple como roca fosfórica en forma localizada. Así también en otra investigación se observaron fuertes deficiencias de P en plantas creciendo en el campo en Guadalupe. El nivel de P foliar encontrado en plantas deficientes fue menor de 0.14% y el nivel de P en el suelo fue de 2.5 mg/L., se recomienda la utilización de P a la siembra de plantaciones nuevas, debido a que esto estimula el crecimiento de la planta.

d. Calcio (Ca)

Este nutriente participa en la formación de paredes celulares siendo baja su movilidad. También es activador de enzimas y actúa en el proceso de división celular, estimulando el desarrollo de raíces y hojas. (López, M. y Espinosa, M., 1995)

Según López, M. y Espinosa, M. (1995), indica que el Ca al igual que el K y Mg se encuentra retenido electrostáticamente en los coloides del suelo (arcillas y materia orgánica). Siendo el Ca retenido con mayor fuerza, por lo tanto, es dominante en el complejo coloidal.

López, M. y Espinosa, M. (1995) dice que en los racimos de banano de una buena plantación se remueven bajas cantidades de Ca. Un rendimiento de 70 tm de fruta remueve aproximadamente un kg de Ca/ha/año. Las reservas del elemento en el suelo son suficientemente grandes para soportar esta remoción. En suelos poco

o moderadamente fértiles estas cantidades deben ser al menos respuestas en los programas de fertilización.

e. Magnesio (Mg)

Según Haifa, (2020), indica que las necesidades de Mg de banano no son muy altas. Una cosecha de 70 tm remueve aproximadamente 20 kg de Mg/ha/año. A pesar de ser muy altas, estas cantidades son significativas en suelos con bajos niveles de Mg. Los cultivos como el banano requieren altas cantidades de K para producir adecuadamente, tienen dificultad para mantener una relación óptima entre K y Mg en el suelo y en la planta. Las necesarias aplicaciones de K reducen la capacidad de la planta de absorber Mg desarrollando de esta forma una deficiencia inducida de Mg, especialmente en suelos con contenidos bajos y medios de nutriente. Por esto en muchas regiones productoras de banano en el mundo, se acostumbra a utilizar regularmente Mg en los programas de fertilización.

Torres, S. (2020), menciona que en una investigación en Costa Rica se encontró una buena respuesta del cultivo a aplicaciones de 100 kg de MgO/ha/año, utilizando sulfato doble de potasio y magnesio como fuente de Mg.

f. Azufre (S)

Torres, S. (2020), comenta que las necesidades de este nutriente son muy similares a P. Una producción de 70 tm remueve alrededor de 14 kg de S/ha/año. A pesar de que la extracción no es muy alta, el suplemento de S por parte del suelo no es el adecuado en muchos suelos dedicados al cultivo de banano. Por esta razón, se recomienda utilizar este nutriente con regularidad en los programas de fertilización.

Haifa, (2020), comenta que una investigación en Costa Rica indica una buena respuesta a la aplicación de S., así también un trabajo realizado en una finca de la zona bananera al oeste del río Reventazón, obtuvieron una buena respuesta con la aplicación de 264 kg de S/ha/año. La fuente de S utilizada en este caso fue sulfato de potasio. Otro estudio realizado en la zona atlántica, con dosis crecientes de

sulfato de potasio, encontró que dosis de 200 a 300 kg/ha se obtuvieron los mejores pesos de racimo. Aplicaciones hasta de 900 kg/ha de sulfato no causaron daño en la producción.

2. Marco referencial

2.1 Localización

Grupo HAME cuenta con diferentes empresas: una de ellas es Agroservicio S.A., propietaria de la Zona Esquipulas conformada por tres fincas y entre ellas se encuentra Bellamar 05.

La finca se localiza en el municipio de Tiquisate, departamento de Escuintla a 157 km de la ciudad de Guatemala. Finca Bellamar 05 colinda en el norte con carretera principal ruta al Semillero, al sur con Bellamar 06, al oeste con partes de Bellamar 07 y 16, al este con finca “Verapaz” del Ingenio Palo Gordo, la cual se encuentra con el cultivo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*).

2.2 Ubicación geográfica

Las coordenadas referenciales de la finca Bellamar 5 son latitud Norte 14°20'33.3" y longitud Oeste -91°41'16.3"

2.3 Zona de vida y clima

Utilizando diferentes capas del IGN (2005), finca Bellamar 05 está ubicada en una zona de vida de Bosque muy húmedo subtropical cálido (bh-S©), a una altitud entre 35 a 51 msnm y una temperatura anual 28°C.

2.4 Suelos

Las diferentes capas de IGN (2005), proporcionan la serie de suelos “Tiquisate franco” en finca Bellamar 05, la cual posee materia orgánica de depósitos marinos aluviales, con colores de suelo superficiales café oscuro a café muy oscuro.

2.5 Hidrología

Las diferentes capas del IGN (2005), finca Bellamar 05 cuenta con una precipitación pluvial promedio de 1600 mm/año. Hidrológicamente, la finca Bellamar

05, pertenece a la cuenca del Rio Nahualate, es de la vertiente al pacifico, la cual es utilizada para abastecer de agua a la plantación.

2.6 Otros

Algunos documentos de levantamiento de suelos realizados a nivel nacional en Guatemala:

- De la Roca, I., (1995). Levantamiento semidetallado de los suelos de la aldea Pacutan, municipio de Santa Apolonia, Chimaltenango. Universidad de San Carlos de Guatemala. Carrera de Agronomía.
- Rodríguez, P., (1983). Mapeo y Clasificación a nivel de semidetalle de los suelos de la cuenca del zanjón Malena. Universidad de San Carlos de Guatemala. Carrera de Agronomía.
- Cifuentes, E., (2007). Lineamientos de manejo para el uso de la tierra, del centro experimental ICTA Cuyuta, Masagua, Escuintla. Universidad de San Carlos de Guatemala. Carrera de Agronomía.
- Esquipulas, E., (2017). Clasificación y mapeo de suelos con fines de producción de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en finca Melimar, Santo Domingo, Suchitepéquez. Carrera de Agronomía.

III. OBJETIVOS

1. General

Caracterizar los suelos de finca Bellamar 05, relacionados al cultivo de *M. x paradisiaca* L. Musácea “Banano” en el municipio de Tiquisate, Escuintla.

2. Específicos

1. Definir la distribución de las características físicas, químicas y materia orgánica de los suelos de finca Bellamar 05.
2. Explicar la relación causa y efecto de las características físicas, químicas y materia orgánica de los suelos con la productividad del cultivo de banano en finca Bellamar 05.

IV. MATERIALES Y METODOS

1. Levantamiento edafológico

Para conocer las características físicas, químicas y biológicas de los suelos de finca Bellamar 05, se llevaron a cabo tres etapas (gabinete, campo y laboratorio), con la finalidad de recopilar información útil para la realización del estudio a nivel semidetallado.

1.1 Obtención del mapa base según las características de los suelos

Para la obtención del mapa preliminar o base se utilizaron imágenes satelitales del MAGA y Google Earth, introduciéndolas al software ArcGIS, dando como resultado tres polígonos, los cuales fueron corroborados en campo, utilizando la metodología de Jaramillo, R. y Vásquez, A. (1990), para el cultivo de banano.

La metodología aludida consta de la inspección del área a cada 1.70 hectáreas, tomando lecturas y muestras del suelo y sitio, con ayuda del barreno Edelman, introduciendo y perforando el suelo a profundidad de 0.60 metros (considerada como la profundidad adecuada de suelo para un buen desarrollo del cultivo de banano) tomando los siguientes aspectos:

- Ubicación de los puntos muestreados a través de un aparato de GPS.
- Textura al tacto o método de bola (ver figura nueve en anexo).
- Color de suelo leyendo la tabla "Munsell" identificada con: Hue 7.5 YR (ver figura diez en anexo).
- Pendiente del sitio.

Al obtener la información de campo (textura - color del suelo, y pendiente del sitio) de los puntos muestreados de la finca Bellamar 05, se clasificaron en Alto, Medio y Bajo, según lo requerido para el cultivo de banano, esto se logró a través de revisión bibliográfica, documentos, libros y personal técnico de la finca.

Clasificados según su región se introdujeron al software ArcGIS y con el comando grid, se obtuvo el mapa base, el cual posee una cuadrícula de una hectárea por cada región, por cada kilómetro cuadrado.

1.2 Ubicación y elaboración de la calicata según su región

Conociendo el área que abarca cada región y considerando que finca Bellamar 05, cuenta con 323.25 ha se utilizó la metodología de Cortes, A., (s.f.), para un levantamiento de suelos a nivel semidetallado, realizando en total diecisiete calicatas, las cuales se distribuyeron según el hectareaje de cada una de las regiones.

Las calicatas se ubicaron en el campo en plantaciones con características homogéneas, libre encharcamiento con distanciamiento de un metro entre drenajes y calles. El distanciamiento entre planta y calicata fue de 0.20 metros, la calicata conto con dimensiones de un metro cuadrado.

Para la toma de datos del sitio y las calicatas se tomó como guía la descripción de suelos y el formato B (HT-5-95) que menciona Tobías, H., (2006) y Cifuentes, E., (2007). El formato mencionado recaba información superficial e interna de los suelos, en el cuadro cuatro se observan las características superficiales (también llamado eje horizontal) del suelo y sitio del muestreo como altitud, pendiente, posición geográfica, material originario, erosión, drenaje y humedad del suelo. En el cuadro cinco, se presentan las características internas (calicata), también llamada eje vertical, el cual permite conocer las condiciones netamente del suelo como número de horizontes, textura, color, consistencia, estructura, porosidad, raíz y límites.

Cuadro 4: Guía para la descripción del perfil de las unidades cartográficas.

| | |
|---|---|
| Referencia cartográfica o aerofotográfica: | Según la hoja cartográfica que se está utilizando. |
| No. | Número del pedón o calicata a tomar. |
| Coordenadas (UTM - WGS 84): | Utilizando el aparato GPS. |
| Localidad: | Lugar de la investigación aledaño, caserío o ubicación del sitio. |
| Situación: | Departamento y municipio |
| Altitud: | Utilizando el aparato altímetro (metros sobre el nivel del mar). |
| Pendiente: | Utilizando una regla graduada de un metro según la FAO. |
| Posición fisiográfica: | Ubicación de los puntos de muestreo tomando como referencia algún lugar conocido. |
| Unidad de mapeo: | Según sea la investigación. |
| Cultivo o vegetación natural: | Cultivo de banano o según sea el lugar de la investigación. |
| Material originario: | Material parental de la zona. |
| Pedregosidad: (Visualización del sitio o área) | Sin piedra o muy escasos (0) Moderadamente pedregoso (1) Pedregoso, interfiere labores (2) Muy pedregoso, interfiere maquina (3) Excesivamente pedregoso cubre 15 – 50% superficie (4). Terreno ripioso, más del 50% (5). |
| Erosión: (Visualización del sitio o área) | (E) Eólica o (H) Hídrica Leve (1) Moderada (a) Fuerte (f), Laminar (l) Surcos (s) Cárcavas (c) |
| Drenaje: (Visualización del sitio o área) | Muy escasamente drenaje, agua frático superficial (0) Escasamente drenado, permanece mojado mucho tiempo (1). Perfectamente drenado (2) Moderadamente bien drenado (3) Bien drenado, se elimina agua con facilidad, pero es rápidamente (4) Algo excesivamente drenado (5) Excesivamente drenado, se elimina el agua muy rápidamente (6). |
| Humedad del suelo: (Visualización del sitio o área) | Seco (s) Húmedo (h) Mojado (m) |
| Microtopografía: | Según la zona. |
| DLR: | Datos climáticos del lugar. |

Fuente: Cifuentes, E., (2007)

Cuadro 5: Guía de la descripción del perfil dentro de la unidad cartográfica

| Horizonte | Profundidad (CM) | Color | | | Textura | Consistencia | | | | |
|---|---|---|---|--|---|---|---|--|---|--|
| | | Seco | Húmedo | Mojado | | Seco | Húmedo | Mojado | | |
| | | | | | | | | Adhesividad | Plasticidad | |
| <p>Se introdujo el machete previamente desinfectado en el perfil a tomar de la calicata, perforando y marcando de forma horizontal cada cambio textural en el suelo. Estos fueron definidos por horizontes de capas maestro de la USDA, (s.f.),</p> | <p>Cada horizonte encontrado se definió y midió el largo con ayuda de un metro (tomado en centímetros).</p> | <p>Para definir el color del suelo, se extrajo una muestra representativa de cada horizonte, comparando el color con los tonos de la tabla Munsell para suelos sub o tropicales números 7.5 YR, UE.</p> | <p>SECO: Para conocer el color de suelo seco, se extrajo y dejó secar a la intemperie por días una pequeña muestra representativa, al estar completamente seca se comparó con la tabla Munsell.</p> | <p>HÚMEDO: Para la lectura de color de suelo en húmedo, se verificó que la muestra se encontrara a capacidad de campo.</p> | <p>MOJADO: A la muestra extraída en campo, se le echo agua hasta saturarla para tomar la lectura.</p> | <p>Se extrajo una porción de suelo por horizonte, realizando el método de la bola o tacto para la determinación de textura en campo (ver figura ocho en anexo).</p> | <p>Se extrajo una muestra de suelo por horizonte, la cual se rotulo y se dejó expuesta al sol para su secado. Debidamente seca, se tomó una porción del suelo entre pulgar e índice, ejerciendo presión y definiéndola según los siguientes parámetros:</p> | <p>Se extrajo una muestra de suelo por horizonte, realizando le presión y forma con el dedo índice y pulgar, según los siguientes parámetros:</p> | <p>Se extrajo una muestra de suelo por horizonte, echándole agua hasta saturarla, realizando presión y forma con el dedo índice y pulgar, según los siguientes parámetros:</p> | |
| | | <p>Suelto: Sin coherencia (no tiene ninguna resistencia).</p> <p>Blando: Suelo con débil coherencia y friabilidad, se deshace en polvo o granos sueltos bajo muy ligera presión.</p> <p>Ligeramente duro: Débilmente resistente a la presión, se rompe fácilmente.</p> <p>Duro: Moderadamente resistente a la presión, rompiéndose difícilmente entre los dedos.</p> <p>Muy duro: Muy resistente a la presión ejerciendo mucha fuerza quebrándose con dificultad.</p> <p>Extremadamente duro: Extrema resistencia a la presión.</p> | | | | | <p>Suelo: Sin coherencia.</p> <p>Muy friable: Material se desmenuza bajo muy ligera presión.</p> <p>Friable: Material se desmenuza fácilmente bajo ligera o moderada presión.</p> <p>Firme: Material se desmenuza bajo fuerte presión.</p> <p>Muy firme: Material se desmenuza bajo fuerte presión.</p> <p>Extremadamente firme: Material se desmenuza solamente bajo una presión muy fuerte.</p> | <p>No adhesivo: Quitando la presión el material no queda adherido a los dedos.</p> <p>Ligeramente adhesivo: Bajo presión, el suelo se adhiere a ambos dedos, sin estiramiento en el material.</p> <p>Adhesivo: Bajo presión se adhiere a ambos dedos y tiende a estirarse un poco.</p> <p>Muy adhesivo: Material adherido fuertemente a ambos dedos, cuando se separa se observa un estiramiento del material.</p> | <p>No plástico: No se puede formar cordón o chorizo.</p> <p>Ligeramente plástico: Se forma un cordón, pero se deforma la masa.</p> <p>Plástico: Se forma un cordón y se requiere de moderada presión, no se logra realizar la "U".</p> <p>Muy plástico: Se forma un cordón y se requiere presión para deformar la masa, se realiza el cordón en "U" sin romperse.</p> | |

Fuente: Cifuentes, E., (2007) y Tobías, H., (2006).

Continuación del Cuadro 5: Guía de la descripción del perfil de la unidad cartográfica.

| Estructura | | | Poros | | | Carbonato | pH | Raíces | | Límites | |
|---|---|--|--|---|---|---|--|---|---|---|-------|
| Tipo | Clase | Grado | Cantidad | Tamaño | Forma | | | Cantidad | Tamaño | Nitidez | Forma |
| Para ello se extrajo una porción de suelo por horizonte, en donde se visualizaron en campo los siguientes parámetros: | | | En el perfil a tomar, se tomó una lupa con milímetros en donde se visualizaron los siguientes parámetros con sus descripciones: | | | Utilizando una muestra de suelo por horizonte, se le echó tres gotas de limón visualizando y escuchando si esta presentaba algún cambio, clasificándolas con los siguientes parámetros: | | Por cada horizonte encontrado, se contó la cantidad y midió el tamaño (grosor) de las raíces. Clasificándolas en: | | Identificados los perfiles y marcados se visualiza la forma de transición de cada uno de ellos, utilizando los siguientes parámetros: | |
| Para determinar el tipo y clase de estructura del suelo, se visualizó la forma de la muestra extraída, comparándola con el cuadro siete y ocho. | <p>La muestra de suelo se extrajo y con ayuda de una lupa con milímetros se midió el largo de las partículas: Sin estructura: no se visualizan agregados.</p> <p>Débil: agregados escasamente e indistintos apenas visibles.</p> <p>Moderada: Agregados bien formados y diferenciados de duración moderada y evidente.</p> <p>Fuerte: Agregados duraderos evidentes en suelos no alterados que se adhieren débilmente entre sí.</p> | <p>Pocos: 1 a 3 pulgada cuadrada.</p> <p>Frecuentes: 4 a 14 por pulgada cuadrada.</p> <p>Muchos: más de 14 por pulgada cuadrada.</p> | <p>Muy finos: menor a 0.5 mm de diámetro.</p> <p>Finos: 0.5 a 2 mm de diámetro.</p> <p>Medianos: 2 a 5 mm de diámetro.</p> <p>Grandes: Mayor a 5 mm de diámetro.</p> | <p>Vesiculares: Forma esférica o elipsoide.</p> <p>Intersticiales: Forma irregular, con superficies curvadas.</p> <p>Tubulares: Forma aproximadamente cilíndrica.</p> | <p>No calcáreo: No hay efervescencia visible.</p> <p>Ligeramente calcáreo: Efervescente débil.</p> <p>Calcáreo: Efervescente visiblemente.</p> <p>Fuertemente calcáreo: Fuerte efervescencia.</p> | <p>Se realizó con la ayuda de un aparato medidor de pH, colocando 100 gr. de suelo en 100 ml de agua destilada.</p> | <p>Muy finas: menos de un mm de diámetro.</p> <p>Finas: 1 a 2 mm de diámetro.</p> <p>Medianas: 2 a 5 mm de diámetro.</p> <p>Gruesas: Mayor a 5 mm de diámetro.</p> | <p>Muy pocas.</p> <p>Pocas</p> <p>Comunes</p> <p>Abundantes</p> <p>Muy abundantes</p> | <p>Brusco: Inferior a 2 cm.</p> <p>Neto: 2 a 5 cm.</p> <p>Gradual: 5 a 12 cm.</p> <p>Difuso: 12 cm.</p> | <p>Plano</p> <p>Ondulado</p> <p>Irregular Interrumpido</p> | |



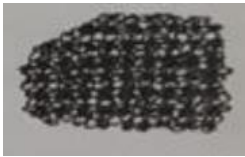
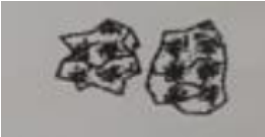



Fuente: Cifuentes, E., (2007) y Tobías, H., (2006).

Cuadro 6: Clasificación de estructuras del suelo según su forma, clase y tamaño.

| Tipo (forma y disposición de los agregados) | | | | | | | | | |
|---|--|--|-----------------------------------|--|--|--|-------------------|--|--|
| Clase | Laminiforme, con la dimensión (vertical) limitada y mucho menor que las otras dos; orientación en un plano horizontal; las caras son en su mayoría horizontales. | Prismas con dos dimensiones (las horizontales) limitadas y considerablemente menores que la vertical; orientación alrededor de un eje vertical; caras verticales bien definidas; vértices angulares. | | Semejando bloques; poliédrico o esferoidal con tres dimensiones del mismo orden de magnitud orientación alrededor de un punto. | | Semejando bloques; bloques o poliedros que tienen superficies planas o curvadas moldeadas por las cargas de los agregados que los circundan. | | Esferoides o poliedros que tienen características planas o curvadas las cuales se ajustan ligeramente o nada a las superficies de los agregados que los circundan. | |
| | | Con partes superiores no redondeadas | Con partes superiores redondeadas | Caras aplanadas la mayoría de los vértices fuertemente angulosas. | Caras aplanadas y redondeadas mezcladas con muchos vértices redondeados. | Agregados relativamente porosos | Agregados porosos | | |
| | LAMINAR | PRISMATICA | COLUMNAR | BLOQUES ANGULARES | BLOQUES SUBANGULARES | GRANULAR | MIGAJOSA | | |
| Muy fina | Menor de 1 mm | Menor de 10 mm | Menor de 10 mm | Menor de 5 mm | Menor de 5 mm. | Menor de 1 mm | Menor de 1 mm | | |
| Fina | 1 – 2 mm | 10 – 20 mm | 10 – 20 mm | 5 – 10 mm | 5 – 10 mm | 1 – 2 mm | 1 -2 mm | | |
| Mediana | 2 – 5 mm | 20 – 50 mm | 20 – 50 mm | 10 – 20 mm | 10 – 20 mm | 2 – 5 mm | 2 – 5 mm | | |
| Gruesa | 5 – 10 mm | 50 – 100 mm | 50 – 100 mm | 20 – 50 mm | 20 – 50 mm | 5 – 10 mm | ---- | | |
| Muy gruesa | >10 mm | >100 mm | >100 mm | >10 mm | >50 mm | >10 mm | ---- | | |

Fuente: Tobías, H., (2006)

Cuadro 7: Descripción de los diferentes tipos de estructura de los suelos

| Nombre | Descripción | Forma del agregado |
|----------------------|--|---|
| Granular | Relativamente no poroso, peds pequeños y esferoidales, no se inserta dentro de los agregados próximos. |  |
| Laminar | Agregados en forma de láminas o láminas. Las láminas se fusionan y limitan la permeabilidad. |  |
| Migajosa | Agregados porosos con caras planas o curvadas se ajustan poco o nada a las superficies adyacentes. |  |
| En bloques angulares | Poliedros con superficies planas, la mayoría de vértices fuertemente angulosos. |  |
| Prismática | Agregados con su eje "Y" (vertical) de mayor dimensión que el eje "X" (horizontal). |  |
| Columnar | Similar a la prismática, pero tiene sus aristas en el extremo superior redondeadas. |  |
| Masiva | Es un bloque consistente en donde no se aprecia forma de agregación de las partículas. |  |

Fuente: Tobías, H., (2006).

Al recabar la información de campo de cada calicata, se introdujo el machete previamente desinfectado extrayendo un kilogramo de suelo de cada horizonte por calicata según su región.

1.3 Selección de muestras

Obtenida la información de campo (superficial e interna) y muestras de suelo por región y calicata, se realizó la selección de muestras para su envío al laboratorio de grupo HAME.

Para ello se compararon cada una de las boletas del formato B (HT-5-95) generadas en campo por las calicatas según su región, considerando que tuvieran características físicas superficiales e internas de sitio y suelo con igual o mayor del 80%, para mezclar cada uno de sus horizontes por calicata semejante.

1.4 Análisis de laboratorio

Para el análisis físico, químico y materia orgánica de suelos el laboratorio Fraijanes de grupo HAME, utilizó la siguiente metodología.

Cuadro 8: Metodología utilizada por el laboratorio de suelos de Fraijanes de grupo HAME para el análisis de suelo químico, físico y materia orgánica.

| Análisis | Principio | Método de referencia |
|---|------------------|---|
| Textura | Físico | Manual de laboratorio de suelos - Federación Nacional de Cafeteros de Colombia - L-1 |
| Densidad aparente | Físico | Manual de Laboratorios de Física y Química de Suelos - Gonzalo Arriaga y José Ortíz. Práctica 5 |
| Porosidad | Físico | Manual de Laboratorios de Física y Química de Suelos - Gonzalo Arriaga y José Ortíz. Práctica 5 |
| Extracción con Mehlich 3 y lectura en espectrofotómetro de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente - ICP | Químico | Soil Chemical Methods - Australasia - 18F y 18F1 |
| Potenciometría | Químico | Soil Test Methods from the Southeastern United States. Chapter 3.2 |
| Titrimetría | Químico | Manual de laboratorio de suelos - Federación Nacional de Cafeteros de Colombia - Capítulo J.B. |
| Titrimetría (Walkley - Black) | Químico | Manual de laboratorio de suelos - Federación Nacional de Cafeteros de Colombia - Capítulo C |

El laboratorio de Fraijanes tiene niveles críticos para el cultivo de banano, los cuales ayudaron en la interpretación de los resultados del laboratorio.

Cuadro 9: Niveles críticos para el cultivo de *M. x paradisiaca* según el laboratorio de suelos Fraijanes de Grupo HAME

| Parámetros | Dimensional | Rangos |
|-------------------------|----------------------------------|-------------|
| Conductividad eléctrica | dS/m | 0.20 – 0.80 |
| pH | | 5.50 – 6.5 |
| Fosforo | mg/Kg | 10 a 30 |
| Azufre | | 10 a 100 |
| Cobre | | 1 a 7 |
| Hierro | | 40 a 250 |
| Manganeso | | 10 a 250 |
| Zinc | | 2 a 25 |
| Potasio | Cmol/Kg | 0.20 a 0.60 |
| Calcio | | 4 a 10 |
| Magnesio | | 1 a 5 |
| Sodio | | Menor 0.43 |
| Aluminio | | Menor 1.5 |
| CICE | Cmol(+)/L | 5 a 25 |
| Materia orgánica | % | 3 a 6 |
| Potasio | Porcentaje de saturación de base | 4 a 10 |
| Calcio | | 60 a 80 |
| Magnesio | | 10 a 20 |
| Aluminio | | Menor 25 |
| Ca/K | Equilibrio de base | 5 a 25 |
| Mg/K | | 2.50 a 15 |
| Ca/Mg | | 2 a 5 |
| Ca+Mg/K | | 10 a 40 |

1.5 Interpretación de resultados físicos, químicos y materia orgánica

Los resultados físicos (superficial e interna) transcritos de las boletas antes mencionadas de las diecisiete calicatas se clasificaron en Aceptable, Medio y Bajo según lo requerido para el cultivo de banano, generando en el cuadro once a través de revisión bibliográfica, documentos y personal de trabajo de dicha finca. Sin embargo; los resultados químicos y materia orgánica de las muestras seleccionadas se interpretaron según los niveles críticos que proporciona dicho laboratorio para el cultivo de banano (ver cuadro nueve).

1.6 Elaboración de mapas de distribución de las características físicas, químicas y materia orgánica

A través de la interpretación e interpolación de resultados de las diecisiete calicatas para características físicas y aquellas muestras seleccionadas para características químicas y materia orgánica se realizaron mapas de distribución clasificándose en deseables, medias y no deseables para el cultivo de banano (ver cuadro diez y once), proporcionando el área que cubre en porcentaje cada una de ellas.

2. Mapa de productividad del cultivo de banano *M. x paradisiaca* de finca Bellamar 05

Obtenidos e interpretados los resultados según los requerimientos físicos, químico y materia orgánica del cultivo de banano, se relacionó con el mapa de productividad de la finca Bellamar 05, generando diferentes mapas según los parámetros físicos, químicos y materia orgánica con mayor relevancia encontrados dentro del estudio de suelos, con la finalidad de explicar el porqué de la diferencia de producción de cada una de las áreas de la finca.

El mapa de productividad de la finca se observa en la figura uno, el cual describe o clasifica en cuatro áreas con diferentes colores y producción. El color verde es el área con mayor producción con 3,600 cajas/hectárea/año, abarcando un espacio de 229.85 hectáreas. El amarillo con 3,000 cajas/hectárea/año, y las áreas rojas y naranjas con 2,400 cajas/hectárea/año, con un total de 63.15 hectáreas abarcadas.

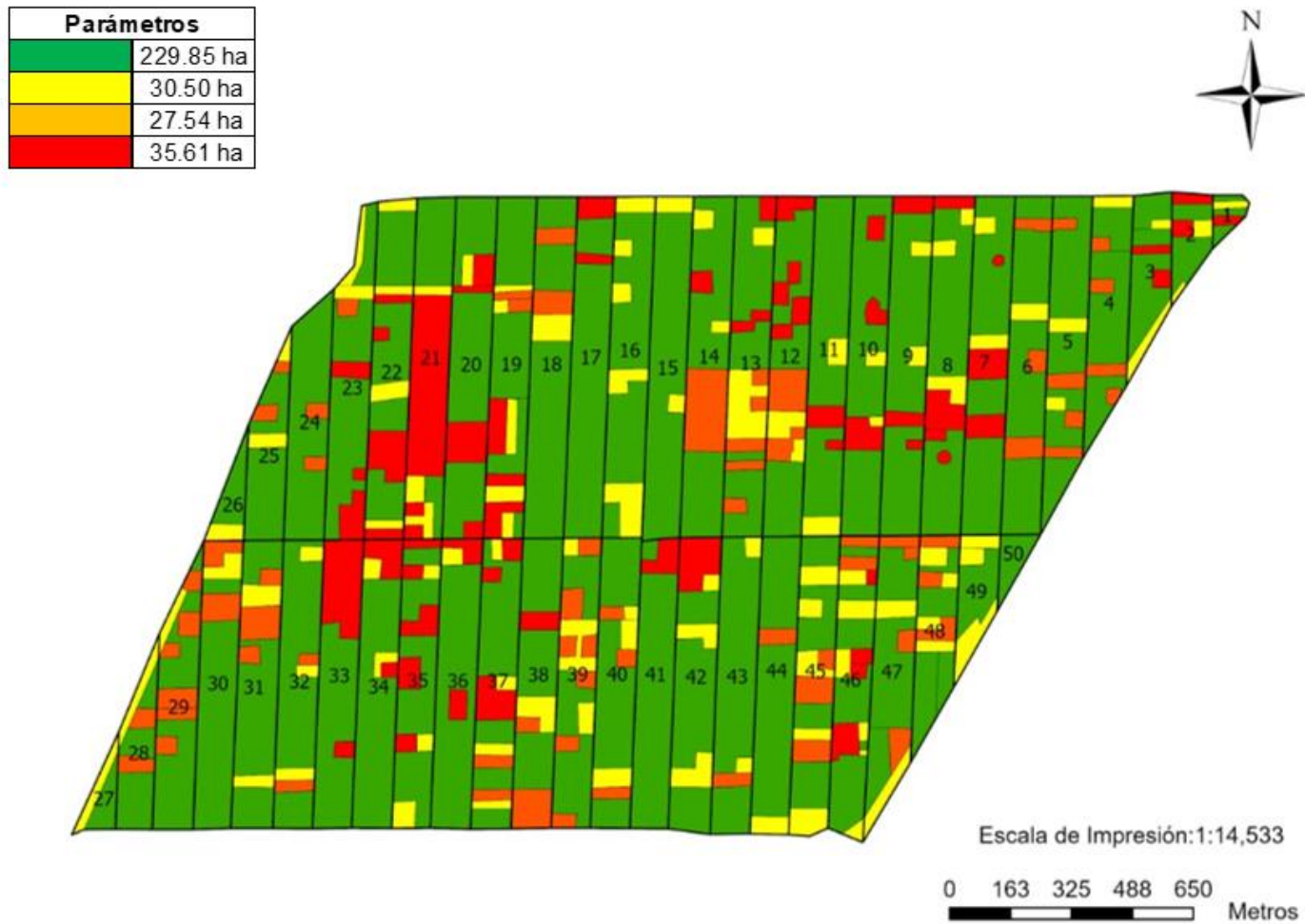


Figura 1: Mapa de productividad de la finca Bellamar 05, Tiquisate, Escuintla.

Fuente: Departamento de nutrición, (2020).

V. PRESENTACION DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A través del levantamiento de suelos a nivel semidetallado, se obtuvieron resultados en campo y laboratorio de las características físicas, químicas y materia orgánica de los suelos de finca Bellamar 05, los cuales se presentan a continuación:

1. Mapa base

El mapa base es el resultado de la agrupación y ordenamiento de las características similares tomadas en campo. El mapa base o preliminar se obtuvo a través de imágenes satelitales del MAGA y Google Earth, y corroboración en campo con la metodología de Jaramillo, R. y Vásquez, A. (1990). La corroboración en campo se realizó en doscientos puntos en donde se tomaron y extrajeron muestras de suelo para conocer lo siguiente:

- Textura y color del suelo.
- Pendiente del sitio

Los datos proporcionados se clasificaron según el requerimiento del cultivo de banano y se transcribieron al software ArcGIS para la interpolación de datos, dando como resultado tres regiones: Alta, Media y Baja (ver figura dos).

Cuadro 10: Parámetros utilizados (textura, pendiente y color) para la clasificación de regiones de los suelos de finca Bellamar para *M. paradisiaca*

| Región | Textura | Pendiente | Color |
|--------|------------------------|-----------|-------------------------------------|
| Alto | Franco | ≤ 1% | Gris muy oscuro (Very dark gray) |
| | Franco limoso | | |
| Medio | Franco arcilloso | 1 – 2% | |
| | Franco arcillo limoso | | |
| | Franco arcillo arenoso | | |
| | Franco arenoso | | |
| Bajo | Arenoso | > 3% | Marrón oscuro (Dark Brown) |

Fuente: Gauggel, (2020)

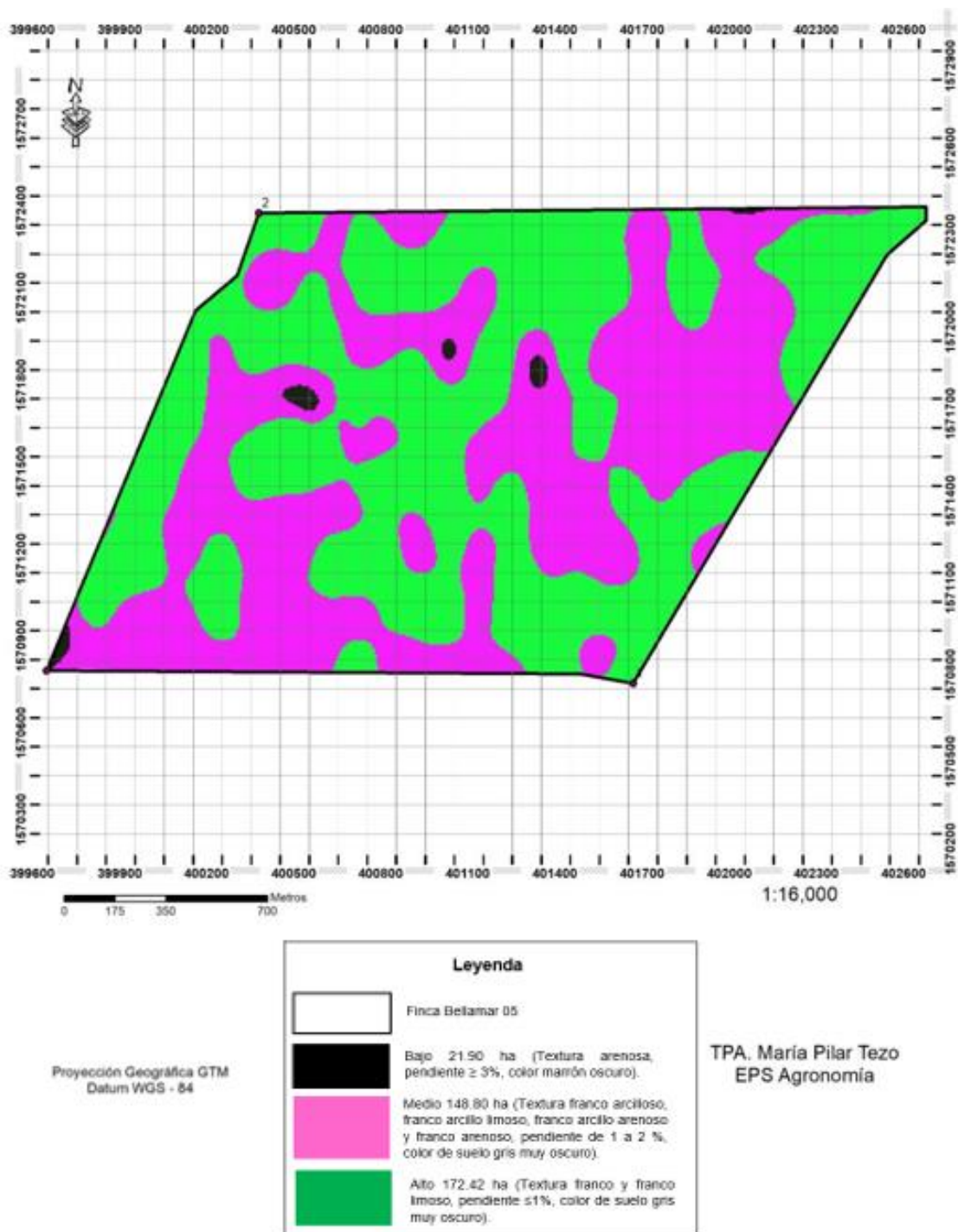


Figura 2: Unidades de muestreo en finca Bellamar 05, Tiquisate, Escuintla

2. Ubicación de calicatas

El mapa base dio a conocer el área (hectáreas) que abarca cada región y establecer el número de calicatas por región. La región Alta cuenta con 172.42 ha, Media con 148.90 ha, y Baja con 2.19 ha, dando un total de 323.50 ha. Aplicando la metodología de Cortes, A., (s.f.), para un levantamiento de suelos a nivel semidetallado, se realizaron diecisiete calicatas, las cuales se distribuyeron en siete calicatas para la región Alta y Media, y tres calicatas para la región Baja.

La ubicación de calicatas se realizó contando y enumerando cada cuadro según la grid del mapa por región y con ayuda del muestreo aleatorio al azar se determinó la ubicación de ellas tal y como se observa en la figura tres.

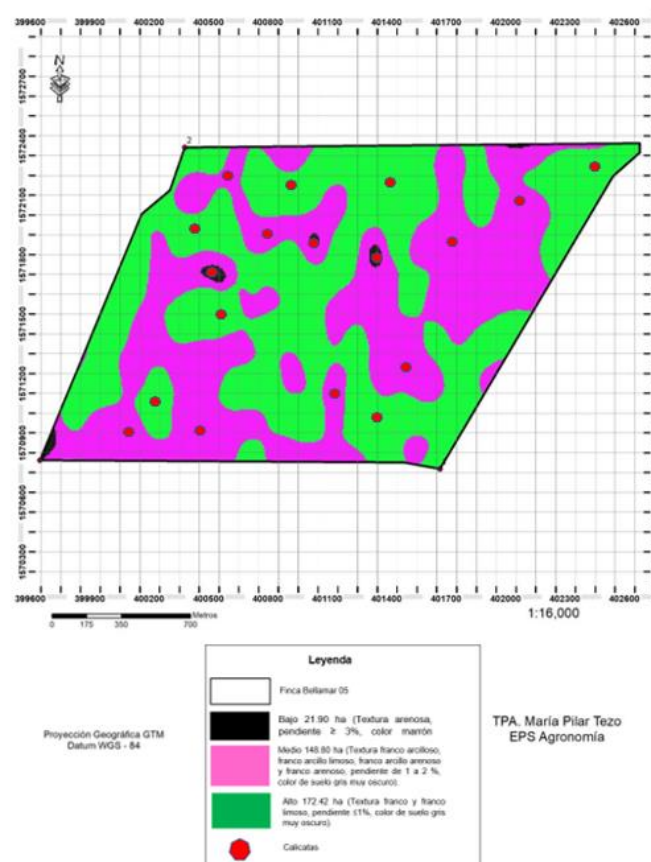


Figura 3: Ubicación de calicatas en el mapa base finca Bellamar 05, Tiquisate, Escuintla

Tomando en cuenta la grid del mapa se anotaron las coordenadas en el aparato de GPS, según la calicata para su posterior ubicación en campo. En campo se localizó y se llenó cada casilla que requiere el formato B (HT-5-95), según las características físicas superficiales e internas, dando como resultado lo siguiente:

3. Características físicas de los suelos de finca Bellamar 05

A través del formato B (HT-5-95) se conocieron las características físicas (superficiales e internas) de cada una de las regiones Alta, Media y Baja del mapa base, obteniendo los siguientes resultados:

Cuadro 11: Resultados de las características superficiales de los suelos de finca Bellamar 05, según su región y calicata.

| Región | Calicata | Pendiente % | Pedregosidad | Erosión | Drenaje |
|--------|----------|-------------|--------------------------|------------------|--|
| Alta | 1 | 2 | Sin piedra o muy escasos | Hídrica leve | Escasamente drenado, permanece mojado mucho tiempo |
| | 2 | 4 | Sin piedra o muy escasos | Hídrica moderada | Escasamente drenado, permanece mojado mucho tiempo |
| | 3 | 4 | Sin piedra o muy escasos | Hídrica moderada | Escasamente drenado, permanece mojado mucho tiempo |
| | 4 | 6 | Sin piedra o muy escasos | Hídrica moderada | Escasamente drenado, permanece mojado mucho tiempo |
| | 5 | 2 | Sin piedra o muy escasos | Hídrica leve | Moderadamente bien drenado |
| | 6 | 3 | Sin piedra o muy escasos | Hídrica leve | Moderadamente bien drenado |
| | 7 | 2 | Sin piedra o muy escasos | Hídrica moderada | Escasamente drenado, permanece mojado mucho tiempo |
| Media | 1 | 4 | Sin piedra o muy escasos | Hídrica leve | Moderadamente bien drenado |
| | 2 | 5 | Sin piedra o muy escasos | Hídrica leve | Moderadamente bien drenado |
| | 3 | 4 | Sin piedra o muy escasos | Hídrica moderada | Perfectamente drenado |
| | 4 | 8 | Sin piedra o muy escasos | Hídrica moderada | Escasamente drenado, permanece mojado mucho tiempo |
| | 5 | 5 | Sin piedra o muy escasos | Hídrica leve | Moderadamente bien drenado |
| | 6 | 3 | Sin piedra o muy escasos | Hídrica leve | Moderadamente bien drenado |
| | 7 | 2 | Sin piedra o muy escasos | Hídrica moderada | Bien drenado, se elimina agua con facilidad, pero es rápidamente |
| Baja | 1 | 5 | Sin piedra o muy escasos | Hídrica moderada | Escasamente drenado, permanece mojado mucho tiempo |
| | 2 | 3 | Moderadamente pedregoso | Hídrica moderada | Bien drenado, se elimina agua con facilidad, pero es rápidamente |
| | 3 | 3 | Moderadamente pedregoso | Hídrica leve | Bien drenado, se elimina agua con facilidad, pero es rápidamente |

En el cuadro once se observan los resultados de las características superficiales de cada región por calicata, donde los parámetros como: pendiente y

pedregosidad presentan datos similares, no existiendo diferencia entre dichas regiones. La erosión del suelo en las tres regiones (Alta, Media y Baja) presentan condiciones similares (erosión leve y moderada). Sin embargo, el drenaje del suelo en la región Alta se encuentra escaso, región Media drenaje moderado, y región Baja drenaje rápido. Aunque la pérdida y drenaje del suelo de la finca, se tomaron de forma cualitativa, sería importante cuantificar dichos datos con el objetivo de reducir los problemas a futuro, evitando la disminución del espacio de poros, penetración de raíces agua e intercambio gaseoso que podría afectar la producción general al cultivo.

Cuadro 12: Resultados de las características internas de los suelos de finca Bellamar 05, según su región y calicata.

| Región | Calicata | Color | | Estructura | Consistencia | | Poros | Raíz |
|--------|----------|----------------------------------|---|----------------------|--------------|-------------|------------|------------|
| | | Seco | Húmedo | | Seco | Húmedo | | |
| Alta | 1 | Marrón (Brown) 5.0/2 | Gris muy oscuro (Very dark gray) 3.0/1 | Migajosa | Duro | Firme | Muchos | Abundantes |
| | 2 | Gris oscuro (Dark gray) 4.0/1 | Negro (Black) 2.5/1 | Bloques angulares | Muy duro | Firme | Frecuentes | Comunes |
| | 3 | Gris (Gray) 5.0/1 | Negro (Black) 2.5/1 | Bloques angulares | Duro | Friable | Frecuentes | Pocas |
| | 4 | Marrón (Brown) 5.0/2 | Negro (Black) 2.5/1 | Migajosa | Duro | Muy friable | Muchos | Abundantes |
| | 5 | Marrón oscuro (Dark brown) 3.0/2 | Marrón muy oscuro (Very dark brown) 3.0/1 | Migajosa | Duro | Muy friable | Muchos | Abundantes |
| | 6 | Marrón (Brown) 5.0/2 | Negro (Black) 2.5/1 | Migajosa | Duro | Muy friable | Muchos | Comunes |
| | 7 | Marrón oscuro (Dark brown) 3.0/2 | Negro (Black) 2.5/1 | Migajosa | Duro | Muy friable | Muchos | Abundantes |
| Media | 1 | Marrón (Brown) 4.0/3 | Negro (Black) 2.5/1 | Migajosa | Blando | Muy friable | Muchos | Abundantes |
| | 2 | Gris (Gray) 5.0/1 | Negro (Black) 2.5/1 | Bloques subangulares | Duro | Firme | Muchos | Comunes |
| | 3 | Marrón oscuro (Dark brown) 3.0/2 | Negro (Black) 2.5/1 | Migajosa | Blando | Muy friable | Muchos | Pocas |
| | 4 | Gris (Gray) 5.0/1 | Gris muy oscuro (Very dark gray) 3.0/1 | Bloques subangulares | Muy duro | Firme | Muchos | Comunes |
| | 5 | Gris (Gray) 5.0/1 | Marrón oscuro (Dark brown) 3.0/2 | Migajosa | Duro | Friable | Frecuentes | Comunes |
| | 6 | Marrón oscuro (Dark brown) 3.0/2 | Negro (Black) 2.5/1 | Bloques angulares | Duro | Friable | Frecuentes | Pocas |
| | 7 | Gris (Gray) 5.0/1 | Negro (Black) 2.5/1 | Migajosa | Duro | Muy friable | Muchos | Pocas |
| Baja | 1 | Marrón (Brown) 5.0/2 | Marrón oscuro (Dark brown) 3.0/2 | Migajosa | Duro | Muy friable | Muy pocos | Pocas |
| | 2 | Gris (Gray) 5.0/1 | Negro (Black) 2.5/1 | Bloques angulares | Muy duro | Muy friable | Muy pocos | Pocas |
| | 3 | Marrón oscuro (Dark brown) 3.0/2 | Negro (Black) 2.5/1 | Granular | Blando | Suelo | Muchos | Comunes |

Las características internas promedios de las unidades cartográficas de finca Bellamar 05, se presentan en el cuadro doce, en donde se consideran que existen varias similitudes entre ellas.

Las diferencias más apreciables; se refiere a que la región Media presenta suelo (seco) de color gris y en la región Baja con presencia de pocas raíces.

El color del suelo indica muchas veces el contenido y estado de los minerales de hierro, manganeso y la materia orgánica, aunque el color oscuro de los suelos no siempre se asocia con la materia orgánica, debido a la presencia de otros elementos con alto contenido (sodio, MnO_2). Los suelos de coloración grisáceos o claros indican la falta de intemperización de la roca madre, depósitos de carbonato de calcio, afloración de sales o resultado de la remoción de hierro quedando gran cantidad de minerales ricos en sílice como cuarzo, feldespatos y caolinita. También puede indicar bajo contenido de materia orgánica y drenaje deficiente. La materia orgánica es el único parámetro biológico tomado en dicho estudio, dando como resultado el análisis de laboratorio que la región Alta posee mayor porcentaje de materia orgánica en los suelos (ver cuadro diecisiete).

Las raíces le proporcionan a la planta soporte y anclaje en el suelo, así como la absorción de agua y captación de nutrientes. Entre menos cantidad se tenga más probabilidades de volcamiento, falta de absorción de nutrientes habrá, reflejando menos productividad de la planta. Dicha problemática se encuentra en cada una de las regiones, teniendo mayor influencia en la región Baja, lo cual podría generar menor productividad, por las limitaciones en el transporte de agua y nutrientes.

a. Comparación de mapa de distribución de características físicas de los suelos con el mapa de productividad de finca Bellamar 05

Con ayuda del mapa base y la boleta de campo se logró recabar información demostrando las características físicas de cada región tal y como se observó en los cuadros anteriores. Dichos datos se clasificaron según el requerimientos para el cultivo, transcribiéndolos al software ArcGIS y la interpolación de dichos datos, dieron como resultado el mapa de distribución de características físicas en donde: el 32% del área de color negro cuenta con características aceptables para el cultivo de banano (textura franco arcillo arenoso, estructura migajosa, pocos poros y

raíces), el 44.9% con características medias de color azul (textura franco arenoso, estructura en bloques, pocos poros y raíces), y el 23.1% con características bajas (textura arenosa, estructura en bloques, muy pocos poros y raíces) de color verde.

El mencionado mapa de distribución de características físicas se comparó con el mapa de productividad de la finca, dando como resultado la baja relación de las características físicas con la productividad, por lo que las mismas no serían limitantes en la producción, debido a que en finca Bellamar 05 existen áreas con buena producción (3,600 cajas/hectárea/año) que tienen características no deseables para el cultivo de banano, como también áreas con bajas producciones (2,400 cajas/hectárea/año) con características deseables para el cultivo. Aunque si existe variabilidad en las características físicas aceptables y no deseables en el mapa de distribución, no limitarían la producción del cultivo en la finca.

Al comparar los resultados de cada región de las características físicas superficiales, se observa que no afecta a la producción, debido a que la mayoría posee características semejantes.

Cuadro 13: Parámetros utilizados para la clasificación y distribución de las características físicas de los suelos de finca Bellamar 05.

| Región | Textura | Estructura | Poros | Raíz |
|---------------------|------------------------|--------------------|--------------|-------------|
| Aceptable | Franco arcillo arenoso | Migajosa | Pocos | Muchos |
| Medio | Franco arenoso | Migajosa - Bloques | Pocos | Comunes |
| No aceptable | Arenoso | Bloques | Muy pocos | Pocos |

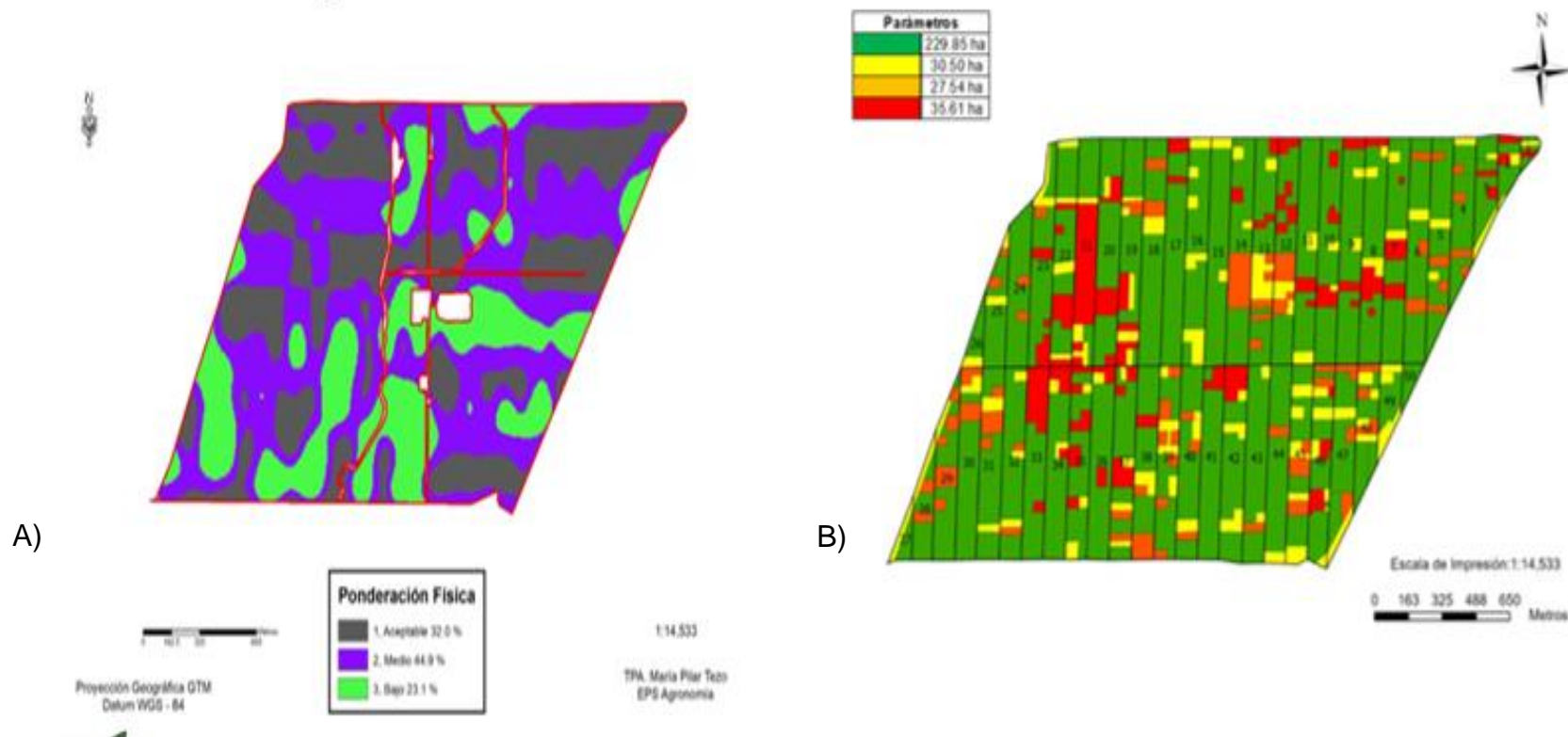


Figura 4: Comparación de características físicas de los suelos con la productividad. A) Características físicas, B) Mapa de productividad.

A diferencia de los otros parámetros tomados en campo, la clase textural de suelos se realizó en el laboratorio de grupo Fraijanes, trasladando siete muestras de suelo de aquellas calicatas por región con mayor similitud. Esta selección se hizo comparando cada uno de los parámetros superficiales e internos que describe el formato B (HT-5-95), al tener seleccionadas las calicatas semejantes, se mezclaron cada uno de sus horizontes para su envío al laboratorio, en donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 14: Determinación textural de los suelos según la región de la finca Bellamar 05 proporcionados por el laboratorio de Fraijanes

| Región | Calicata | Tamaño de partículas % | | | Clase textural |
|--------|----------|------------------------|-------|-------|------------------------|
| | | Arcilla | Limo | Arena | |
| Alta | 2 y 3 | 25.31 | 24.55 | 50.14 | Franco arcillo arenoso |
| | 4 y 5 | 21.61 | 21.69 | 56.70 | Franco arcillo arenoso |
| | 7 | 14.12 | 21.82 | 64.06 | Franco arenoso |
| Media | 2 y 6 | 11.20 | 13.44 | 75.36 | Franco arenoso |
| | 1 y 3 | 22.33 | 23.22 | 54.46 | Franco arcillo arenoso |
| Baja | 1 y 3 | 18.10 | 14.20 | 67.70 | Franco arenoso |
| | 2 | 16.39 | 12.68 | 70.94 | Franco arenoso |

En la clase textural de los suelos de finca Bellamar 05, presentada en el cuadro quince se obtuvo que la textura predominante es Franco arenoso en cada región del estudio (Alta, Media y Baja). Sin embargo, la región Baja presentó más contenido de arena, a diferencia de la región Alta con más contenido de arcilla.

La baja cantidad de arcilla con mayor porcentaje de arena (región Baja), provoca lixiviación o poca retención de agua y nutrientes, teniendo como consecuencia una planta con baja producción, debido al proceso fotosintético para la retención y traslado de nutrientes y agua para el llenado de frutos en el racimo de banano. A ello se puede asociar por qué su drenaje es rápido, debido a que la velocidad de infiltración en un suelo con mayor porcentaje de arena tiende a filtrar mejor y no tener encharcamientos, sin embargo; es un suelo del cual debe regarse

apropiadamente para abastecer a la planta con agua y nutrientes. Por lo cual podría ser un parámetro importante del porque la disminución de producción en dicha área.

b. Comparación de mapa de distribución de clases texturales de los suelos con el mapa de productividad de finca Bellamar 05

Con la información obtenida de campo y laboratorio sobre la clase textural de las regiones presentes en finca Bellamar 05, se clasificó con lo requerido para el cultivo de banano generando el mapa distribución textural de los suelos dando como resultado que el 99% de la finca cuenta con texturas deseables para el cultivo (83.6% con textura franco arenoso y 16.3% con franco arcillo arenoso), y solamente el 0.1% tiene texturas menos favorables (arenoso franco y arena). Según Gauggel, C., (2020) las producciones del cultivo de banano se ven influenciadas por su clase textural: franco arcillo arenoso (2,6000 a 3,000 cajas/hectárea/año), franco arenoso (2,300 a 3,000 cajas/hectárea/año), arena (< 1,000 cajas/hectárea/año), comparando los mapas suelos y productividad de banano, se determinó que los suelos de finca Bellamar 05, no influyen significativamente en la producción cajas/hectárea/año, debido a que en la finca existe textura franco arenoso (predominante) generando arriba de 3,600 cajas/hectárea/año.

Cuadro 15: Parámetros utilizados para la distribución textural de los suelos de finca Bellamar para *M. paradisiaca*

| Región | Textura |
|---------------|------------------------|
| Aceptable | Franco |
| | Franco limoso |
| Medio | Franco arcilloso |
| | Franco arcillo limoso |
| | Franco arcillo arenoso |
| | Franco arenoso |
| No aceptable | Arenoso |

Fuente: Gauggel, (2020)

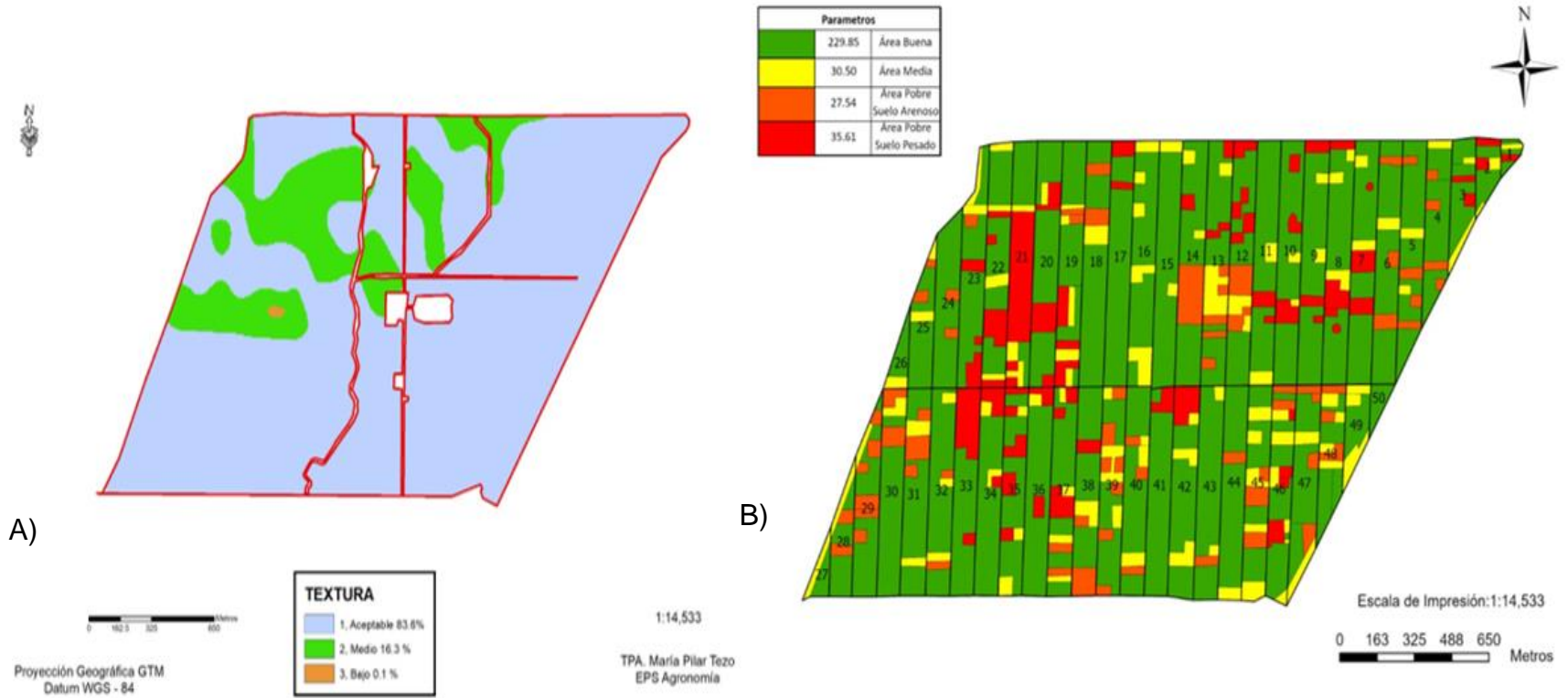


Figura 5: Comparación de clases texturales de los suelos con la productividad. A) Clase textural, B) Mapa de productividad.

4. Caracterización química de los suelos de finca Bellamar 05

De las mismas siete muestras seleccionadas se enviaron al laboratorio de suelos de Grupo HAME, para el análisis de las características químicas dando como resultado lo siguiente:

Cuadro 16: Resultados de los análisis químicos de los suelos de cada región de la finca Bellamar 05 proporcionados por el laboratorio de Fraijanes.

| Región | Calicata | pH | g/ml | Cmol/kg | | | | mg/Kg | | Cmol(+)/L |
|--------|----------|-------------|---------|-------------|--------|----------|------------|--------|--------|-----------|
| | | | Fósforo | Potasio | Calcio | Magnesio | Sodio | Cobre | Zinc | CICE |
| | | 5.50 a 6.50 | 10 a 30 | 0.20 a 0.60 | 4 a 10 | 1 a 5 | Menor 0.43 | 1 a 7 | 2 a 25 | 5 a 25 |
| Alta | 2 y 3 | 6.79 | 33.84 | 0.60 | 13.72 | 7.26 | 0.32 | 136.55 | 11.93 | 21.63 |
| | 4 y 5 | 7.06 | 16.85 | 0.39 | 12.01 | 5.56 | 0.41 | 76.63 | 5.65 | 18.02 |
| | 7 | 6.78 | 18.26 | 0.60 | 7.66 | 4.74 | 0.24 | 39.22 | 5.69 | 13.06 |
| Media | 2 y 6 | 6.66 | 14.82 | 0.35 | 6.10 | 3.12 | 0.23 | 50.80 | 3.81 | 9.61 |
| | 1 y 3 | 6.62 | 26.69 | 0.42 | 11.79 | 5.47 | 0.38 | 47.84 | 4.71 | 17.73 |
| Baja | 1 y 3 | 6.76 | 24.45 | 0.74 | 9.35 | 3.96 | 0.25 | 98.93 | 5.14 | 14.10 |
| | 2 | 6.86 | 25.99 | 0.53 | 10.16 | 5.24 | 0.29 | 37.93 | 5.41 | 15.98 |

Continuación del Cuadro 16: Resultados químicos de los suelos de cada región de la finca Bellamar 05 proporcionados por el laboratorio de Fraijanes.

| Región | Calicata | Porcentaje de saturación de bases CICE | | | | Equilibrio de bases | | | |
|--------|----------|--|---------|----------|------------|---------------------|-----------|-------|-----------|
| | | Potasio | Calcio | Magnesio | Aluminio | Ca/K | Mg/K | Ca/Mg | (Ca+Mg)/K |
| | | 4 a 10 | 60 a 80 | 10 a 20 | Menor a 25 | 5 a 25 | 2.50 a 15 | 2 a 5 | 10 a 40 |
| Alta | 2 y 3 | 2.80 | 63.34 | 33.63 | 0.23 | 28.97 | 14.97 | 1.92 | 43.94 |
| | 4 y 5 | 2.22 | 66.60 | 30.91 | 0.28 | 40.06 | 17.84 | 2.17 | 57.89 |
| | 7 | 4.63 | 59.25 | 35.73 | 0.39 | 13.79 | 8.43 | 1.69 | 22.22 |
| Media | 2 y 6 | 3.56 | 64.47 | 31.36 | 0.60 | 20.85 | 10.15 | 2.10 | 31.00 |
| | 1 y 3 | 2.42 | 66.29 | 31.01 | 0.28 | 33.19 | 14.88 | 2.16 | 48.07 |
| Baja | 1 y 3 | 5.32 | 66.31 | 28.01 | 0.36 | 12.87 | 5.47 | 2.38 | 18.33 |
| | 2 | 3.24 | 63.80 | 32.61 | 0.34 | 27.74 | 13.21 | 2.00 | 40.95 |

En el cuadro dieciséis se presentan los resultados químicos de las regiones Alta, Media y Baja. En promedio cada uno de los siguientes elementos se

encuentran dentro de lo requerido para el cultivo de banano: fósforo con 22.57 mg/Kg, potasio 0.52 Cmol/Kg, calcio 9.85 Cmol/Kg, magnesio 4.96 Cmol/Kg, sodio 0.30 Cmol/Kg, zinc 5.92 mg/Kg, y capacidad de intercambio catiónico (15.38 Cmol(+)/L).

Sin embargo, algunos otros elementos se encuentran fuera del rango requerido para el cultivo en cada una de las regiones (Alta, Media y Baja) como el porcentaje de saturación de base y la capacidad de intercambio catiónico (magnesio) se encuentra fuera del rango (32.06%) requerido para el cultivo, provocando el desequilibrio de bases entre Ca/Mg, debido a que los cationes de magnesio tienen un mayor radio de hidratación que el Ca. Sucede que las fuerzas de atracción que normalmente tienden a agregar los coloides del suelo ocasionan la dispersión de partículas reduciendo y degradando las propiedades físicas del suelo. Para ello, se recomienda realizar enmiendas a base de calcio y chequeos en las fuentes de magnesio utilizadas en la finca para la nutrición del cultivo de banano.

El pH en las tres regiones en promedio se encuentra en 6.81 ligeramente arriba del rango aceptable para el cultivo (5.5 a 6.5), aunque el pH es ideal para muchos cultivos y característico del orden Molisol, es inquietante el ligero aumento de 6.4 a 6.81 en los últimos cinco años (2017 – 2021) tal como se observa en la figura seis.

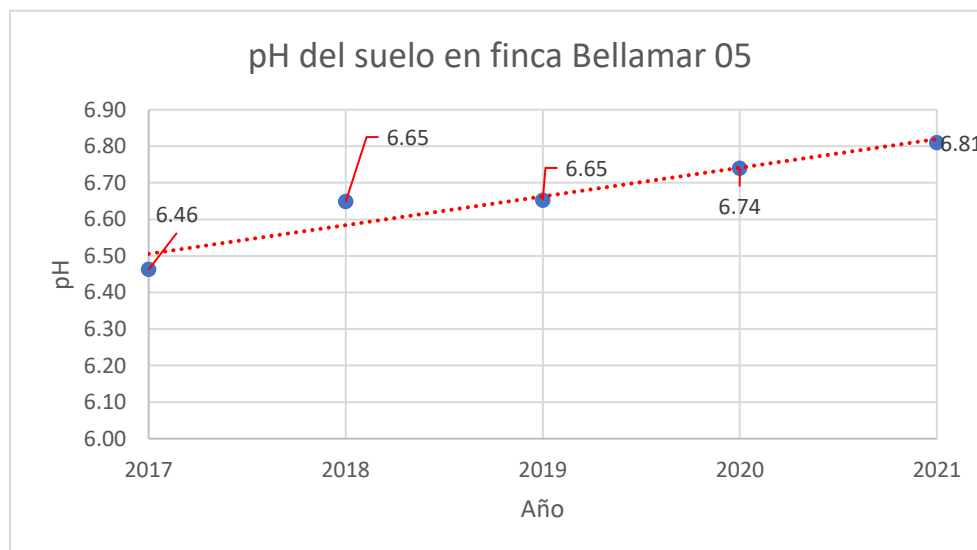


Figura 6: pH de los suelos de finca Bellamar 05

Aunque el incremento de pH en los suelos de la finca no es abrupto, sería importante prevenir y realizar estudios o análisis al agua utilizada para riego, con la finalidad de conocer las propiedades físicas-químicas y biológicas que pudieran provocar influencias de sulfatos viéndose reflejadas en la solución del suelo.

El cobre es un elemento muy poco utilizado en los programas de fertilización de banano siendo un elemento muy presente en los suelos de la finca, esto podría deberse a residuos de aplicaciones anteriores en programas fitosanitarios. En Guatemala el Cu se encuentra entre dos a cuatro partes por millón, comparándolo con lo requerido por el cultivo de banano (1 a 7 ppm), los suelos de la finca se encuentran arriba de lo aceptable con 66.32 ppm. Sin embargo, el exceso de cobre no refleja variabilidad en la producción en áreas Altas y Bajas, coincidiendo con López, A y Espinosa, J., (1995), en sus investigaciones realizadas en banano en las cuales se determinó que el exceso de Cu no afecta significativamente la productividad de la planta de banano.

a. Comparación de mapa de distribución de características químicas de los suelos con el mapa de productividad de finca Bellamar 05

Al obtener y analizar los resultados químicos del suelo, se procedió a la elaboración del mapa de distribución de características químicas obteniendo que el 1.1% del área cuenta con características aceptables, 82.1% medianamente aceptables y 17.7% no aceptables para el cultivo de banano. Comparando el mapa de distribución de las características químicas de los suelos con el mapa de productividad de la finca, se observa que ninguno de los parámetros químicos (elemento nutricional, pH, cobre, CICE, porcentaje de saturación y equilibrio de bases), no interfiere significativamente en la productividad del cultivo, debido a que áreas con Alta (3,600 cajas/hectárea/año) y Baja productividad (2,4000 cajas/hectárea/año), no se ven afectadas aun en condiciones de exceso de cobre.

Sin embargo, sería importante tomar en cuenta los análisis químicos de cada una de las regiones, aunque el mayor porcentaje de área tenga condiciones medias, existe un porcentaje menor pero importante de condiciones desfavorables para el cultivo de banano. Para ello se debe modificar el plan nutricional para mejora del cultivo, tomando en cuenta los parámetros físicos como textura, drenaje y elementos disponibles y no disponibles, así como el riego para proporcionarle sustentabilidad y mejores producciones, a través de la retención y absorción de agua y nutrientes que tenga la planta en el suelo.

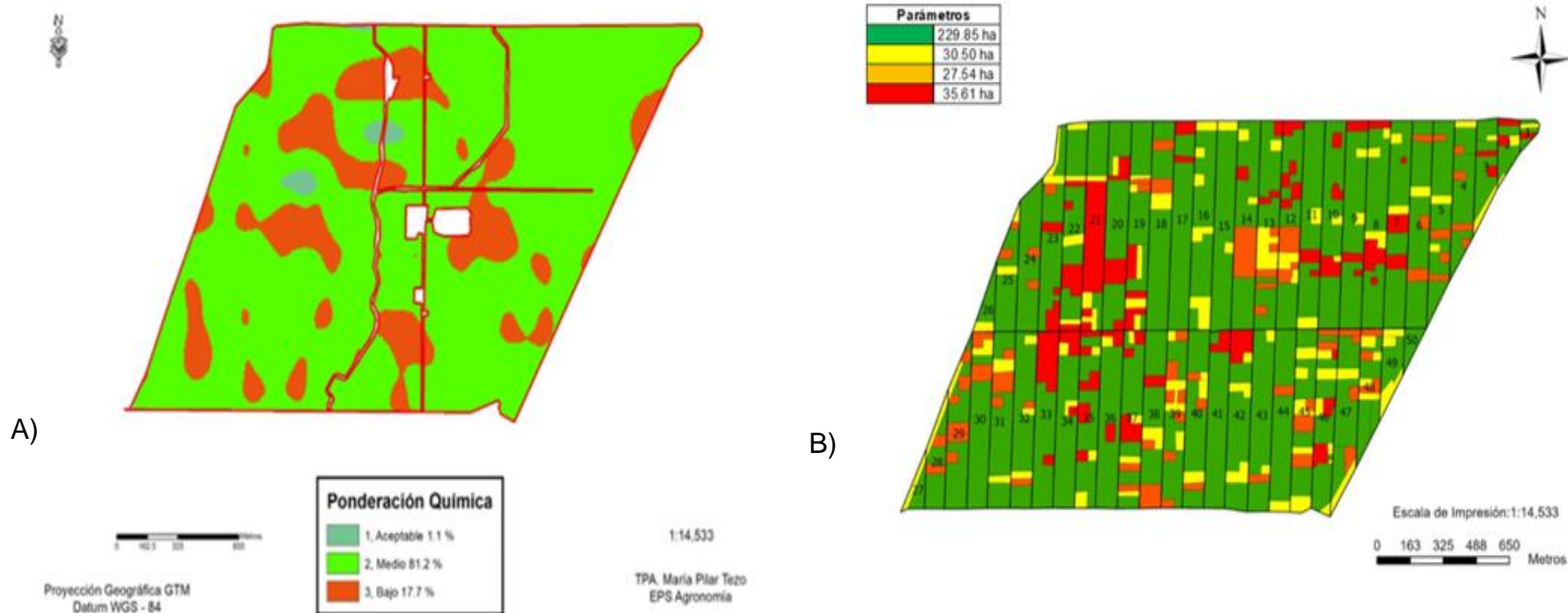


Figura 7: Comparación de características químicas de los suelos con la productividad. A) Características químicas, B) Mapa de productividad

5. Materia orgánica de los suelos de finca Bellamar 05

De las mismas siete muestras seleccionadas que se enviaron al laboratorio de suelos de Grupo HAME, para el análisis de las características químicas se analizó el porcentaje de materia orgánica de los suelos, dando como resultado lo siguiente:

Cuadro 17: Resultados de materia orgánica de los suelos de cada región de la finca Bellamar 05 proporcionados por el laboratorio de Fraijanes.

| Región | Calicata | Materia orgánica % |
|--------|----------|--------------------|
| | | 3 a 5 |
| Alta | 2 y 3 | 1.39 |
| | 4 y 5 | 1.30 |
| | 7 | 0.73 |
| Media | 2 y 6 | 0.57 |
| | 1 y 3 | 0.55 |
| Baja | 1 y 3 | 0.97 |
| | 2 | 0.85 |

El cuadro diecisiete presenta los resultados de cada región (Alta, Media y Baja) con el porcentaje de materia orgánica que posee cada región, encontrándose deficiente en cada una de ellas con promedio general de 0.81%, debido a que el cultivo de banano y el orden Molisol oscilan de tres a cinco por ciento. Esta deficiencia ha venido en disminución a través de los años, tal y como se observa en la figura ocho, encontrándose en el año 2017 con 2.80%.

Sin embargo, la región Alta cuenta con el porcentaje de materia orgánica mayor que las otras dos, al observar las características físicas de la región Alta, la mayoría de las calicatas de la región Alta posee suelos más oscuros que las otras dos.

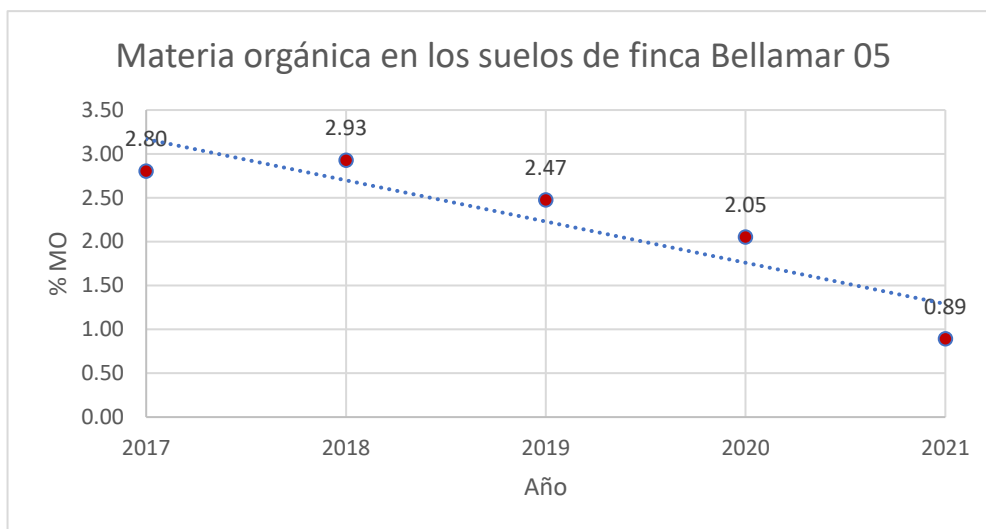


Figura 8: Materia orgánica de los suelos de finca Bellamar 05

Aunque en el cultivo, es decir en todas las regiones se incorporan residuos de la planta de banano (hojas, pseudotallos, racimos y raquis) aproximadamente 100 TM hectárea/año, no logra aumentar la materia orgánica, debido a la baja relación de carbono-nitrógeno que posee la planta de banano, ya que el 80% de la planta está conformada por agua, además que el cultivo se encuentra libre de malezas, sin tener cobertura en el suelo por la competencia de nutrientes, espacio y luz, generando problemas en sus propiedades físicas, químicas y biológicas (disponibilidad de nutrientes, retención de humedad y contribuye a evitar la erosión) en los suelos. Por lo tanto, es importante realizar evaluaciones utilizando productos con ácidos húmicos en el fertirriego con la dosis y frecuencia de los mejores resultados adquiridos en la investigación, o el establecimiento de cultivos de cobertura (Fabáceas) dentro de la plantación considerando especies como: Kudzu, *Mucuna pruriens*, *Cajanus caja*, *Crotolaria sp.*, y *Leucaena leucosephala*, con la finalidad de aportar nitrógeno y el aumento de materia orgánica al suelo, tomando en cuenta su ciclo vegetativo y diferencias entre cada uno con el mejor método de siembra.

VI. CONCLUSIONES

1. Los suelos de finca Bellamar 05, cuentan con características físicas como pendiente igual o menor a ocho por ciento, erosión hídrica leve a moderada, drenaje escaso hasta moderado, textura arenosa, franco, franco arenoso y franco arcillo arenoso, estructura migajosa, color de suelo en seco gris o marrón oscuro y en húmedo negro, con poca raíces y poros. Las características químicas como: pH de suelo de 6.79, capacidad de intercambio catiónico de 15.38 Cmol(+)/L, porcentaje de saturación de bases de 27.50%, equilibrio de bases de 18.87%, y materia orgánica de 0.88%.
2. Las características físicas, químicas y materia orgánica de los suelos de finca Bellamar 05, se distribuyen de forma homogénea en toda el área. Comparando los resultados con lo requerido para el cultivo de banano, se observó que el 76% del área se encuentra con características físicas deseables para el cultivo. El 82.3% del área cuenta con características química deseables para el cultivo, y la materia orgánica con el 100% deficiente en toda el área y para el cultivo de banano.
3. Existen elementos como el cobre que se encuentra arriba del rango requerido por el cultivo, sin embargo, la plantación de banano establecida en finca Bellamar 05, no interfiere en la diferenciación de producción en la finca.
4. La decadencia a través de los años de la materia orgánica en los suelos se ve reflejada en los análisis de suelos, encontrándose por debajo de lo requerido por el cultivo, el cual pudiera estar afectando la calidad del suelo.
5. Al comparar dichas características (físicas y químicas) con la productividad de banano en la finca, se deduce que no ofrece limitante para la producción del cultivo de banano, aunque si pudiera estar influenciada por la baja cantidad de materia orgánica en los suelos de la finca.

6. Es evidente que por el uso intensivo de los suelos, hay un deterioro que seguramente se debe a que los programas de fertilización que se usan no logran reponer exactamente todo lo que se extrae, razón por la cual se hace necesario trabajar una propuesta de mejoras en la nutrición del cultivo, tomando en cuenta la parte química del suelo, sustentada con investigación a futuro.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para conocer cuantitativamente la erosión y drenaje de suelos, es importante realizar investigaciones basadas en dichos parámetros en toda la finca, tomando en cuenta el mapa base y accionar según los resultados obtenidos en la investigación como mejora de las propiedades físicas.
2. Aunque el aumento de cobre en los suelos de finca Bellamar 05, no interfieren en la diferenciación de producción en la finca, se debe realizar investigaciones enfocadas a dicho elemento para disminuir riesgos a futuro.
3. Para mantener el equilibrio de bases (Ca/Mg), es conveniente que el personal técnico de nutrición proporcione adecuadamente los elementos fósforo, potasio, calcio y magnesio en el fertirriego, tomando como base el comportamiento de dichos elementos en los análisis químicos.
4. Para la deficiencia de materia orgánica de los suelos Finca Bellamar 05 propone realizar investigaciones utilizando como bases investigaciones de Castillo, Gómez, (2016) y personal técnico de finca Bellamar 05 (2022):
 - Ácidos húmicos granulados con concentraciones del 70% aplicando de 40 a 80 kg/ha/año, distribuidos de tres a siete kg/ha/mes de forma manual al voleo en los suelos de la finca, aplicando un día después del paquete tecnológico mensual.
 - Leguminosas utilizando 50kg/ha/año (cuatro kg/ha/mes) de “Gandul” *Cajanus caja*, dentro del cultivo de banano esparcidos manual al voleo, realizando evaluaciones de análisis biológicos dos veces al año, hasta crear un aumento en la materia orgánica.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alakukku, L., Weisskopf, P., Chamen, W., Tijink, J., Van der linden, J., Pires, C., y Spoor G., (2003). *Prevention strategies for field traffic-induced subsoil compaction*. Recuperado el 05 de noviembre del 2021 en <https://www.redalyc.org/pdf/932/93215937011.pdf>
- Alvarado, L., Leiva, M., Acosta, M., Cruz, M., Portal, N., Gómez, R., García, L., y Bermúdez, I., (2003). *Early evaluation of black leaf streak resistance by using mycelial suspensions of Mycosphaerella fijiensis*. Recuperado el 15 de septiembre del 2020 en https://www.researchgate.net/publication/277077868_Early_evaluation_of_black_leaf_streak_resistance_by_using_mycelial_suspensions_of_Mycosphaerella_fijiensis/link/5561418d08ae6f4dcc93c44a/download
- Anónimo. (2016). *Guía para textura del suelo al tacto*. Recuperado el 05 de septiembre del 2020 en <https://suelosandinos.files.wordpress.com/2016/03/textura-de-suelos-al-tacto.pdf>
- Auberte. B. (1971). *Acción de clima y su comportamiento en las zonas tropicales y subtropicales*. Colombia. Revista Fruits. 26, (3), 175 - 1971. En https://www.musalit.org/viewPdf.php%3Ffile%3DIN030605_spa.pdf%26id%3D14235+&cd=12&hl=es-419&ct=clnk&gl=gt
- Botero, P.; Benavides, S.; Elbersen, G. (1975). *Metodología para levantamiento edafológico*. Colombia. Revista CIAF. 1, (2), 21. En <https://C:/Users/marie/OneDrive/Documents/DOCUMENTOS%20GENERAL ES%20EPS%20-%20copia/levantamiento%20de%20suelos%204.pdf>
- Bourne, A. y Solano, V. (2004). *Opciones tecnológicas para la producción de plátano (Musa AAB)*. Costa Rica. Revista Ministerio de Agricultura y Ganadería. 12 (1), 15 - 20 En <https://www.redalyc.org/pdf/436/43617800007.pdf>
- Cadena, R. (2005). *Efecto de abonos orgánicos fermentados en banano (Musa acuminata) variedad "Gran enano" en la región de Alto Beni*. (Tesis de

Ingeniería. Carrera de Agronomía). Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. Bolivia. En <https://docplayer.es/207883126-Tesis-de-grado-efecto-de-abonos-organicos-fermentados-en-banano-musa-acuminata-cv-gran-enano-en-la-region-de-alto-beni-indice-general-indice-de-cua.html>

Champion, J. (1962). *El plátano*. Recuperado el 13 de septiembre del 2020 en <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf02c512m.pdf>

Cifuentes, E., (2007). *Lineamientos de Manejo para el Uso de la Tierra, del Centro Experimental ICTA, Cuyuta, Masagua*. (Tesis de Ingeniería. Carrera de Agronomía). Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. Guatemala. En http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_0230.pdf

Contreras, M. (1997). *Identificación y caracterización de 16 clones de plátano en Tabasco*. México. Revista INFOMUSA. 10, (1), 10 - 15. En <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-de-geografia-agricola/articulo/identificacion-y-caracterizacion-de-16-clones-de-platano-en-tabasco>

Cortez, A. . (s.f.). *Reglamento para la ejecución de levantamiento de suelos*. Recuperado el 09 de agosto del 2020 en <https://C:/Users/marie/OneDrive/Documents/DOCUMENTOS%20GENERAL ES%20EPS%20-%20copia/reglam-levantamiento suelos.pdf>

Esquipulas, E. (2017). *Clasificación y mapeo de suelos con fines de producción de caña de azúcar (Saccharum officinarum) en finca Melimar, Santo Domingo*. (Tesis de Ingeniería. Carrera de Agronomía). Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario del Sur Occidente, Mazatenango, Suchitepequez. Guatemala. En <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8204/1/Investigaci%C3%B3n%20Inferencial.pdf>

Estrada, L. (2012). *Evaluación de productos orgánicos para el control de Frankliniella parvula Hood. Thripidae "trips" en Musa sapientum var. champa*

- Baker Musaceae "banano manzanita", en San Francisco Zapotitlán.* (Tesis de Ingeniería. Carrera de Agronomía). Universidad San Carlos de Guatemala. Centro Universitario del Sur Occidente, Mazatenango, Suchitepéquez. Guatemala. En http://www.repositorio.usac.edu.gt/12759/1/EPS_Tatiana%20Joyce%20Mar%C3%ADa%20Estrada%20Ort%C3%ADz.pdf
- Gauggel, C., Sierra, F., y Arévalo, A. (2005). *The problems of banana root deterioration and its impact on production: Latin America's experience.* Costa Rica. Revista de agricultura y ciencia de Zamorano. 1, (8), 13 - 22. En <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20053211574>
- Gia, E., (2014). *Formas de herculizado en el cultivo de banano en provincia El Oro.* (Trabajo de titulación de Ingeniería. Carrera de Agronomía). Universidad Técnica de Machal. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de Ingeniería Agronómica. Ecuador. En http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/1068/7/CD320_TESIS.pdf
- Gonzales, J. (2020). *Tabla Munsell para suelos subtrópicos 7.5 YR HUE.* Recuperado el 25 de agosto del 2020 en <https://www.ttamayo.com/2020/01/la-teoria-del-color-munsell-para-pintar-tonos-de-piel/>
- Grupo HAME. (2020). *Plantación de banano.* Recuperado el 01 de septiembre del 2020 en <https://grupohame.com/banano/>
- Haifa. (2020.). *Demanda de nutrientes para BANANA.* Recuperado el 05 de septiembre del 2020 en <https://www.haifa-group.com/es/recomendaciones-nutricionales-para-banano>
- Holguin, A. (1995). *El cultivo del banano.* Recuperado el 02 de octubre del 2020 en http://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/user_upload/online_library/publications/pdfs/1242.pdf

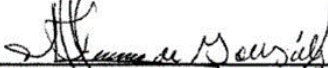
- IARNA. (2018). *Mapas*. Recuperado el 05 de septiembre del año 2020 en <http://www.infoiarna.org.gt/ecosistemas-de-guatemala/mapas/>
- Jaramillo, R. & Vásquez, A. (1990). *Manual de procedimientos para presentación y realización de estudios detallados de suelos y clasificación de tierras para el banano*. Costa Rica. Revista de Investigaciones, Asociación Bananera Nacional. 1, (1), 29. En <https://C:/Users/marie/OneDrive/Documents/DOCUMENTOS%20GENERALES%20EPS%20-%20copia/Jaramillo.pdf>
- León, J. (2000). *Botánica de los cultivos tropicales*. Costa Rica. Revista IICA. 1, (3), 42. En <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/7228/1/BVE18040317e.pdf>
- López, M. y Espinosa, M. (1995). *Manual de nutrición y fertilización del banano. Ecuador*. Revista Instituto de la Potasa y Fosfato. 17, (17), 82. En <https://C:/Users/marie/OneDrive/Documents/DOCUMENTOS%20GENERALES%20EPS%20-%20copia/Jaramillo.pdf>
- Morales, A. (2015). *Mapping GIS*. Recuperado el 02 de septiembre del 2015 en <http://mappinggis.com/2012/04/tutoriales-dearcgis-10-en-pdf/>
- Niborski, M., (1997). *Nociones de Cartografía, caracterización e interpretación de suelos*. España. Revista Levantamiento de mapa. 10, (19), 3-7. En <https://es.slideshare.net/UNLU2008/cartografia-2099972>
- Rodas, L., y Godoy, N. (2003). *Efecto de las prácticas culturales sostenibles en el manejo de malezas del cultivo de banano (Musa AAA)*. Recuperado el 23 de septiembre del 2020 en <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/reduccion-impacto-por-eventos-climaticos/Informe-final-Banano.pdf>
- Rosales, J. (2005). *Evaluación de cuatro fuentes y tres dosis de potasio en el cultivo de banano (Musa sapientum L.) en finca Parijuyu, La Gomera, Escuintla*. (Tesis de Ingeniería. Carrera de Agronomía.). Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro Universitario del Sur Occidente. Guatemala. En <https://biblos.usac.edu.gt/library/index.php/Especial:GSMSearchPage>

- Rosero, A. (1987). *Banano y Plátano. Colombia*. Revista AUGURA-BANANO. 1, (1), 68. En http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/01/01_1485.pdf
- Rossiter, D. (2000). *Metodologías para el Levantamiento del Recurso Suelo*. Holanda. Revista Institute for Geo-information Science & Earth Observation ITC. 1, (2), 2 - 139. En http://www.css.cornell.edu/faculty/dgr2/_static/files/pdf/SSM_LectureNotes2_E.pdf
- Sánchez, J. y Mira, J. (2013). *Principios para la nutrición el cultivo de banano*. Colombia. Revista Cenibanano y Augura. 1, (1), 18 - 52. En <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/75421/Efecto%20de%20la%20fertilizaci%C3%B3n%20con%20calcio%20en%20la%20fruta%20de%20banano%20%28Musa%20AAA%20cv.%20Gal%29%20para%20el%20control%20de%20la%20mancha%20de%20madurez..pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Simmonds, N. (1970). *Notes on Banana Taxonomy*. Recuperado el 06 de agosto del 2020 en <http://www.jstor.org/stable/4114778>
- Soria, R., (2015). *Contribución al proceso productivo del área de Bovinos de la granja experimental del Centro Universitario del Norte en Alta Verapaz*. (Tesis de Ingeniería. Carrera de Agronomía). Universidad San Carlos de Guatemala. Centro Universitario del Norte, Cobán, Alta Verapaz. Guatemala. En http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/17/17_0519.pdf
- Soto, M. (1992). *Cultivo y Comercialización de Bananos*. Costa Rica. Revista LIL. 1, (2), 674. En <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v64n2/v64n2a03.pdf>
- Tobias, H. (2006). *Guía para la descripción de suelos*. Guatemala. Revista Área Tecnológica. 2, (1), 40 - 50. En <https://es.scribd.com/document/400426522/Guia-Descripcion-Suelos-Hugo-Tobias-pdf>
- Torres, S. (2012.). *Guía práctica para el manejo de banano orgánico en el valle del Chira*. Recuperado el 09 de octubre del 2020 en

<https://docplayer.es/36778738-Guia-practica-para-el-manejo-de-banano-organico-en-el-valle-del-chira.html>

Trópicos. (2020). *Trópicos*. Recuperado el 05 de octubre de 2021 en <https://www.tropicos.org/name/21500456>. Estados Unidos: Missouri Botanical Garden.

Vo. Bo.


Lcda. Ana Teresa de González.
Bibliotecaria CUNSUROC.



IX. ANEXOS

Clave para textura del suelo al tacto

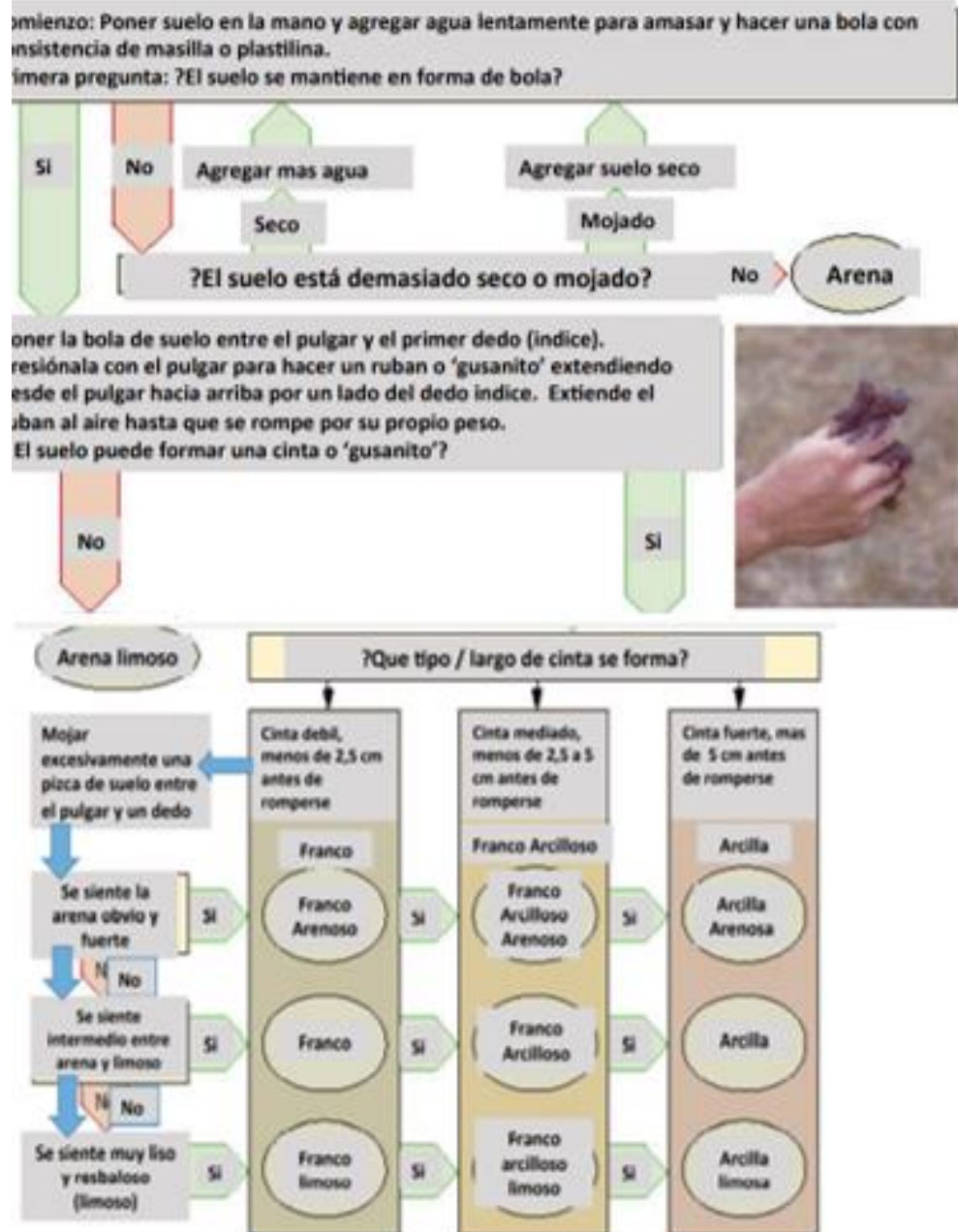


Figura 9: Clave para la determinación de textura al tacto

Fuente: Anónimo, (2016)

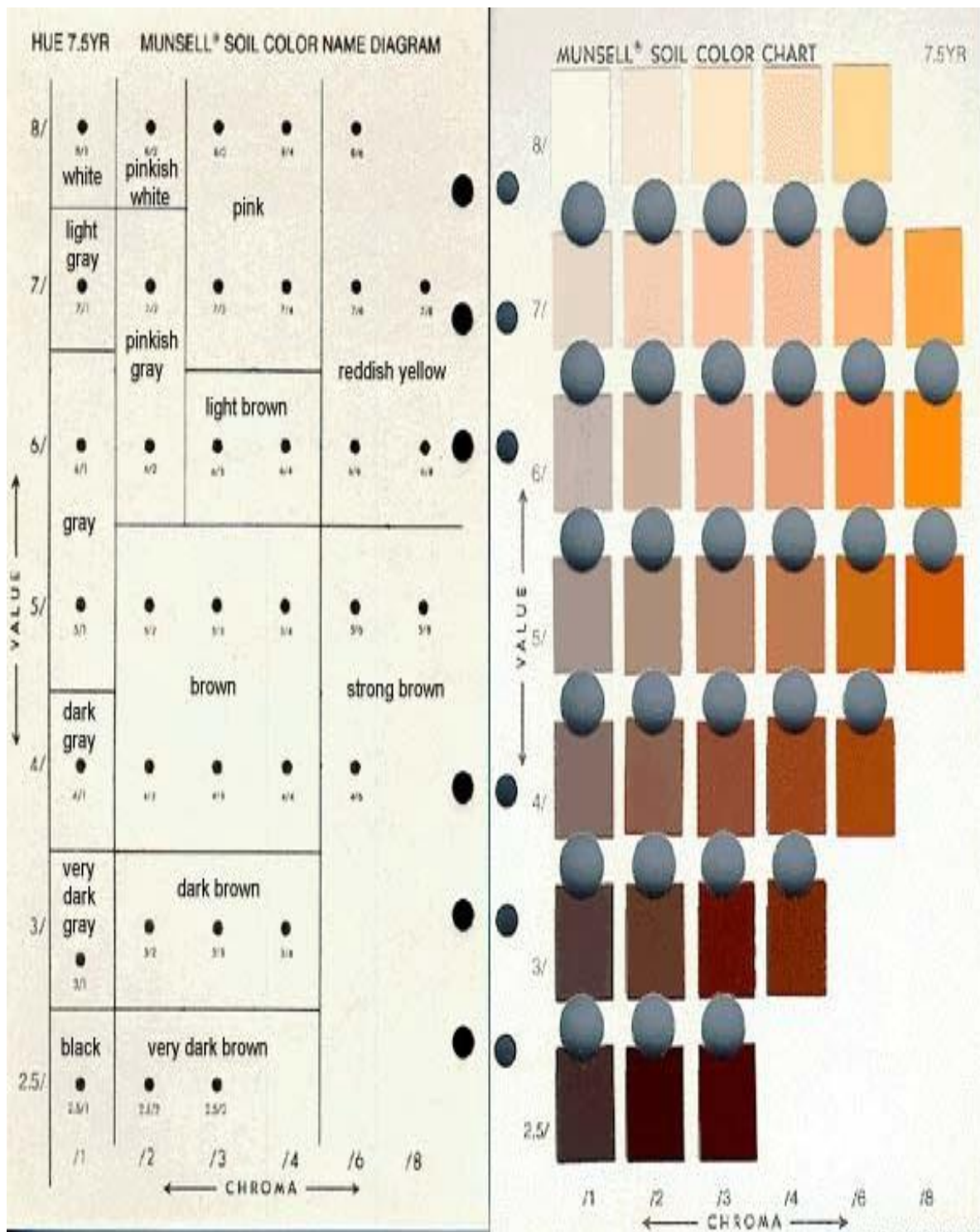


Figura 10: Escala "Munsell" de suelos subtropicales y tropicales 7.5 YR

Fuente: Gonzales, J. (2020)



Figura 11: Apertura de calicata medía en finca Bellamar 05



Figura 12: Diferenciación de horizontes en calicata alta en finca Bellamar 05



Figura 13: Toma de color de suelo de la calicata baja en finca Bellamar 05



Figura 14: Muestra de la calicata media del horizonte cero de la finca Bellamar 05

Licenciado
Luis Carlos Muñoz López
Director en funciones
Centro Universitario de Suroccidente.
Universidad de San Carlos de Guatemala.
Su despacho.

Licenciado Muñoz López:

Con fundamento el normativo de Trabajos de Graduación de la Carrera de Agronomía Tropical, me permito hacer de su conocimiento que la estudiante **T.P.A. María del Pilar Tezó Monterroso**, quien se identifica con número de carné **201540923**, ha concluido su trabajo de graduación titulado: **“Caracterización de suelos del cultivo de Musa x paradisiaca L. Musaceae “banano” en finca Bellamar 05, municipio de Tiquisate, Escuintla, Guatemala.”** el cuál fue asesorado por el Ing Agr. MSc. **Carlos Antonio Barrera Arenales**, lo que se evidencia con el informe correspondiente y revisado por el suscrito.

Como coordinador de la carrera de Agronomía Tropical, hago constar que la estudiante T.P.A. Tezó Monterroso, ha cumplido con lo normado, razón por la que someto a su consideración el documento adjunto, para que continúe con el trámite correspondiente.

Auguro muchos éxitos en sus laborales académicas y le reitero las muestras de mi consideración y estima.

Deferentemente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS



Ing. Agr. Luis Alfredo Tobar Piril
Coordinador Carrera



Mazatenango, Suchitepéquez, febrero de 2022

Ing. Agr. Luis Alfredo Tobar Piril
Coordinador Carrera de Agronomía Tropical
Centro Universitario del Suroccidente
Universidad de San Carlos de Guatemala

Respetable Ingeniero Tobar:

Por este medio me dirijo a usted, deseando que se encuentre gozando de buena salud. El motivo de la presente es para informar que luego de haber asesorado y revisado el Trabajo de Graduación titulado **“Caracterización de suelos del cultivo Musa x paradisiaca L. Musaceae “banano” en finca Bellamar 05, municipio de Tiquisate, Escuintla, Guatemala”**. Presentado por la estudiante María del Pilar Tezó Monterroso quien se identifica con número de carné 201540923 de la carrera de Agronomía Tropical, y de conformidad con lo establecido en el reglamento de Trabajo de Graduación, doy visto bueno y aprobación, para que la estudiante pueda continuar con el trámite correspondiente.

Agradeciendo de antemano la atención prestada a la presente y sin otro particular me suscribo.

Atentamente,



Ing. Agr. MSc. Carlos Barrera Arenales
Supervisor-Asesor

CUNSUROC/USAC-I-06-2022

DIRECCION DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, trece de marzo de dos mil veintidós_____

Encontrándose agregados al expediente los dictámenes del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO: “CARACTERIZACIÓN DE SUELOS DEL CULTIVO *Musa x paradisiaca* L. *Musaceae* “banano” EN FINCA BELLAMAR 05, MUNICIPIO DE TIQUISATE, ESCUINTLA GUATEMALA”, de la estudiante: TPA. María del Pilar Tezó Monterroso, carné 201540923 CUI: 3445 68776 1001 de la carrera Ingeniería en Agronomía Tropical.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

M.A. Luis Carlos Muñoz López
Director



/gris