

Estudio exploratorio de los suelos asociados al crecimiento de ciruela del pacifico (*Spondias dulcis*) en la vereda Zacarías corregimiento No. 8 Buenaventura D.E Valle del Cauca

Eliana Jiménez Tovar

Trabajo de grado para optar por el título de
Agrónomo

Directora

Sandra Yamile Pulido PhD

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD
Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuaria y del medio Ambiente ECAPMA

Programa de Agronomía

CEAD Palmira

2020

Nota de Aceptación:

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Palmira agosto de 2020

Dedicatoria

A Dios Todopoderoso por haberme dado, preservándome la vida y permitiendo todo lo que soy.

A Él toda la honra, el honor y la gloria.

A mis padres por cumplir con la tarea que Dios les encomendó

A mis hermanos por su apoyo incondicional

A toda mi familia, amigos y demás personas que contribuyeron para hacer posible este logro.

Agradecimientos

La autora expresa sus más sinceros agradecimientos:

- *Al rector de la Universidad Nacional abierta y a distancia y demás miembros del equipo que lideraron este proceso.*
- *A los docentes que me orientaron en cada uno de los cursos del programa Agronomía.*
- *Nuestros compañeros, quienes contribuyeron significativamente para hacer posible este logro.*
- *A la Doctora Sandra Yamile Pulido quien con sus conocimientos y compromiso me orientó en la culminación de este proyecto.*
- *Al rector, compañeros docentes, estudiantes y demás miembros de la comunidad educativa de la Universidad Nacional abierta y a distancia.*

Tabla de Contenido

Lista de Figuras.....	VII
Lista de Tablas.....	VIII
Lista de Anexos.....	IX
Resumen	X
Introducción	XII
Planteamiento del problema.....	1
Formulación del problema	1
Objetivos.....	2
Objetivo general	2
Objetivos específicos	2
Marco conceptual y teórico	3
Generalidades de la región del pacifico.....	3
Los suelos del pacifico colombiano.....	3
Suelos, importancia, fertilidad, caracterización y sus propiedades.....	5
Caracterización de los suelos.....	6
Análisis de los suelos.	6
Importancia para la Seguridad alimentaria	12
Actividades económicas y agrícolas de la población de la región	13
Huertos caseros o habitacionales, especies promisorias y suelos.....	14
Metodología Investigación Acción Participativa (IAP)	19
Metodología	21
Localización.....	21
Evaluación de condiciones de los suelos asociados al crecimiento de la ciruela del pacífico	21
Levantamiento de información secundaria.....	21
Socialización del proyecto.....	22
Identificación de las condiciones de los suelos asociados al crecimiento de <i>Spondias dulcis</i>	22
Diagnostico de la fertilidad de los suelos asociados al crecimiento de la ciruela del pacífico	23
Procedimiento para la toma de muestras de suelo.....	23
Análisis de datos	26
Socialización de los resultados obtenidos del estudio.....	26
Resultados y discusión.....	27
Evaluación de condiciones de los suelos asociados al crecimiento de la ciruela del pacífico	27

Levantamiento de información secundaria	27
Socialización del proyecto	27
Identificación de las condiciones de los suelos asociados al crecimiento de <i>Spondias dulcis</i>	28
Diagnostico de la fertilidad de los suelos asociados al crecimiento de la ciruela del pacífico	30
Textura	30
Evaluación de las características químicas de los suelos asociados al crecimiento de la ciruela del pacífico	32
Reacción del Suelo (pH)	32
Porcentaje de materia orgánica	34
Elementos secundarios	39
Elementos menores	42
Elementos especiales	45
Conclusiones	47
Recomendaciones	48
Referencias bibliográficas	49
Anexos	57

Lista de Figuras.

Figura 1 Socialización del proyecto en la vereda Zacarías, Corregimiento No. 8	22
Figura 2 Árbol de Spondias dulcis	24
Figura 3 Toma de muestras de suelo.....	25
Figura 4 Empacado e identificación de las muestras de suelo	26
Figura 5 Sitios de estudio identificados vereda Zacarías, corregimiento No. 8	27
Figura 6 Vendedora de Spondias dulcis	30
Figura 7 Reacción del suelo (pH)	33
Figura 8 Porcentaje de materia orgánica	35
Figura 9 Elementos mayores	36
Figura 10 Elementos secundarios	40
Figura 11 Elementos menores	43
Figura 12 Elementos menores Hierro	43

Lista de Tablas

Tabla 1 Clase textural de suelo.....	45
Tabla 2 Reacción del suelo al pH en los sitios muestreados.....	47
Tabla 3 Porcentaje de materia orgánica en los sitios muestreados.....	49
Tabla 4 Elementos mayores en los sitios muestreados.....	50
Tabla 5 Elementos secundarios en los sitios muestreados.....	54
Tabla 6 Elementos menores en los sitios muestreados.....	57

Lista de Anexos

Anexo 1 Análisis fisicoquímico del sitio 1	58
Anexo 2 Análisis fisicoquímico del sitio 2	59
Anexo 3 Análisis fisicoquímico del sitio 3	61

Resumen

Las comunidades asentadas en la región del pacífico trabajan una agricultura de subsistencia dentro de huertos caseros, un sistema agroforestal caracterizado por tener diferentes especies tanto agrícolas, forestales y frutales que pueden ser promisorios como la ciruela del pacífico (*Spondias dulcis*), se reporta poca información de los suelos asociados a su crecimiento. El objetivo de esta investigación fue realizar un estudio exploratorio de los suelos asociados al crecimiento del árbol frutal ciruela del pacífico (*Spondias dulcis*), se trabajaron tres huertos caseros ubicados en la vereda Zacarías del corregimiento No. 8 de Buenaventura, Valle del Cauca y en los cuales se encontraban árboles de ciruela del pacífico. Se realizó una metodología de investigación de acción participativa (IAP), se tomaron muestras de suelos para analizar propiedades químicas y físicas, a partir de los resultados se obtuvo un análisis fisicoquímico de diagnóstico de su fertilidad, que puede ser una base para establecer las recomendaciones sobre la fertilización de suelos asociados al crecimiento de *Spondias dulcis* de la zona de estudio.

Palabras clave: Ecosistema del pacífico, suelos del pacífico, huertos caseros, especies promisorias

ABSTRACT

The communities settled in the Pacific region work subsistence agriculture within home gardens, an agroforestry system characterized by having different agricultural, forest and fruit species that can be promising such as the Pacific plum (*Spondias dulcis*), little information is reported of the soils associated with its growth. The objective of this research was to carry out an exploratory study of the soils associated with the growth of the Pacific plum fruit tree (*Spondias dulcis*), three homemade orchards were located in the Zacarías village of corregimiento No. 8 of Buenaventura, Valle del Cauca and in the which were plum trees of the Pacific. A participatory action research (IAP) methodology was carried out, there were soil samples taken to analyze their chemical and physical properties, from the results a physicochemical analysis of their fertility diagnosis was obtained, which can be a basis for establishing the recommendations on soil fertilization associated with the growth of *Spondias dulcis* in the study area.

Keywords: Pacific ecosystem, food security, Pacific soil, home gardens, promising species.

Introducción

A través de la presente investigación se pretende realizar un estudio exploratorio de los suelos asociados al crecimiento de ciruela del pacífico (*Spondias dulcis*) en la vereda Zacarías corregimiento No 8 Buenaventura Departamento Valle del Cauca, teniendo en cuenta que el Pacífico colombiano se encuentra en la región conocida como Andén del pacífico, la cual ocupa una franja, desde Panamá hasta Ecuador entre el Océano Pacífico y los Andes, con una extensión de 1.300 kilómetros, constituye quizás el territorio más grande en Latinoamérica, es una región húmeda y selvática, habitada principalmente por población afro, que se dedican a la agricultura y principalmente a la extracción de otros recursos que ofrece la selva, las aguas y el subsuelo. (Malagón Castro, 2003).

Las comunidades asentadas en la región del pacífico, viven en condiciones de pobreza, inseguridad alimentaria y nutricional, es una región focalizada para realización de proyectos de protección y ayuda humanitaria por parte de la administración del Departamento, haciendo especial énfasis en zonas de difícil acceso. Los pobladores trabajan una agricultura de subsistencia dentro de huertos caseros, un sistema agroforestal caracterizado por tener diferentes especies tanto agrícolas, forestales y frutales promisorios que podrían tener un gran potencial económico para la zona, siendo que el término promisorio en un sentido amplio, se aplica a las especies de la fauna y flora silvestres, no utilizadas o poco usadas con potencialidades de aprovechamiento ambientalmente sostenible (Mosquera Y. , 2016).

La región pacífica goza de una posición geográfica privilegiada, por su gran biodiversidad en especies animales y vegetales dentro de las cuáles se encuentran y desarrollan

diferentes frutales promisorios como la ciruela del pacífico o mangostino *Spodias dulcis*, que hace parte de los árboles que crecen dentro de los huertos caseros. Una limitante para la producción agrícola en la zona son los suelos que se caracterizan por ser poco fértiles, debido a sus deficiencias nutricionales, principalmente de fósforo, por su toxicidad de aluminio y acidez (Agustín Codazzi, 2002)

Estudiar las características fisicoquímicas de los suelos asociados al crecimiento de este fruto, se puede generar una primera base para un plan de manejo y fertilización apropiada de suelos, que permita mejorar su producción, calidad y rendimiento, y posteriormente promoverlo como alternativa económica para los habitantes de la zona, contribuyendo a su seguridad alimentaria, además de fomentar el desarrollo económico, dentro de un posible plan estratégico que facilite la transformación de este producto, también, contribuir a la disminución de los efectos del cambio climático.

Este estudio se realizó en el municipio de Buenaventura Valle del Cauca, vereda Zacarías corregimiento No. 8. El objetivo principal fue realizar un estudio exploratorio de los suelos asociados al crecimiento del árbol frutal ciruela del pacífico (*Spondias dulcis*). Para alcanzarlo se analizaron sus propiedades químicas y físicas. Se desarrolló una metodología de Investigación Acción Participativa (IAP) donde se realizaron actividades de socialización del tema a desarrollar, además de prácticas directas en el campo.

El resultado del estudio fue un análisis fisicoquímico para diagnóstico de su fertilidad, que puede ser utilizado posteriormente para realizar una propuesta productiva que mejore la

producción de la ciruela del pacífico, este fue presentado y explicado a la comunidad con el fin de que se apropiaran y la utilizaran.

Planteamiento del problema

Buenaventura es una de las regiones más grandes del departamento del Valle, está constituida por un gran porcentaje de comunidad afrocolombiana, que presenta difíciles condiciones sociales y económicas que deterioran la calidad de vida, teniendo una fuerte afectación en la seguridad alimentaria.

Formulación del problema

Teniendo como base la formulación del problema resolver el siguiente interrogante:

De qué manera realizar un estudio exploratorio de los suelos asociados al crecimiento del árbol frutal ciruela del pacífico (*Spondias dulcis*) aporta beneficios para la comunidad implicada.

Objetivos

Objetivo general

- Explorar los suelos asociados al crecimiento del árbol frutal ciruela del pacífico (*Spondias dulcis*).

Objetivos específicos

- Evaluar el manejo de los suelos asociados al crecimiento de la ciruela del pacífico
- Diagnosticar la fertilidad de los suelos asociados al crecimiento de la ciruela del pacífico.
- Socializar los resultados obtenidos del estudio exploratorio en la vereda Zacarías del corregimiento No. 8 de Buenaventura, Valle del Cauca.

Marco conceptual y teórico

Generalidades de la región del pacífico

Es una región que hace parte del Choco Biogeográfico, abarca el territorio de la cordillera occidental hasta la costa, desde la frontera con Ecuador en el sur, hasta la frontera con Panamá en el norte, pertenece al occidente del país, ocupa una superficie de 116mil kilómetros cuadrados sobre la franja occidental de Colombia y recibe su nombre por limitar con el océano pacífico. Esta región está formada por rocas ígneas plutónicas y volcánicas del cretácico las cuales afloran como núcleos en la serranía del Darién y el Báudo. Lo cual constituye un aspecto importante en cuanto a suelos por su gran aporte en la composición mafica dominante comparada con otras regiones del país (Malagon Castro, 2003).

El Chocó Biogeográfico está integrado por los departamentos de Chocó, Valle del Cauca, Cauca y Nariño (179 municipios), los cuales se caracterizan por tener entornos similares; es decir, vegetación selvática y cuencas hidrográficas sobre valles amplios e inundables, y algunas veces pantanosos, donde sobresalen la Serranía de Baudó en el departamento de Chocó y la cordillera de los Andes en los departamentos de Cauca y Nariño (Diaz Merlano, 2007).

Los suelos del pacífico colombiano

La geología de la región Pacífica se caracteriza por estar conformada de rocas ígneas plutónicas, volcánicas, especialmente sedimentarias, en las cuales existe acumulación de

depósitos cuaternarios de origen marino, fluvio marino y fluvial, los cuales modelan las planicies en la actualidad. Por lo anterior se pueden identificar algunas características de los suelos como es el aporte mayor de rocas de composición máfica dominante (basaltos, diabasas, cuerpos ultra máficos, (Malagón Castro, 2003).

En esta región predominan los suelos de los órdenes Inceptisol y Entisol, se establece que el mineral dominante en la fracción arena de estos suelos es el cuarzo y en la fracción arcilla la caolinita; además, presentan bajos contenidos de materia orgánica y todos tienen pH muy ácido. El inceptisol y el entisol son un orden tomado de la clasificación de suelos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, en el cual se establece el grado de fertilidad o el grado de evolución del suelo. Lo anterior implica que en esta región los suelos también son de baja calidad para las labores agropecuaria (Jaramillo, 2002).

El pacífico colombiano se caracteriza por tener suelos con limitantes para la producción agrícola, esto se debe a la falta de nutrientes como el fósforo, a la toxicidad y acidez causada por el incremento de cationes metálicos encargados de reducir el crecimiento de las plantas, por falta de nutrientes y disminución de otros como el Ca, Mg, K y P (Casierra & Aguilar, 2018). A su vez estos suelos presentan arcillas poco reactivas que tienen baja capacidad de intercambio catiónico ocasionando la pérdida de nutrientes y por ende la disminución en la producción agrícola. (Rosas, Patiño, G., Puentes, Páramo, Y. J., & Menjiva, 2017).

Suelos, importancia, fertilidad, caracterización y sus propiedades

Mosquera Y. , 2016, define el suelo como un cuerpo natural compuesto de sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurre en la superficie de la tierra, se caracteriza por los horizontes o capas que varían del material inicial como resultado de los procesos y factores de formación porque es apto para soportar las plantas en un ambiente natural.

Igualmente, (Sanchez, 2020), define la importancia de la fertilidad del suelo, que está dada en la interacción de las características físicas, químicas y biológicas del mismo el cual está enmarcado en la capacidad de suministrar condiciones aptas que contribuyan al crecimiento y desarrollo de las plantas. Para el suministro se debe contar con ciertas especificaciones como son las condiciones óptimas para el asentamiento de las plantas, se debe tener en cuenta que estas no actúan independientemente, sino en armónica interrelación, que en conjunto determinan la fertilidad del suelo. Por mencionar un ejemplo se cuenta con suelo fértil, pero la temperatura extrema no permite obtener buenas cosechas, en ese sentido se tiene suelo fértil, no productivo.

La productividad del suelo es la capacidad que tiene el suelo para producir una planta específica (o una secuencia de plantas) bajo un sistema específico de manejo. Para que un suelo sea productivo es necesario que sea fértil, pero no es lo mismo decir que un suelo fértil es productivo (Foth, 1985).

Caracterización de los suelos.

Mosquera Y., en el 2016, define que caracterizar un suelo consiste en la descripción y cuantificación de las características del suelo, debe realizarse de la manera más detallada siempre teniendo en cuenta que sean factores medibles, solo así se podrá constituir propiedades, interacción de características y deducir cualidades; estos elementos pueden ser evaluados en el campo, mediante el estudio del perfil del suelo o en el laboratorio, con un análisis más detallado.

Igualmente, que existen diferentes diseños de manera que puedan realizarse los estudios con la rigurosidad que se ajuste a las necesidades y objetivos de ellos; lo anterior implica que hay notorias diferencias entre la información suministrada por los diferentes tipos de estudios de suelos, así como en sus aplicaciones.

Análisis de los suelos.

Físicamente permite conocer información necesaria sobre el comportamiento mecánico en la fase sólida, el cual está asociado a las propiedades químicas, permitiendo generar habilidades de producción de cosechas, que dependen de los nutrientes presentes en el suelo, están involucradas con las fases de formación y con el desarrollo del perfil a través del cual se estudian aspectos edáficos, pedología, taxonomía, fertilidad, drenajes, manejo, conservación y riegos entre otros.

Igualmente, que este tipo de análisis es realizado con la finalidad de establecer el estado nutricional del suelo, su patogénesis, taxonomía y determina la calidad de información con herramienta fundamental en la toma de decisiones para mejorar los suelos.

Moreno, D. L. C. (2006), indica que el diagnóstico de la fertilidad de los suelos para fines productivos debe ser un ejercicio integral y tener en cuenta que los componentes del suelo interactúan en un sistema complejo, que debe estar en armonía con su medio físico. Para ello se deben considerar todas las características físicas, químicas y biológicas del suelo.

López Díaz & Estrada Medina en el 2015, definen el suelo como un sistema en constante cambio, está compuesto de tres fases (sólida, líquida y gaseosa), para mantener un equilibrio y desarrollo en las plantas, existe una interacción entre sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Aunque puedan estudiarse aisladamente todas se relacionan e influyen en el crecimiento de la planta, por lo cual es, si se presenta degradación en alguna propiedad del suelo puede afectar a las otras, influyendo en el rendimiento de los cultivos.

Además, que desde el punto de vista agrícola es importante discutir y definir los valores típicos en los suelos partiendo de sus principales propiedades físicas, químicas para un buen manejo del suelo y así evitar su degradación definiendo que las propiedades físicas se relacionan con el movimiento del aire, calor, agua, raíces y nutrientes, además se pueden observarse y/o medirse sin alterar químicamente la composición del suelo y que las propiedades químicas describen como se comportan los elementos, sustancias y componentes que pueden observarse y/o medirse a partir de cambios químicos que ocurren en el suelo.

Dentro de las propiedades físicas y químicas del suelo, podemos encontrar las siguientes:

Propiedades físicas:

Textura: se relacionan con la distribución proporcional de las partículas del suelo y comprende las arenas (0.05–2 mm), limos (0.002-0.05 mm) y arcillas (< 0.002 mm) (Huertas C, 2010).

Un suelo presenta mayor cantidad de arenas es un suelo de textura gruesa o suelo grueso, un suelo con mayor cantidad de arcillas es un suelo de textura fina o un suelo fino, el suelo ideal es el que tiene una textura franca (40% de arenas, 40% de limos y 20% de arcillas).

- **Estructura:** forma en que cada una de las partículas del suelo se asocian para formar agregados o terrones (granos, bloques, prismáticos, columnares o laminares), poseen diferente tamaño y estabilidad, afecta directamente la aireación, el movimiento del agua, crecimiento de raíz y la resistencia a la erosión, cuando los agregados miden entre 2 y 5 mm están asociados con una mejor calidad del suelo; (León M, 2000); (USDA, 2008)
- **Densidad:** peso por volumen de suelo, relacionada con la porosidad. Se dividen en densidad aparente definida como la cantidad de masa de sólido que existe por unidad de volumen total de suelo (Flores & Alcalá, 2010); se utiliza para estimar compactación, porosidad total, micro y macro porosidad y humedad a saturación y la densidad real que es la masa de los sólidos por unidad de volumen es un indicador de la mineralogía del suelo y del contenido de materia orgánica.
- **Porosidad:** porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos y puede conocerse mediante la densidad aparente y la densidad real. Se pueden distinguir macroporos (> 250 μm) no retienen agua contra la fuerza de la gravedad, son responsables del drenaje,

aireación del suelo en este espacio se desarrollan las raíces; y microporos ($< 250 \mu\text{m}$) los cuales retienen agua parte de la cual es disponible para las plantas (FAO , FIDA, UNICEF, WFP, & OMS, 2019).

- **Color:** suelos oscuros asociados con contenido de materia orgánica alto, retención de humedad bajo y alta temperatura, la cual influye en el desarrollo de las plantas, actividades químicas y biológicas, regula el movimiento del aire en el suelo (Lopez Diaz & Estrada Medina, 2015)
- **Profundidad:** infiere el volumen de suelo necesario que las raíces de las plantas tienen para anclarse, obtener agua y nutrientes, suelos poco profundos ($< 25 \text{ cm}$) se consideran poco aptos para la agricultura (Lopez Diaz & Estrada Medina, 2015)

Propiedades químicas:

- **El pH:** indica alcalinidad o acidez de los suelos, con este se determina el grado de absorción de iones H^+ , indicador principal en la disponibilidad, movilidad, solubilidad y absorción de nutrientes para las plantas (F.A.O., 2015) su valor oscila entre 3.5 a 9.5, muy ácido a muy alcalino respectivamente, los organismos del suelo inhiben su actividad en suelos muy ácidos; el valor del pH ideal para los cultivos agrícolas se encuentra en 6.5.
- **La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC):** los minerales (arcillas e hidróxidos) y componentes orgánicos (materia orgánica) del suelo contienen cierta

cantidad de cargas negativas presentes en su superficie, que retienen cationes tales como (Ca^{++} , K^+ , Na^+ , etc.) (F.A.O., 2015), disponibles para la nutrición de las plantas. Se mide en centimoles de carga por kg de suelo (cmol/kg) o miliequivalentes de carga por 100 g de suelo (meq/100g de suelo). Los suelos arenosos y/o pobres en materia orgánica suelen tener baja CIC. El valor adecuado de la CIC está entre 15 y 25 cmol/kg o meq/100g de suelo). (F.A.O., 2015)

- **La Conductibilidad Eléctrica (CE):** corriente eléctrica capaz de transportarse en una solución acuosa y es directamente proporcional al contenido de sales disueltas o ionizadas contenidas en la solución. Es un indicador de salinidad, se expresa en unidades de miliSiemens por metro (mS/m) o en deciSiemens por metro (dS/m), que equivalen al valor de mS/m dividido por 100 (Lopez Diaz & Estrada Medina, 2015).
- **La materia orgánica (MO):** Es también llamada carbono orgánico, principal indicador de calidad del suelo, responsable de numerosas propiedades que tienen que ver con la relación suelo – planta – atmósfera, este carbono orgánico del suelo es tres veces mayor que el de las plantas y dos veces que el encontrado en la atmósfera, esto es importante porque representa una gran reserva de carbono, por lo tanto el buen manejo de suelo que ayuden a su incremento, como parte global del ciclo del carbono puede contribuir a mitigar el efecto de invernadero (Leyva & Rodriguez, 2013)
- La materia orgánica proviene de residuos vegetales y animales, se distinguen dos fracciones la lábil de fácil digestión para los microorganismos y permanece poco

tiempo en el suelo y la fracción recalcitrante o humus, el cual es estable y está compuesta de ácidos húmicos, fúlvicos y huminas); permanecen el suelo por un periodo largo, los procesos donde interviene el humus son: regulación del pH, disminución de la lixiviación de nutrientes, aumento en la retención del agua, se calcula a partir del contenido de carbono orgánico de la muestra multiplicada por 1.724, los suelos agrícolas por lo general es menor a 2% (Lopez Diaz & Estrada Medina, 2015).

- **Los nutrientes en el suelo:** sustancias químicas que permiten el desarrollo y crecimiento de las plantas, si no son suficientes están no se desarrollan y se vuelven susceptibles a enfermedades o ataques de insectos. Estos nutrientes se clasifican en macronutrientes que los requieren en grandes cantidades y (N, P, K, S, Mg y Ca) y micronutrientes los requieren en muy pequeñas cantidades (Zn, Fe, Mn, Cl, Cu, B y Mo)). Elementos como el Cu son requeridos por los cultivos en cantidades entre 4 a 6 $\mu\text{g/g}$, si se sobrepasa su concentración alrededor de 20 $\mu\text{g/g}$, puede presentarse toxicidad en especies con baja, el Al puede ser tóxico o puede evitar la toma de otros elementos como el Ca y P, para la planta (Lopez Diaz & Estrada Medina, 2015).

Importancia para la Seguridad alimentaria

Organizaciones como la FAO, FIDA, UNICEF, EFP & OMS en el 2019, dentro de los objetivos de desarrollo sostenible tienen la erradicación del hambre y la malnutrición en el mundo, por tal razón se han realizado informes anuales a través de la FAO, el FIDA y el PMA , incluyendo el seguimiento realizado a procesos que conllevan a erradicar el hambre en el mundo, señalando que la seguridad alimentaria se trata de asegurar el acceso de todas las personas a una alimentación sana, nutritiva y suficiente durante todo el año.

Estas mismas organizaciones dicen que la inseguridad alimentaria desempeña un rol importante como factor determinante de las diferentes formas de malnutrición en todos países estudiados, la subalimentación es uno de los indicadores fundamentales para el seguimiento del hambre a nivel mundial y regional lo que se clasifica en 2 niveles de inseguridad, moderada y grave, por lo que se puede definir que la seguridad alimentaria es el acceso suficiente a los alimentos tanto en términos de calidad como de cantidad.

Igualmente se refieren a la seguridad alimentaria como el acceso seguro de alimentación de todas las personas de una región particular. Sin embargo, se ha discutido mucho a lo que se refiere a seguridad como tal, ya que existen muchos factores que podrían influir en ella, realmente no se puede asegurar completamente que se tendrá acceso a la alimentación en todos los casos.

Muchos países y las regiones propenden por tener un acercamiento a la seguridad alimentaria de su comunidad. Siendo que se pretende tener la disponibilidad suficiente y estable de alimentos bajo condiciones que permitan su adecuada utilización biológica, para llevar una vida saludable y activa.

Actividades económicas y agrícolas de la población de la región

En el Municipio de Buenaventura, zona importante del Pacífico colombiano se encuentra ubicada la vereda Zacarías, conformada por población afrocolombiana, de estrato 1, con un alto porcentaje de madres cabeza de hogar, comunidad cuya población posee territorios de titulación colectiva, con bajos niveles de productividad. Las actividades económicas realizadas por los pobladores van orientadas al turismo en días festivos, la agricultura y la extracción artesanal de material del Río Dagua, constituyéndose en las principales fuentes de ingresos de la población. (Consejo Comunitario , s.f)

(CIER , 2014), describe que dentro de los cuatro departamentos que se compone la región pacífica podemos mencionar que esta región se destaca por varias actividades económicas como lo son la agricultura, la pesca, la ganadería y la minería estas actividades realizan un aporte del 14,7% al producto interno bruto (PIB) del país, además de tener una infraestructura portuaria, la biodiversidad, recursos hídricos y reservas forestales. Siendo importante mencionar las siguientes actividades:

La pesca: Es una de las principales actividades económicas de la región ya que representa en gran parte el sustento de muchos habitantes de la zona como ingresos económicos

Agricultura: los suelos de esta región son de condición baja en fertilidad por la excesiva acidez en que se encuentran y la alta pluviosidad. Sin embargo, subsisten plantaciones de cultivos tropicales.

La minería: Es una actividad artesanal que suele ser utilizada por familias, incluyendo menores de edad. Pero también están involucradas empresas multinacionales interesadas en la extracción metales, además de la explotación de oro que se ha desarrollado de la época colonial a lo largo del litoral pacífico colombiano.

Ganadería: En los extremos norte y sur de la región Pacífica hay potreros y cría de ganado. Por sus condiciones particulares, la ganadería en las tierras bajas no es muy común. La mayor cría de ganado vacuno en esa área se encuentra cerca de los asentamientos costeros en las playas.

Huertos caseros o habitacionales, especies promisorias y suelos

Salcedo, S., & Guzmán, L. 2014, definen los huertos caseros como subsistemas de producción rural generalmente con menos de una, formada por un conjunto de plantas perennes, ubicadas dentro de un espacio en el hogar generalmente rodeado de frutales, plantas ornamentales, medicinales entre otras. Donde la familia complementa su sostenimiento con diferentes actividades económicas

Igualmente, estos autores reportan que los huertos caseros o habitacionales representan un sistema agroforestal utilizado en zonas tropicales, recursos que contemplan un carácter ancestral. Son huertos de carácter extensivo se cultivan en pequeñas áreas cercanas a la vivienda o al interior de la misma, cada una de ellas cuentan con un gran potencial para la conservación de la biodiversidad local y regional, particularmente de algunas especies nativas de la zona, para auto sostenimiento, además ofrecen beneficios para la biodiversidad por el no uso de agro insumos de síntesis química asegurando una producción de productos orgánicos.

También resaltan como el agricultor a través de estos aporta al sostenimiento familiar, como estrategia de diversificación y obtención de ingresos familiares, ofreciendo la oportunidad de aprovechar los espacios reducidos, cuidando la biodiversidad, brindando alimentos de mayor calidad biológica y como se orientan en un ámbito de producción de corto y mediano alcance, como lo son frutales, granos, planta medicinal y hortalizas, teniendo en cuenta el espacio y los recursos disponibles de la zona, siendo que puede ser en cemento, artesanal, de madera, macetas o de diversos tipos de materiales que faciliten dicho propósito.

Además, recomiendan para el establecimiento del huerto seleccionar el terreno o espacio a utilizar cuyo tamaño debe de ser acorde para suplir la demanda del hogar, para luego proceder a limpiar el espacio a utilizar y así preparar el terreno para la respectiva siembra.

Dentro de estos sistemas de producción se encuentran especies promisorias silvestres, este término según Suárez (2010) se refiere principalmente a algo prometedor o que es potencial para

algún fin, que es poco conocida a nivel local o global, pero con una serie de potencialidades en los distintos campos como lo es lo económico para un país o región, contando con información básica que puede ser derivada de los diferentes conocimientos empíricos provenientes de las comunidades tradicionales en este caso la afro descendiente o investigaciones realizadas ya que no se encuentran domesticada por el hombre.

En los huertos caseros se encuentra entre otros frutales, la *Spondias dulcis*, especie promisoría silvestres que pertenece a la familia Anacardiaceae, fruta nativa de la Polinesia, desde donde fue introducida a todos los países tropicales de América del Sur, posee un físico y sabor exótico resulta muy atractiva comercialmente, es llamada comúnmente ambarella en Estados Unidos, taperiba en Perú, ciruela del Pacífico y manzana de oro en Colombia y Ecuador, jobo indio o mango de jobo en Venezuela, caja-manga en Brasil y Yuplón en Costa Rica (Maldonado Salazar, Quiñones Quiñones, Vásquez, & Miranda, 2005)

Según Alburqueque en 2015, indica que el Mango ciruelo o Taperiba (*Spondias cytherea soon*), tiene como sinónimos a *Spondias dulcis Forsty* y *Spondias dulcis Parkinson*. Este fruto se puede encontrar hasta los 700 m.s.n.m. en los trópicos, como también el origen de este fruto estaría en las Islas de la sociedad del Sur del Pacífico (Oceanía); llegando posiblemente a América (Jamaica) entre los años 1782 al 1792. De allí fue llevado a toda América, donde. Se desarrolla y crece en casi todos los países tropicales.

Maldonado Salazar, *et al.*, en el 2005, reporta que en Colombia *Spondias dulcis Forst*, es llamada manzana de oro, ciruelo del pacífico o yuplón, se encuentran en las zonas costeras del

pacífico a una altura sobre el nivel del mar de 1700, no se tienen cifras de cantidad de áreas sembradas, como tampoco de la producción y su transformación, los nativos de la zona lo consumen en fresco, les agrada su sabor agridulce. Su comercialización la realizan en pequeña escala, con frutos que inician su madurez o totalmente maduros.

Los estudios realizados están enfocados en industrialización, debido a su composición, es una fruta rica en diversas vitaminas que son necesarias para nuestro organismo lo que da un punto a favor sobre la importancia de la misma, la pulpa se ha utilizado en la fabricación de mermeladas, conservas, helados, bebidas y dentro de la medicina tradicional lo emplean para curar problemas digestivos, vómitos, cólicos mediante la cocción. (Alburqueque, 2015)

Sáenz en el 2005, realizó un estudio al extracto de la hoja y encontró que tiene actividad antimicrobiana sobre las bacterias Gram positivas *Staphylococcus aureus* y *Bacillus subtilis*, y que se emplean como astringente, así como una actividad relajante sobre el músculo liso, estimulante uterino, antiviral y una actividad anti fecundadora y la corteza tiene actividad cicatrizante, además de tener una gran cantidad de corcho y su líber se puede utilizar para producir papel de buena calidad.

Maldonado Salazar, *et al.*, 2005, realizaron un estudio en la zona del pacífico colombiano donde analizaron frutos de *Spondias dulcis* bromatológicamente, Fito químicamente además su potencial para transformación, obteniendo buenos resultados en las variables evaluadas, haciendo de este fruto un buen candidato para ser transformado en jugos, néctares, salsas y mermeladas.

Son pocos los estudios realizados sobre suelos donde crece y se desarrolla *Spondias dulcis*, se reporta que se desarrolla en suelos con pH entre 5,0 y 6,6, son susceptibles a altos

niveles freáticos y, además, los altos niveles de salinidad en el suelo afectan su crecimiento (Suarez, 2010) y que se adapta muy bien en suelos francos y arenosos que tengan un buen drenaje y con alto contenido de materia orgánica (Orjuela Angulo, M, 2017).

Albuquerque en el 2015, realizó un estudio con la pulpa de *Spondias dulcis* parkinson donde determinaba la proporción necesaria para fabricar un néctar edulcorado con stevia (*Stevia rebaudiana*).

Con relación al suelo del pacífico colombiano Mosquera Y (2016), realizó una propuesta productiva, donde se estudió los fisicoquímicamente los suelos del resguardo indígena Joaquincito de Buenaventura D.E – Valle del Cauca.

Se han realizado estudios relacionados con la biología de suelos, aprovechando los microorganismos benéficos y nativos, como alternativa para mejorar tanto la física como química los suelos del pacífico, con bacterias fijadoras de nitrógeno y su capacidad de solubilización de fosfato, Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) fijadoras de nitrógeno, todos estos microorganismos asociados a raíz de naidi (*Euterpe oleracea*). (Rosales Escarria M., Montaña Posso, H., Montenegro, S, & Pulido, S, 2017) Buenaventura Valle del Cauca, corregimiento No. 1 del Bajo Calima (Pregrado). Universidad del Pacífico.

Reina Portocarrero, M, Montenegro, S., & Pulido, S.;Torres Valencia, Montenegro & Pulido en el 2017, realizaron un trabajo dones se inocularon bacterias fijadoras de nitrógeno y

solubilizadoras de fosfato para evaluar el potencial agronómico, en material compostado de la zona del pacífico y estimaron su calidad para ser utilizado como mejorador de suelo y proponer una alternativa de sustrato de crecimiento para la planta.

También se encuentra una revisión muy completa donde se reportan las diferentes especies, se describe la botánica taxonómica y económica, además de sus propiedades fotoquímicas y uso en la medicina.

Metodología Investigación Acción Participativa (IAP)

Con la metodología de Investigación Acción Participativa (IAP), se pueden mejorar prácticas, genera conocimientos, esto combinando con los saberes populares y lo científico, trabaja desde las preguntas con temas generados de las comunidades o poblaciones participantes y no desde las preguntas del investigador (Zúniga-González, 2016).

Colmenares en el 2012, define la IAP como un método de participación donde los procesos de conocer y actuar permiten que actores sociales comprendan la realidad que viven, lo cual les permite reflexionar, hacer planes, ejecutarlos para solucionarlos y así lograr su transformación como colectivo. También menciona como (Eizagirre & Zabala, 2005), divide la IAP en tres componentes que se caracterizan por combinarse en proporciones variables:

a) La investigación consiste en un procedimiento reflexivo, sistemático, controlado y crítico que tiene por finalidad estudiar algún aspecto de la realidad con una expresa finalidad práctica.

b) La acción no sólo es la finalidad última de la investigación, sino que ella misma representa una fuente de conocimiento, al tiempo que la propia realización del estudio es en sí una forma de intervención.

c) La participación significa que en el proceso están involucrados no sólo los investigadores profesionales, sino la comunidad destinataria del proyecto, que no son considerados como simples objetos de investigación sino como sujetos activos que contribuyen a conocer y transformar su propia realidad”.

Igualmente muestra las formas de organización de la IAP en fases:

Fase I. Descubrir la temática.

Fase II. Representada por la construcción del Plan de Acción por seguir en la investigación.

Fase III. Consiste en la Ejecución del Plan de Acción.

Fase IV. Cierre de la Investigación, en la cual se sistematizan, categorizan y generan aproximaciones teóricas que pueden servir de orientación para nuevos ciclos de la investigación, creando un binomio entre el conocimiento y la acción, procesos que coadyuvan a la potenciación de las transformaciones esperadas; por supuesto que todas estas fases van integradas por procesos reflexivos permanentes de todos los investigadores involucrados

Metodología

Localización

Este estudio se realizó en el corregimiento No. 8, ubicado en la vereda Zacarías, municipio de Buenaventura Valle del Cauca, al sureste de la antigua carretera vía Cali, presenta una temperatura media anual de 28°C, humedad relativa promedio de 90-95%, -altura de 7 m.s.n.m y una precipitación anual en mm de 7328 (Pérez, G. J. 2007).

Evaluación de condiciones de los suelos asociados al crecimiento de la ciruela del pacífico

Para realizar esta evaluación se utilizaron metodologías participativas donde pobladores de la comunidad colaboraron con información descriptiva sobre el manejo de los suelos. Para esto se obtuvo información directa con instituciones y la comunidad, se realizó el siguiente procedimiento:

Levantamiento de información secundaria.

Se recopiló datos e información de fuentes secundarias en instituciones como la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria- UMATA y la Universidad del Pacífico, con el fin de ubicar los lugares donde se podría encontrar los árboles de *Spondias dulcis* facilitando la investigación.

Socialización del proyecto.

Se identificó poblaciones de *Spondias dulcis* en el corregimiento No. 8, vereda Zacarias, lugar donde se realizó la socialización, esta se inició con la presentación del equipo de la Universidad Abierta y a Distancia UNAD, el cual estaba acompañado de docentes de la Universidad del Pacífico (Figura 1), que ayudaron a establecer el contacto con esta comunidad, posteriormente se explicó cuál era el objetivo que se tenía y las actividades que se iban a realizar para alcanzarlo, igualmente se establecieron compromisos como socializar los resultados, además de seguir con más estudios donde se realizan programas de fertilización de acuerdo a estos resultados y responsabilidades tales como colaboración para realizar la entrada a cada uno de los lugares identificados durante el desarrollo del proyecto.



Figura 1 Socialización del proyecto en la vereda Zacarías, Corregimiento No. 8

Fuente. La autora

Identificación de las condiciones de los suelos asociados al crecimiento de *Spondias dulcis*

Para la identificación de las condiciones de la zona de estudio, se indago a los dueños de los sitios de estudio, las preguntas se enfocaron en aspectos tales como identificación de huertos caseros, características fisicoquímicas de los suelos, manejo y uso agrícola del suelo.

Por último, se establecieron acciones como; la ubicación de los diferentes árboles de *Spondias dulcis*, dando una capacitación a los pequeños agricultores, sobre la forma adecuada de la toma de muestras de suelo, entre otras acciones necesarias para dar inicio de la investigación y realización de las actividades de campo, donde participó la comunidad y sus líderes que se encargaron de dirigir las acciones programadas.

Diagnostico de la fertilidad de los suelos asociados al crecimiento de la ciruela del pacífico

Se desarrolló con base en la información obtenida en la evaluación de uso y manejo de suelo, dado que los propietarios de la finca no cuentan con mayor información sobre esta especie, además de tener un desconociendo las características físicas y químicas de los suelos donde crece la especie, se procedió a realizar el muestreo de los suelos para el análisis y diagnóstico de fertilidad a través de sus propiedades físicas y químicas

Procedimiento para la toma de muestras de suelo.

Esta actividad se llevó a cabo con la ayuda de la comunidad, exactamente los que participaron en una capacitación de muestreos de suelos y se realizó la siguiente metodología:

- Zonificación y tamaño de las áreas de muestreo. Mediante una técnica sencilla y de fácil manejo para la comunidad, se delimitaron los suelos y se clasificaron de acuerdo a la homogeneidad en su topografía y donde se encontrarán árboles de *Sponddis dulcis* (Figura 2), se ubicaron puntos tipos representativos para conformar la muestra compuesta de suelos de las unidades productivas en este caso huertos caseros. Para la toma de muestras de suelos se utilizó el método de muestreo estratificado al azar (Roberts, T & Henry, J, 2000).



Figura 2 Árbol de *Spondias dulcis*

Fuente La Autora

- Toma de la muestra. Se utilizó un barreno (Figura 3), donde inicialmente se removieron las plantas y hojarasca frescas en un área de aproximadamente 30 x 30 cm, luego se introdujo el barreno a una profundidad de 20 cm, en el área de acción de las raíces. (IGAC , 2010) .



Figura 3 Toma de muestras de suelo

Fuente La autora

- Homogenización de la muestra. Se colocaron 100 a 200 gr de suelo en un balde plástico limpio, desmenuzándolo con las manos y mezclando las submuestras hasta formar una muestra compuesta homogénea.
- Empacado e identificación de la muestra. En una bolsa plástica limpia se transfirió 1 kg de suelo (Figura 4), posteriormente fue sellada y debidamente identificada, con el nombre del sitio, número y fecha de la muestra (Osorio, N, 2012)
- Transporte y envío a laboratorio de suelo. Las muestras de suelo fueron enviadas a un laboratorio especializado de suelo.



Figura 4 Empacado e identificación de las muestras de suelo

Fuente La autora

Análisis de datos

Se realizó un análisis de la metodología de investigación participativa, mediante talleres con la comunidad, encuestas y análisis de suelos se realizó de forma descriptiva y comparativa mediante gráficos y tablas con sus respectivas interpretaciones.

Socialización de los resultados obtenidos del estudio.

Se desarrolló al finalizar el proyecto, se convocó a la comunidad y se realizó una jornada de socialización del informe final a través de presentaciones didácticas, conversatorios y talleres.

Resultados y discusión

Evaluación de condiciones de los suelos asociados al crecimiento de la ciruela del pacífico

Levantamiento de información secundaria.

Con la UMATA se logró identificar tres huertos caseros de la zona donde se encontraban árboles de *Spondias dulcis* (Figura 5). Estos sitios estaban ubicados en la vereda Zacarías, municipio de Buenaventura Valle del Cauca



Figura 5 Sitios de estudio identificados vereda Zacarías, corregimiento No. 8

Fuente Google maps

Socialización del proyecto.

Luego de ubicar los sitios se realizó el contacto con los dueños de los huertos caseros que tenían sembrados árboles de *Spondias dulcis*, al reunirse con ellos, lograron entender para que se realizaba este proyecto, el papel que tenían como comunidad en la conservación del recurso

suelo a través de un buen manejo, la importancia de su análisis, aprender la metodología para la toma de muestras, igualmente entendieron lo promisorio de las plantas que hacen parte de sus huertos.

Identificación de las condiciones de los suelos asociados al crecimiento de *Spondias dulcis*

A través de las respuestas dadas por los dueños de los huertos caseros, se pudo verificar que no se realizaban fertilizaciones ni estudios de suelos, porque estos huertos son únicamente para su seguridad e indirectamente su soberanía alimentaria y en general se sabe que la zona del pacífico está habitada por campesinos, en situación de pobreza que limita realizar este tipo de manejo.

Además, que ellos no tienen conocimiento del potencial que puede tener las especies vegetales que hacen parte de sus huertos, por ejemplo, *Spondias dulcis* y por ende la importancia que representa el tener un manejo técnico de este frutal y de fertilización de los suelos, que ayude a mejorar su producción y sea una alternativa económica para ellos. La información recolectada sirvió para concretar esta propuesta, además se complementó con información bibliográfica de la zona de estudio.

También se pudo caracterizar cada uno de los sitios estudiados:

El primer sitio identificado fue un huertos caseros pertenecientes al señor Henry Benítez, el primero estaba ubicado en la finca Villa Estela, ubicada a 3°50'30.6"N 76°59'46.5"W, allí se encontraron dos árboles de *Spondias dulcis*, con una altura promedio de 12 a 15 m., separados a

una distancia aproximada de 10 m, uno de los árboles estaba en etapa de fructificación, presentaba racimos con frutos pequeños de color verde, se encontraban en asocio con plantas de suelda con suelda *Symphytum officinale*. L, cacao *Theobroma cacao*, caña de azúcar *Saccharum officinarum*, chirimoya *Annona cherimola*, guanábana *Annona muricata*, chucha *Dieffenbachia*, barba chivo *Caesalpinia gilliesii*, plátano *Musa paradisiaca*, yuca dulce *Manihot aipi*.

En el segundo huerto, ubicado a 3°50'30.2"N 76°59'45.0"W, se encontró un árbol con una altura promedio de 17 m., estaba en finales de floración e inicios de fructificación, se encontraba asociado con plantas de árbol del pan *Artocarpus altilis*, guayaba *Psidium guajava*, santa maría *Calophyllum brasiliense*, cacao *Theobroma cacao* y papa china *Colocasia esculenta* L.

En un tercer sitio ubicado a 3°50'33.7"N 76°59'46.1"W propiedad del señor Luis Ansisar Espinoza, se encontró un árbol con una altura promedio de 15 m., el cual estaba en etapa de fructificación y no asociado con otras especies.

El total de árboles encontrado en la zona fue de cuatro, con las respuestas dadas a las preguntas realizadas a los agricultores se evidencio la falta de información que ellos tienen acerca de la especie *Spondias dulcis*, en cuanto a su fenología, promisoriedad, ni producción,

La comercialización la realizan a pequeña escala, como producto fresco dentro del municipio (Figura 6).



Figura 6 Vendedora de *Spondias dulcis*
Fuente La autora

Diagnostico de la fertilidad de los suelos asociados al crecimiento de la ciruela del pacífico.

Se obtuvieron tres muestras de cada uno de los suelos permitiendo evaluar las características físicas y químicas de los suelos asociados a *Spondias dulcis*, para las propiedades físicas de los suelos se observan las siguientes características:

Textura

En la tabla 1, se observan los resultados de las clases texturales para los sitios uno, dos y tres, fueron franco arcilloso, franco y arcilloso respectivamente.

Tabla 1 Clase textural de suelo

<i>Sitio</i>	<i>Arcilla (%)</i>	<i>Limo (%)</i>	<i>Arena (%)</i>	<i>Clase textural</i>
1	27,04	32,17	40,79	Franco arcillosa
2	23,04	38,17	38,79	Franca
3	43,04	37,42	19,54	Arcillosa

Los suelos francos con 10 a 30 % de arcilla, encontrados en los sitios uno y dos, se caracterizan por tener adecuada retención de nutrientes, buena aireación y penetración de raíces, igualmente ofrecen poca resistencia cuando se trabajan; en el sitio tres se observa que el porcentaje de arcilla es mayor al 30%, lo que hace que el suelo retenga con más fuerza los nutrientes y el agua, permitiendo que se encharque y este mal aireados, presentan mal drenaje y son de difícil labranza, se apelmazan y forman costras (Andrades & Martínez, 2014).

Los suelos francos también se caracterizan por tener sus separados proporcionalmente iguales-el equilibrio entre sus separados favorece el desarrollo y crecimiento de las plantas es (Jaramillo, 2002) . Por el contrario, los suelos arcillosos son poco favorables para el desarrollo y crecimiento de las plantas, debido a que son plásticos, posee gran cantidad de microporos y alta capacidad de intercambio catiónico, retienen gran cantidad de nutrientes y agua, presentan baja permeabilidad (Ibañez, Moreno, Gisbert, & Juan, 2011).

La presencia de altos porcentajes de arcilla en el pacífico colombiano, puede ser debido a que esta zona, está ubicado dentro de las zonas de vida Bosque muy húmedo tropical (bmh-T) (Holdridge, 1991 citado por Jaramillo, 2002), donde la precipitación media anual en mm está en un rango de 4000 – 8000, la pluviosidad alta incrementa las partículas de arcilla en los suelos citada por (Jaramillo Jaramillo, 2002).

Las texturas resultantes están dentro de las moderadamente finas y finas, se pueden relacionar con el material parental del pacífico, constituido por rocas ígneas volcánicas, plutónicas, y sedimentarias (Agustín Codazzi, 2002) y sedimentos no consolidados que recubren

buena parte del litoral pacífico colombiano y para clasificarlos se tiene como criterio el tamaño de los fragmentos o partículas, donde las arcillas tienen un tamaño $< 0,002$ mm (Jaramillo, 2002)

Estos resultados son similares a un estudio realizado por Mosquera Y. en el 2016 en el pacífico vallecaucano donde los suelos predominantes fueron de clase textural franca.

No siempre las características de textura del suelo tienen una relación directa con la fertilidad, productividad y otras cualidades asociadas a la física de suelo (Montenegro, 1990 citado por Mosquera, Y, 2016).

Evaluación de las características químicas de los suelos asociados al crecimiento de la ciruela del pacífico

En las características químicas se obtuvo resultado de pH, materia orgánica, elementos mayores, secundarios y especiales.

Reacción del Suelo (pH)

Las zonas tropicales húmedas se caracterizan por presentar altas precipitaciones y muy frecuentes, ocasionando lavado de nutrientes esenciales para la planta como el calcio y el magnesio y acumulando otros elementos como el hidrógeno, razón por la cual se presenta la acidificación del suelo y por ende la baja fertilidad (Toledo, M, 2016).

La tabla 2 y la figura 7, muestran los resultados de los tres sitios uno nivel neutro, dos moderadamente ácido y el tres muy ácidos.

Tabla 2 Reacción del suelo al pH en los sitios muestreados

Sitio	pH	Niveles
1	7,13	Neutro
2	5,48	Moderadamente ácido
3	4,87	Muy ácido

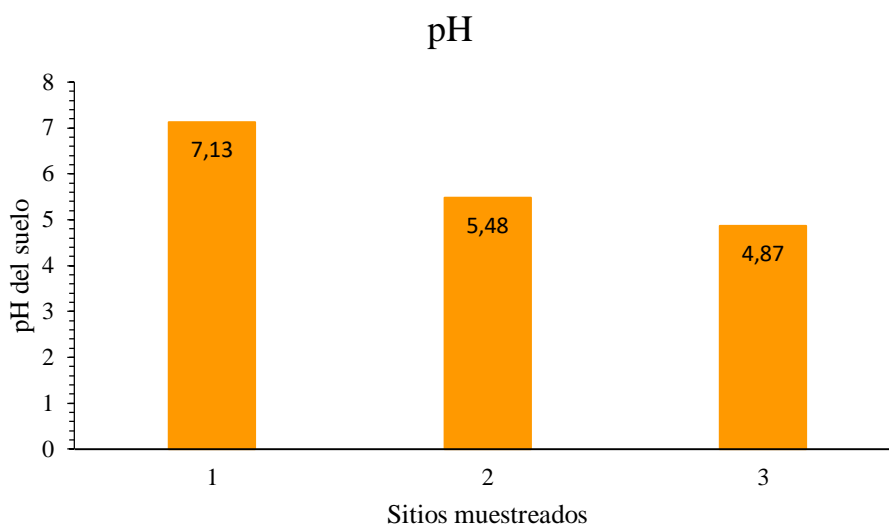


Figura 7 Reacción del suelo (pH)

Fuente La autora

Los suelos con pH neutro, son óptimos para el desarrollo de la mayoría de los cultivos, porque facilitan la mayoría de nutrientes para las plantas, lo contrario para los suelos ácidos que provocan déficit de fósforo, un macro elemento necesario para el desarrollo de la planta debido a su baja solubilización (Andrades & Martínez, 2014).

Según (Morales & A, 1992), establece parámetros de los suelos donde refiere suelo con pH moderadamente ácidos, están en un rango entre 5.5 a 5.9, estos van a presentar baja solubilidad del P, mientras que Ca y Mg están disponibles en forma regular, el encalamiento va a

depender de la especie que se va cultivar y suelo fuerte a extremadamente ácido, presentan un pH menor de 5.5, se caracterizan por presentar posible toxicidad en Al y Mn, deficiencias de Ca, Mg y Mo, es necesario encalar para la mayoría de los cultivos.

Este parámetro indica que es necesario la aplicación de enmiendas en los sitios de muestreo dos y tres, dependiendo de la especie a cultivar, para saber si es necesario realizar esta práctica se deben complementar con otras determinaciones como la tasa de saturación de bases para definir el estado del Calcio en el suelo (Andrades & Martínez, 2014) y otros parámetros físico químicos de suelos.

Porcentaje de materia orgánica

El contenido de materia orgánica tabla 3 y figura 8, para el primer sitio es alto, el segundo medio y el tercero es bajo, estos parámetros son característicos para suelos de clima cálido en Colombia (Morales & A, 1992)

Este mismo autor refiere que a medida que la temperatura disminuye, el contenido de materia orgánica aumenta debido a la baja tasa de mineralización, además de existir una relación inversa de contenido de materia orgánica con la altura, en este caso el comportamiento de la materia orgánica en los sitios estudiados, es el esperado debido al clima y altura de la zona.

Tabla 3 Porcentaje de materia orgánica en los sitios muestreados.

Sitios muestreados	% de MO	Niveles
1	3,77	Alto

2	2,98	Medio
3	2,05	Bajo

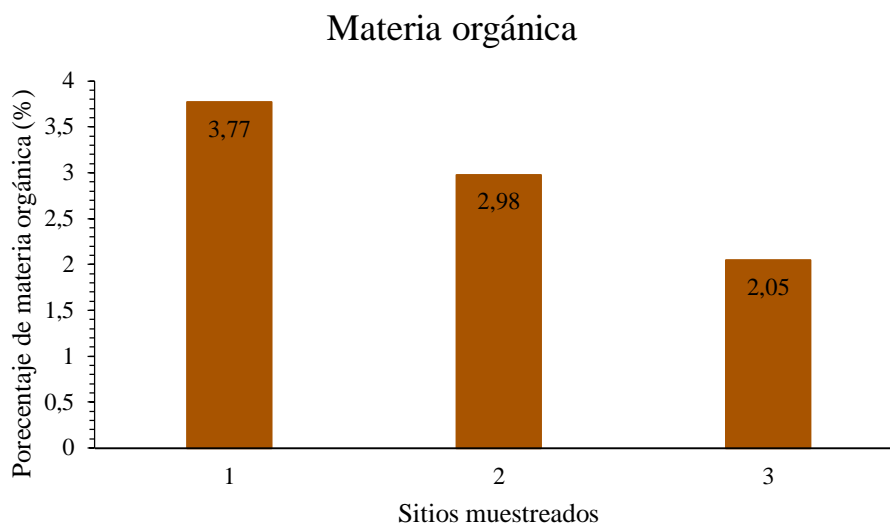


Figura 8 Porcentaje de materia orgánica

Fuente La autora

Los microorganismos presentan baja actividad a pH ácidos, procesos de descomposición de la materia orgánica y simbióticos pueden ser afectados, (Figuroa- Barrera, A, Alvarez-Herrera, J, Forero, A, Salamanca, C, & Pinzon, L, 2012) estos problemas pueden ser más fuertes en el sitio tres, debido a su bajo contenido de materia orgánica y pH muy ácido.

Cuando se relaciona con la textura de los sitios, esta es baja debido a que las fracciones de suelo arcilla y limo de los suelos arcillosos forman paquetes densos de agregados, haciendo que la superficie de absorción específica de materia orgánica soluble, sea menor comparada con los suelos arenosos que es más libre (Leyva & Rodriguez, 2013)

Elementos mayores

A continuación, se presentan los resultados de los elementos mayores se muestran en la tabla 4 y la figura 9, además se realiza el análisis y discusión de cada uno.

Tabla 4 Elementos mayores en los sitios muestreados.

Sitios	Nitrógeno (N) (%)	Fósforo (P) (ppm)	Potasio (K) (meq/100g suelo)
1	0,19	7,66	0,86
2	0,15	79,99	0,26
3	0,1	5,85	0,16

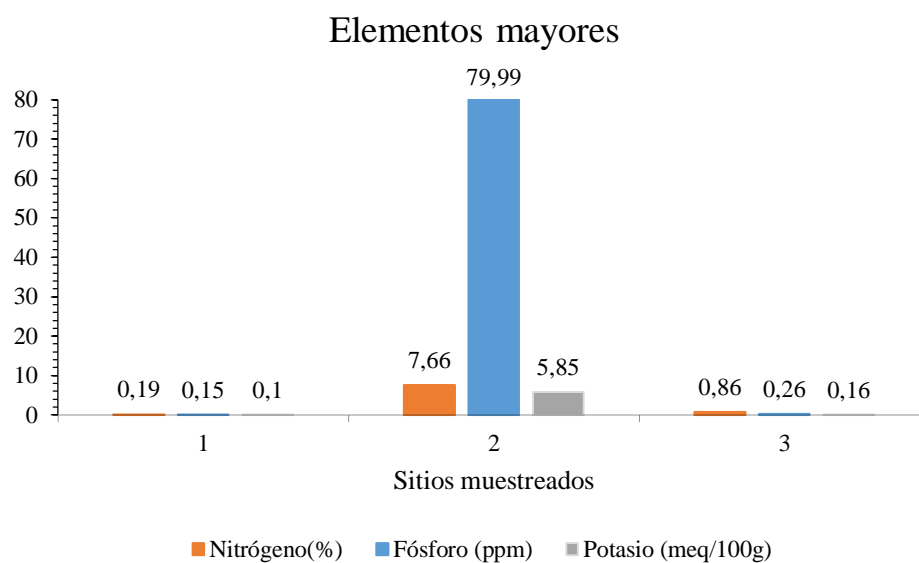


Figura 9 Elementos mayores

Fuente La autora

Nitrógeno y relación C/N. El porcentaje de Nitrógeno total fue 0,19; 0,15 y 0,1 este elemento en los tres sitios se presentó en niveles bajos. Estos niveles bajos son propios de zonas con temperaturas altas (Jaramillo Jaramillo, 2002).

La relación C/N, para los sitios 1, 2,3 en porcentaje fue de 11.52, 11.53 y 20.05 respectivamente, cuando es menor de 20 en este caso los sitios 1 y 2, se presenta una mayor velocidad y magnitud de descomposición de la Materia orgánica y más movilización de nitrógeno (Figueroa - Barrera *et al.*, 2012).

Igualmente, si se compara los resultados del porcentaje de Nitrógeno total es bajo con relación al porcentaje del carbono, porque el nitrógeno para las plantas es el nutriente más limitante y a través del establecimiento de simbiosis con microorganismos fijadores de N lo intercambia rápidamente por Carbono, la materia orgánica al ser rápidamente descompuesta se convierte en humus, un gran reservorio de carbono en el suelo (López Díaz & Estrada Medina, 2015).

De otra parte, para el sitio tres, sus contenidos bajos pueden ser debidos a factores climáticos como son las altas precipitaciones que se presentan en la zona, ocasionan pérdida por lixiviación y además que este elemento se caracteriza porque su disponibilidad para las plantas va a depender de la actividad microbiana, que es mayor a pH cercanos a la neutralidad con relación a la fijación biológica y nitrificación (Porrás, J, y otros, 2001). En este sentido, al relacionar el pH, materia orgánica, la relación C/N respecto a los sitios 1 y 2, posibilita una actividad microbiana más lenta, inmovilidad del Nitrógeno y poca reserva de carbono, afectando la simbiosis (López Díaz & Estrada Medina, 2015).

Fósforo. Se presentó un bajo contenido de este elemento en el suelo de los sitios uno y tres con valores de 7,66 y 5,85 ppm. (Toledo, M, 2016), refiere que en lugares donde las lluvias son intensas este elemento es insoluble para las plantas, debido a que se forman compuestos de

fosfatos de aluminio y manganeso, por otro las arcillas pierden la capacidad de retener nutrientes como este, al ser degradadas por lavado excesivo, este nutriente es aprovechado por las plantas en rangos de pH está entre 6 y 6.5, cuando los suelos presentan un pH alto forma compuestos con calcio y cuando es bajo forma compuestos con aluminio, hierro, manganeso y zinc de tal manera que lo fijan y lo hacen poco disponible para la planta.

Cuando se relaciona con el contenido de materia orgánica el sitio uno, muestra un nivel alto, pero este elemento al ser uno de los más difíciles de obtener los microorganismos lo retienen y lo inmovilizan, respecto al sitio tres, con baja cantidad de materia orgánica, baja actividad de microorganismos debida a la alta acidez, que disminuye la mineralización y aumenta la inmovilización del elemento.

En el sitio 2, se presentó un valor de 79,99 ppm, correspondiente a un nivel alto de este elemento, debido a que este estaba ubicado en la parte baja de una finca con un sistema en el cual manejaban cerdos y el residuo orgánico (excretas y orina), llega a este sitio donde se acumula. (Echeverri Echeverri, 2018), menciona que una entre otras fuentes de fósforo son este tipo de residuos, además (Leyva & Rodriguez, 2013), refiere que este elemento tiene poca movilidad, lo que hace que se concentre en los horizontes superiores del perfil.

Potasio. Este elemento presentó valores de 0,86; 0,26 y 0,16 meq/100g de suelo, correspondiente a niveles alto, medio y bajo para los sitios uno, dos, tres respectivamente. El contenido de potasio a medida que disminuye afecta su absorción (Vidal Martinez, J , 2003), en este sentido esto puede ser problema para los sitios dos y tres, además al realizar una relación con la CIC media presentada en los tres sitios, es importante incrementarla para retener este elemento de la solución del suelo, lo que permitirá disminuir la pérdida por lixiviación.

La aplicación de materia orgánica y cal, incrementar la CIC, sube el pH en los suelos ácidos, favoreciendo los coloides de carga variable en la adquisición de cargas negativas (Toledo, M, 2016). (Vidal Martinez, J , 2003), . La práctica de aplicación de cal sería recomendable para los sitios 2 y 3 debido a su bajo pH.

(Vidal Martinez, J , 2003) . Dinámica del Potasio en el suelo y su requerimiento por los cultivos (Maestría). Colegio de Postgraduados Montecillo, Edo. de México.

Elementos secundarios

La tabla 5 y figura 10, muestran los resultados de estos elementos, los cuales son analizados y discutidos a continuación.

Tabla 5. Elementos secundarios en los sitios muestreados

Sitios	Calcio (Ca) (meq/100g suelo)	Magnesio (Mg) (meq/100g suelo)	Sodio (Na) (meq/100g suelo)	Azúfre (S) (ppm)
1	15,45	1,38	0,89	35,52
2	2,43	1,35	0,49	39,48
3	1,54	0,66	0,34	22,1

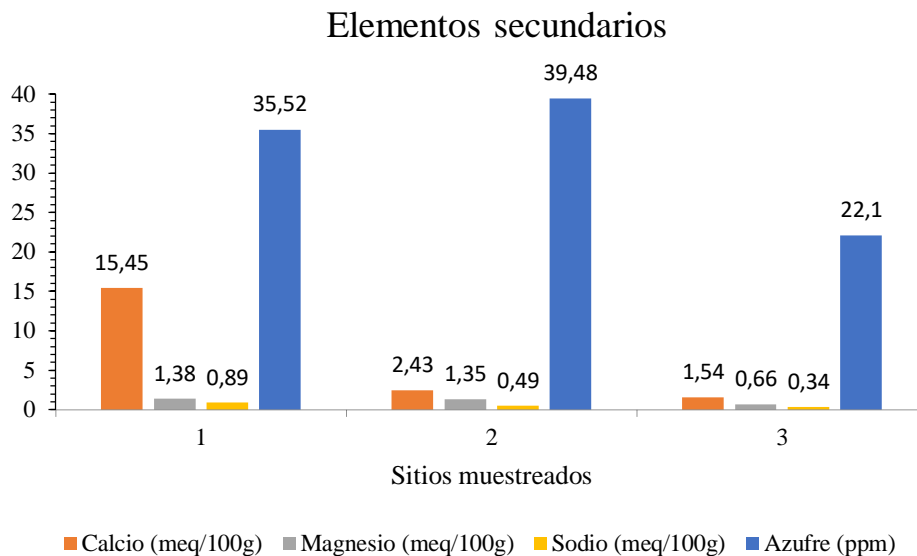


Figura 10 Elementos secundarios

Fuente La autora

Los resultados presentados para Ca 1,38; 2,43 y para Mg 1,54; 0,66 meq/100g de suelo, para los sitios dos y tres respectivamente, corresponden a niveles bajos y son los esperados cuando se relaciona con las condiciones de acidez, que posiblemente sean de regular disponibilidad para el sitio dos y deficientes para el sitio tres. Los suelos del trópico se caracterizan por tener coloides de carga variable en altas cantidades y la acidez puede causar la pérdida de estos cationes por el lavado, debido a que los coloides pueden volverse de carga positiva, por lo tanto, se repelen debido a las cargas iguales (Toledo, M 2016)

En el sitio uno, se presentó un resultado de 15,45 meq/100g de suelo de Ca, correspondiente a un nivel alto, es el esperado respecto al pH neutro donde se presenta buena disponibilidad de este elemento, esta relación se ha descrito por muchos autores entre ellos

(Jaramillo Jaramillo, 2002) y Morales, Aguilar en 1972, en este mismo sitio el contenido de Mg es bajo, posiblemente debido a las humedades altas (Sadeghian Khalajabadi, 2012).

Respecto al Mg, en general es muy propenso a ser deficiente, (Morales & A, 1992), explica como la relación Ca/Mg en el complejo coloidal en estado natural amplio, presenta deficiencias, este comportamiento se pudo observar en el sitio uno donde el Mg presentó un resultado de 0,66 meq/100 g, correspondiente a un contenido bajo del elemento y la relación Ca/Mg de 11,21 correspondiente a una relación amplia con deficiencia de Mg (Ver anexo 1).

Este mismo autor refiere, como la relación Ca/Mg, es importante especialmente para suelos ácidos, que requieren encalamiento, el valor mínimo debe ser uno, si se presenta un valor mayor es amplia e indica que el suelo debe ser encalado, los resultados para los sitios dos y tres, en los cuales se presentó una relación Ca/Mg de 1,8 y 2,33, es una relación estrecha y normal respectivamente, no presenta problemas al respecto (Ver anexo 2 y 3).

El sodio presentó resultados de 0,89; 0,49 y 0,34 ppm, para los sitios uno, dos, tres respectivamente, correspondiente a un nivel normal, tiene una correlación con los resultados de la conductividad eléctrica que resultó en 0,40; 0,327 y 0,08 a 25°C dS/m en los sitios uno, dos y tres respectivamente correspondientes a niveles no salinos (Ver anexos 1,2,3), este tipo de correlación se corrobora con el estudio realizado por (Cortés, Pérez , & Camacho , 2013). Los suelos estudiados no presentan problemas por sodicidad ni salinidad.

Respecto al azufre los sitios uno y dos presentaron un nivel alto, con resultados de 35,52 y 39,48 ppm respectivamente, el sitio tres un nivel medio, con resultado de 22,1 ppm. Existe una

fuerte correlación de los niveles de azufre y materia orgánica, donde a medida que se reduce la materia orgánica se presenta una deficiencia de azufre (FAO, 2013) los resultados muestran esta relación, además es posible que la carga variable o punto cero de los coloides este por debajo, adquiriendo una carga neta positiva que atrae y retiene este elemento cargado negativamente (Toledo, M, 2016).

Los suelos con pH neutro el sulfato está presente en solución principalmente con mucha movilidad, el azufre se puede perder por lixiviación y en suelos ácidos puede presentarse inmovilización, debido a que el sulfato es retenido por óxidos de hierro y aluminio, o puede unirse a las arcillas en los sitios de carga positiva (Corrales Maldonado, Vargas Arispuro, & Vallejo Cohén, 2014), Esto demuestra que, aunque sus niveles son altos puede presentarse problemas con este elemento.

Elementos menores

Los resultados se muestran en la tabla 6, figura 11 y 12, se realiza el análisis y discusión de cada uno.

Tabla 5 Elementos menores en los sitios muestreados

Sitios	Boro (B) (ppm)	Hierro (Fe) (ppm)	Cobre (Cu) (ppm)	Zinc (Zn) (ppm)	Manganeso (Mn) (ppm)
1	0,74	427,5	2,48	6,61	53,8
2	1,078	593,3	2,837	14,41	8,1
3	0,5	360,01	0,94	3,97	2,08

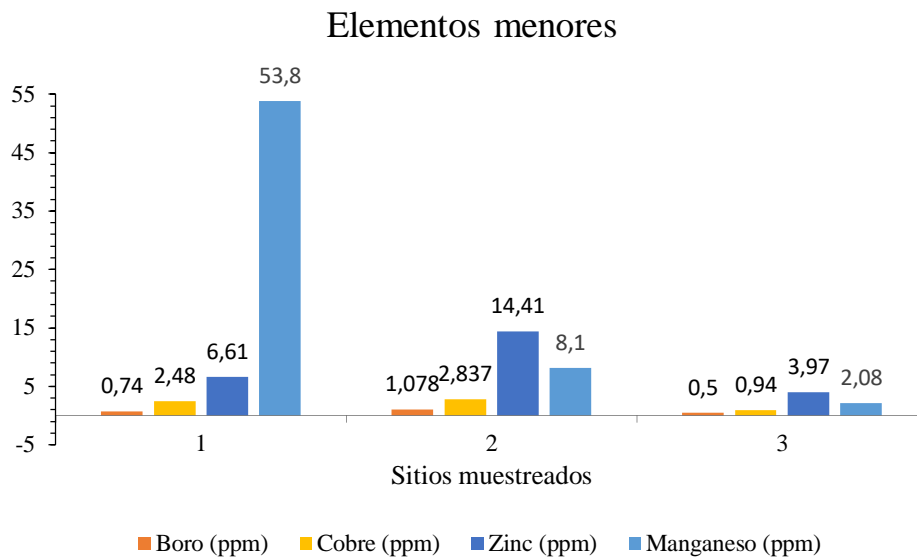


Figura 11 Elementos menores

Fuente La autora

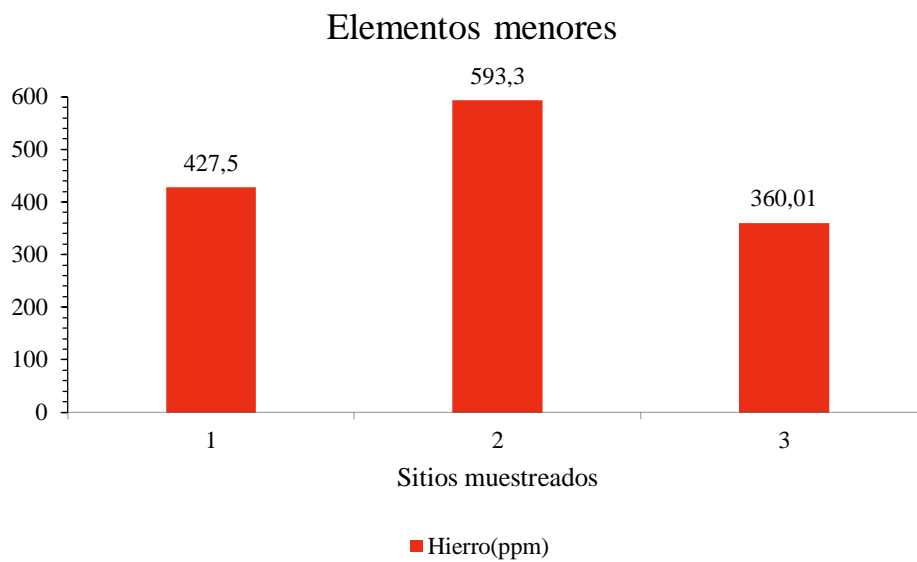


Figura 12 Elementos menores Hierro

Fuente La autora

En el sitio uno los resultados obtenidos fueron 0,74; 427,5; 2,48; 6,61; 53,8 ppm para Boro, hierro, cobre, zinc y manganeso, respectivamente y corresponden a niveles altos, el sitio dos presentó resultados de 1,078; 593,3; 2,837; 14,41; 8,1 ppm para Boro, hierro, cobre, zinc y manganeso, respectivamente y los mismos niveles excepto para manganeso donde el nivel es bajo y en el sitio tres los resultados presentados fueron 0,5; 360,01; 0,94; 3,97; 2,08 ppm para Boro, hierro, cobre, zinc y manganeso, respectivamente y los niveles son los mismos excepto para cobre y manganeso donde resultaron bajos.

En el sitio uno, todos los microelementos son altos, la disponibilidad va a depender del pH. Toledo, M 2016, refiere que a medida que el pH va aumentando la disponibilidad de los micronutrientes va disminuyendo y cuando el pH es ácido el contenido de cobre, boro, hierro, cobre, zinc es alto encontrado en los sitios dos y tres, estos pueden llegar a ser tóxico para las plantas.

Los niveles de manganeso bajos en los sitios dos y tres, tienen relación con el pH, lavado y fijación. Cuando el pH es muy alto o muy alcalino, este mismo autor refiere que la disponibilidad del manganeso puede ser escasa, hasta el punto de volverse deficientes, por esto es importante monitorear continuamente las concentraciones de microelementos y el pH de los suelos. Igualmente, el Mn puede ser lavado en suelos ácidos o fijados por óxidos férricos o de aluminio (Lucena, 2009).

El resultado del contenido de cobre en el sitio tres, está relacionada con la cantidad de materia orgánica que resultó baja, debido a que se presenta una pequeña cantidad de coloides con carga negativa (Mayor CIC) y de carga positiva (mayor CIA). Según (Toledo, M, 2016), la materia orgánica tiene mayor capacidad de retener humedad, aumentando las concentraciones de nutrientes, debido al incremento de los coloides con carga negativa y positiva, que aumentan la

CIC y CIA respectivamente, esto a su vez aumenta el almacenamiento de nutrientes catiónicos como (amonio, calcio, magnesio, potasio, hierro, zinc, cobre, manganeso) y aniónicos (fosfato, sulfato, borato, molibdato).

Elementos especiales

El bajo porcentaje de Carbono para los tres sitios (Ver anexos 1,2,3) indica que este suelo debe ser laborado bajo el criterio de conservación, evitando más pérdida de carbono y nitrógeno, esto lo han observado en diferentes trabajos realizados sobre labranza de suelo y mencionados por Leyva Rodríguez, 2013.

Los tres sitios presentaron un nivel de Capacidad de Intercambio Catiónico CIC medio (Ver Anexos 1,2,3). (Jaramillo Jaramillo, 2002) refiere que ciertos valores de precipitación generan exceso de agua en el suelo, pueden aumentar la lixiviación de bases, cambiando el comportamiento de la CIC, igualmente podría afectar fertilidad el suelo, está última debe ser evaluada por porcentajes de saturación de elementos, particularmente para los tres sitios es importante un manejo de suelo que aumente la CIC, además de un análisis con porcentajes de saturación de elementos.

La relación de Mg/K resultó 1,60; 5,19; 4,21 para los sitios uno, dos y tres respectivamente (Ver Anexos 1, 2, 2), Sadeghian Khalajabadi, 2012, refiere que esta relación se considera “normal” cuando es igual a 4, si es menor a la unidad es desfavorable para el Mg y si es mayor a 18, puede inducir deficiencia de K en los cultivos. En este sentido, aunque el resultado de los cocientes para los tres sitios está dentro de lo normal, en el sitio uno la relación fue estrecha consecuencia del nivel de K alto, comparado con los sitios dos y tres amplia, consecuencia de la disminución del nivel de K.

Para la relación Ca/K se presentaron cocientes de 17,90; 9,35 y 9,78 en los sitios uno, dos y tres respectivamente (Ver Anexos 1, 2, 3), el autor arriba mencionado, refiere que esta relación se considera “ideal” cuando es igual a 6 y si es mayor a 30, puede inducir deficiencia de K en los cultivos. En este sentido, el resultado de los cocientes para los tres sitios no fue el ideal, se presentó una relación amplia para los tres sitios como consecuencia del pH que afecta los niveles de Ca, el cual va disminuyendo a medida que el pH baja.

Finalmente, la relación $(Ca+Mg) / K$ se presentaron resultados de 19,49; 14,54 y 13,99 para los sitios uno, dos y tres respectivamente (Ver Anexos 1, 2, 3), este mismo autor, refiere que esta relación se considera “ideal” cuando es igual a 10 y si es mayor a 40, puede inducir deficiencia de K en los cultivos. En este sentido, el resultado de los cocientes para los tres sitios no fue el ideal, se presentó una relación amplia para los tres sitios, esto es importante para modificar esta relación con base a las cantidades adecuadas de aplicación de estos elementos.

Todas las relaciones anteriores son importantes para ajustar planes de fertilización y poder explicar resultados de materia seca de la planta.

Conclusiones

Los suelos asociados al crecimiento del árbol frutal ciruela del pacífico *Spondias dulcis* de los huertos caseros de la vereda de Zacarías, no tienen ningún tipo de manejo y los pobladores de la comunidad tienen un desconocimiento total de la promisoriedad de la especie, ocasionando la baja producción y aumentando la inseguridad alimentaria e indirectamente profundiza la situación de pobreza muy característica de la zona del pacífico.

Se presenta de baja fertilidad de los suelos por problemas de acidez que influyen sobre la actividad de microorganismos y por ende en la cantidad de materia orgánica disminuyendo la capacidad de adsorción de nutrientes afectando la CIC, poca movilización del nitrógeno, fijación de fósforo que también se presenta a pH altos, además de las frecuentes y altas precipitaciones características de la zona ocasionan pérdida por lixiviación, lavado, insolubilización de elementos como el fósforo y el potasio, debido a las altas temperaturas se presentan contenidos bajos de elementos como el Nitrógeno, la acidez como el clima de la zona afectan de la misma forma a elementos secundarios y especiales.

Los habitantes de la zona de estudio entienden la importancia que se tiene el estudio fisicoquímico del suelo y el beneficio que pueden obtener con un buen manejo y aprovechamiento de las especies promisorias.

Recomendaciones

Gestión de proyectos educativos y de investigación en los cuales las poblaciones de la zona conozcan las potencialidades que se tienen con las especies promisorias y como a través del buen manejo de suelos pueden mejorar la producción y por ende su economía familiar.

Que las familias beneficiarias se apropien del tema de seguridad alimentaria mediante el establecimiento de huertas caseras en la modalidad de Agricultura y continúen su establecimiento para contribuir con su propia nutrición y salud de sus familias.

Realizar capacitaciones sobre la dinámica de los recursos naturales y las técnicas de aprovechamiento sostenible, para que la comunidad de la vereda Zacarías participe activamente en el proceso de conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

Realizar estudios de densidad real (RA) y densidad aparente (DA), contenido de Aluminio, importantes para evaluar con mayor precisión la fertilidad para a realizar ajustes más acertados en los programas de fertilización en la zona de estudio.

Referencias bibliográficas

Agustín Codazzi, I. G. (2002). *Primera Actualización de la NTC 4611 - Metadatos geográficos*.

Obtenido de <https://www.igac.gov.co/es/ide/contenido/2002>

Alburqueque, C. (2015). *Evaluación de la proporción de pulpa de mango ciruelo (*Spondias**

dulcis parkinson) en la aceptabilidad sensorial de un néctar tropical edulcorado con

stevia (*Stevia rebaudiana*). Obtenido de Universidad Nacional de Piura, Facultad de

Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería Agroindustrial e Industrias Alimentarias:

<http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/638/IND-ALB-ESP->

15.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Alvarez, E. O. (2009). *El Choco Biogeografico de Colombia*. Choco: Comité Editorial Banco de

Occidente.

Casierra, F., & Aguilar, O. (25 de Noviembre de 2018). *Estrés por aluminio en plantas:*

reacciones en el suelo, síntomas en vegetales y posibilidades de corrección. Una

revisión. Obtenido de Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Facultad de

Ciencias Agropecuarias, Grupo de Investigación Ecofisiología Vegetal, Tunja, Colombia:

https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/view/8701

CIER . (11 de Diciembre de 2014). *Ethos Regional*. Obtenido de Ethos Regional:

<https://www.uao.edu.co/sites/default/files/Ethos%20Regional%2011a%20edici%C3%B3n.pdf>

n.pdf

Colmenares, A. (2012). Investigación-acción participativa: una metodología integradora del

conocimiento y la acción. *Voces y Silencios: Revista Latinoamericana de Educación, Vol.*

- 3, No. 1, 102-115 ISSN: 2215-8421, 105. Obtenido de
file:///C:/Users/CARMEN%20VICTORIA%20DIAZ/Downloads/Dialnet-
InvestigacionaccionParticipativa-4054232.pdf
- Consejo Comunitario , C. (s.f). *Aprovechamiento agrícola del territorio colectivo, para mejorar el abastecimiento comunitario*. Obtenido de Fundación Norte-Sur:
<https://www.fundacionnortesur.org/proyecto3.php>
- Corrales Maldonado, Vargas Arispuro, & Vallejo Cohén. (2014). Deficiencia de Azufre en suelos cultivables y su efecto en la productividad. *Revista de ciencias Biologicas y de la salud*, 16 (1), 38-44.
- Cortés, Pérez , & Camacho . (2013). Relación espacial entre la conductividad electrica y algunas propiedades quimicas del suelo. *U.D.C.A Act & Div Cient*, 16 (2): 401-408.
- Diaz Merlano, J. M. (2007). *Deltas y Estuarios de Colombia*. . Cali, Colombia: Banco de Occidente.
- Echeverri Echeverri, J. (2018). *Dinámica del fósforo en suelo-planta en regiones tropicale (Magister)*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia .
- Eizagirre, & Zabala. (1 de enero de 2005). *Investigación-acción participativa (IAP)*. Obtenido de Diccionario: <http://www.dicc.hegoa.ehu.es/listar/mostrar/132>
- Eizaguirre, M., & Zabala, N. (s.f). *Investigación-acción participativa (IAP)*. Obtenido de Diccionario de Acción Humanitaria y Cooperación al Dearrollo:
<http://www.dicc.hegoa.ehu.es/listar/mostrar/132>

- F.A.O. (2015). *Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Propiedades del suelo*. Obtenido de www.fao.org/soilsportal
- FAO , FIDA, UNICEF, WFP, & OMS. (2019). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Protegerse frente a la desaceleración y el debilitamiento de la economía. Roma, FAO . 18.
- FAO. (2013). *Organizaciones De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura (2013). Manejo del Suelo en la Producción de Hortalizas con Buenas Prácticas Agrícolas*. Paraguay.
- Figueroa- Barrera, A, Alvarez- Herrera, J, Forero, A, Salamanca, C, & Pinzon, L. (2012). Determinación del nitrógeno potencialmente mineralizable y la tasa de mineralización de nitrógeno en materiales orgánicos. *Temas Agrarios*, 17(1) 32 - 43.
- Flores, D., & Alcalá, M. (2010). *Manual de procedimiento analíticos*. Obtenido de Laboratorio de Física de suelos. Instituto de Geología. Departamento de Edafología. UNAM. : <http://www.geologia.unam.mx/ig1/dptos/edafo/ifs/manual1LFS.pdf>
- Foth, H. (1985). Obtenido de *Fundamentos de la ciencia del suelo*. México. Tercera edición. Talleres de la compañía editorial continental, S. A. de C. V. Pág. 207, 208, 211.
- Gette, N. (21 de Mayo de 2009). *La importancia de los manglares*. Obtenido de La importancia de los manglares: https://www.ecoportal.net/temas-especiales/biodiversidad/la_importancia_de_los_manglares/
- Huertas C. (2010). *Determinación de propiedades físicas y químicas de suelos con mercurio en la región de San Joaquín, Querétaro y su relación en el crecimiento bacteriano*. Tesis de

Licenciatura. México. Disponible en: [h: Universidad Autónoma de Querétaro Campus Juriquilla](http://www.uaq.mx).

Ibañez, S., Moreno, R., Gisbert, H., & Juan, M. (20 de Abril de 2011). *Morfología de las cuencas hidrológicas*. Obtenido de Universitat Politècnica de Valencia, España: <http://hdl.handle.net/10251/10782>

IGAC . (2010). *Guia de Muestreo*. Colombia Bogota.

IGAC. (s.f.). *IGAC Instituto Geografico Agustin Codazzi*. Obtenido de Guia de Muestreo: <https://www.igac.gov.co/sites/igac.gov.co/files/guiademuestreo.pdf>

Jaramillo Jaramillo, D. (2002). *Introducción a la Ciencia del Suelo*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Medellin, Colombia: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>

Jaramillo, D. F. (2002). *Introduccion a la Ciencia del Suelo*. Obtenido de Introduccion a la Ciencia del Suelo: <https://es.slideshare.net/FredyAlmeira/introduccion-a-la-ciencia-del-suelo>

León M. (6 de Enero de 2000). *Propiedades de los suelos*. Obtenido de CORPOICA (Corporacion colombiana de Investigación agropecuaria).: [www.agronet.gov.co/www/docs_si2/200671995247_Propiedades %20de%20los%20suelos.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/200671995247_Propiedades%20de%20los%20suelos.pdf) [Acceso 6 de enero de 2020]

León, M. (2000). *Propiedades de los suelos CORPOICA*. Obtenido de Programa Nacional de Transferencia de Tecnologia Agropecuaria. Bucaramanga, Colombia: [www.agronet.gov.co/docs_si2/200671995247_Propiedades %20de%20los%20suelos.pdf](http://www.agronet.gov.co/docs_si2/200671995247_Propiedades%20de%20los%20suelos.pdf)

- Leyva, & Rodriguez. (2013). *Valoración de indicadores de calidad para el diseño e implementación de tecnologías de manejo en Luvisoles de la zona norte de la provincia de Las Tunas.*. Las Tunas, Cuba (Doctorado).: Universidad Politécnica de Madrid.
- Lopez Diaz, & Estrada Medina. (2015). Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo Bioagrocencias.
- Lopez Diaz, M., & Estrada Medina, H. (2015). Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo Bioagrocencias.
<http://www.ccba.uady.mx/bioagro/V8N1/BC%208.1%20Propiedades%20del%20suelo.pdf>.
- Lucena, J. (2009). El empleo de complejantes y quelatos en la fertilización de micronutrientes. *Ceres*, , 56(4), 527 - 535.
- Malagon Castro, D. (2003). Ensayo sobre Tipología de Suelos Colombianos - Enfoque en Génesis y aspectos Ambientales. *Ciencias de la Tierra*, 332.
- Malagón Castro, D. (Septiembre de 2003). *Ensayo sobre tipología de suelos colombianos - Énfasis en génesis y aspectos ambientales- Rev. Acad. Colomb. Cienc. 27(104): 319-341. 2003. ISSN 0370-3908.*
- Maldonado Salazar, E., Quiñones Quiñones, K., Vásquez, H., & Miranda, J. (2005). *Estudio fisicoquímico, bromatológico, fitoquímico y potencial de transformación artesanal de la ciruela del Pacífico. Acta Agronómica.* Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/237025769_Estudio_fisicoquimico_bromatologico_fitoquimico_y_potencial_de_transformacion_artesanal_de_la_ciruela_del_Pacifico

- Merlano, J. M. (2007). Deltas y estuarios de Colombia. En J. M. Merlano, *Golfos y Bahías del Pacífico Colombiano*. Santafé de Bogotá: Banco de Occidente.
- Morales, & Aguilar A. (1992). Fertilización en diversos cultivos, quinta aproximación. *Instituto Colombiano Agropecuario, ICA.*, (1st ed., pp. 17-21).
- Mosquera, Y. (2016). *Propuesta productiva a partir del estudio exploratorio de los suelos del Resguardo Indígena Joaquincito de Buenaventura D.E - Valle del Cauca (Tesis Pregrado)*. Obtenido de Universidad del Pacífico, Buenaventura, Colombia, Programa de Agronomía.
- Mosquera, Y., & Pulido, S. (2017). *Estudio Exploratorio de los suelos del resguardo Indígena Joaquincito de Buenaventura D. E. - Valle del Cauca*. Obtenido de Suelos Ecuatoriales: http://unicauca.edu.co/revistas/index.php/suelos_ecuatoriales/article/view/78
- Osorio, N. (2012). Toma de Muestras de Suelos para Evaluar la Fertilidad del Suelo. Manejo Integral del Suelo y Nutrición Vegetal, . *Laboratorio de Suelos Facultad de Ciencias Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín.* , Vol. 1 No. 1.
- Porras, J, Lora Silva, R, Malavolta, E, Zapata H, R, Espinosa, J, . . . Burbano, O , H. (2001). Principios básicos sobre nutrición vegetal y fertilidad de suelos. En Fertilidad de suelos diagnóstico y control. *En Fertilidad de suelos diagnóstico y control (2nd ed., p. 32) Bogotá Dc Colombia, 2nd ed p, 32.*
- Reina Portocarrero, M, Montenegro, S., & Pulido, S. (2017). *Potencial agronómico de bacterias solubilizadoras de fosfato en compost generado con residuos orgánicos vegetales en*

condiciones de Buenaventura Valle del Cauca (Pregrado). Buenaventura Valle:
Universidad del Pacífico.

Roberts, T, & Henry, J. (2000). *EL Muestreo de Suelos: Los Beneficios de un Buen Trabajo*.
Publicado en Informaciones Agronómicas del Cono Sur, N°8. 1-5 p. Obtenido de EL
Muestreo de Suelos: Los Beneficios de un Buen Trabajo. Publicado en Informaciones
Agronómicas del Cono Sur, N°8. 1-5 p:
[http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/\\$webindex/A8EF73615D13C19B05256A11006AA55F/\\$file/](http://www.ipni.net/ppiweb/iaecu.nsf/$webindex/A8EF73615D13C19B05256A11006AA55F/$file/)

Rosales Escarria M., Montaña Posso, H., Montenegro, S, & Pulido, S. (2017). *Evaluación de la capacidad solubilizadora de fósforo (P) en bacterias nativas asociadas a la rizosfera de naidí Euterpeoleracea en el corregimiento No. 1 Bajo Calima*. Buenaventura D.E Valle del Cauca: Universidad del Pacífico.

Rosas, Patiño, G., , Puentes, Páramo, Y. J., , & Menjiva. (14 de Febrero de 2017). Relación entre el pH y la disponibilidad de nutrientes para cacao en un entisol de la Amazonia colombiana. . *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(3) 529-541. Obtenido de Manejo de sistemas productivos: <http://www.scielo.org.co/pdf/ccta/v18n3/0122-8706-ccta-18-03-00529.pdf>

Saenz. (2005). *Estudio de la determinación de los parametros para la obtención de Néctar a partir de Mango*. Obtenido de
<http://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/662/IND-%20GUZ-MAR-15.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sanchez, J. (1 de Marzo de 2020). *Fertilidad del suelo y nutrición mineral de plantas - conceptos básicos*. Obtenido de

<http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/FERTILIDAD%20DEL%20SUELO%20Y%20NUTRICION.pdf>

Suarez, C. (2010). *Estudios de Especies Frutales Promisorias con miras a su aprovechamiento sostenible en la Isla de San Andres, Colombia*. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Economicas Maestria en Medio Ambiente y Desarrollo Sandres Isla: http://bdigital.unal.edu.co/3389/1/905034.2010_Parte1.pdf

Toledo, M. (2016). Manejo de suelos ácidos en las zonas altas de Honduras: conceptos y métodos. *Repositorio IICA*, 1st ed P 36. Obtenido de Toledo, M. (2016). Manejo de suelos ácidos en las zonas altas de Honduras: conceptos y métodos [Ebook] (1st ed., p. 36). Honduras: IICA.: Recuperado de <https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/3108/BVE17069071e.pdf;jsessionid=0599AE3ABE32F75F7A66>

USDA. (2008). *Aggregate Stability*. Obtenido de Aggregate Stability Soil Quality Indicators.: http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_053287.pdf.

Vidal Martinez, J . (2003). *Dinámica del Potasio en el suelo y su requerimiento por los cultivos (Maestría)*. México.: Colegio de Postgraduados Montecillo, Edo.

Anexos

Anexo 1 Análisis fisicoquímico del sitio 1


**INFORME DE ANALISIS
SUELOS Y SUSTRATOS
LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICOS**

Cliente
 Solicitante
 Municipio
 Cultivo
 Finca
 Nombre de la muestra
 Fecha de Ingreso
 Fecha de Emision
 No Laboratorio

JOHNNATAN STICK LÓPEZ BUILES
 JOHNNATAN STICK LÓPEZ BUILES
 BUENAVENTURA
 SPONDIAS DULCIS
 VILLA STELLA
 MUESTRA 1
 20 de Mayo de 2019
 11 de Junio de 2019
 S-19050238

ELEMENTO	UNIDAD	RESULTADO	NIVEL	METODO
MAYORES				
Nitrogeno (N)	%	0,19	BAJO	Kjeldhal
Fosforo (P)	ppm	7,66	BAJO	Olsen Modificado
Potasio (K)	meq/100g suelo	0,86	ALTO	AcNH ₄
SECUNDARIOS				
Calcio (Ca)	meq/100g suelo	15,45	ALTO	AcNH ₄
Magnesio (Mg)	meq/100g suelo	1,38	BAJO	AcNH ₄
Sodio (Na)	meq/100g suelo	0,89	NORMAL	AcNH ₄
Azufre (S)	p.p.m	35,52	ALTO	Ca(H ₂ PO ₄) ₂
MENORES				
Boro (B)	p.p.m	0,74	ALTO	Ca(H ₂ PO ₄) ₂
Hierro (Fe)	p.p.m	427,5	ALTO	Doble Acido
Cobre (Cu)	p.p.m	2,48	ALTO	Doble Acido
Zinc (Zn)	p.p.m	6,61	ALTO	Doble Acido
Manganeso (Mn)	p.p.m	53,8	ALTO	Doble Acido
ELEMENTOS ESPECIALES				
Conductividad a 25 °C	dS/m	0,40	NO SALINO	Ext. Sat.
Capacidad de intercambio catiónico	meq/100g suelo	13,59	MEDIA	AcNH ₄
Carbono Organico (C)	%	2,19	BAJO	Walkley-Black
Relación Ca/Mg	Adimensional	11,21	AMPLIA CON DEF Mg	Calculada
Relación Mg/K	Adimensional	1,60	ESTRECHA	Calculada
Relación Ca/K	Adimensional	17,90	AMPLIA	Calculada
Relación (Ca + Mg)/K	Adimensional	19,49	AMPLIA	Calculada
ANALISIS DE CARACTERIZACION				
Materia organica (M.O.)	%	3,77	MEDIO	Walkley-Black
pH	Adimensional	7,13	NEUTRO	1-2.5

ANALISIS DE TEXTURA	
% Arcilla	27,04
% Limo	32,17
% Arena	40,79

TEXTURA
FRANCO ARCILLOSA

Daniela Noguera Casas

ANALISTA DE LABORATORIO



GRAFICA DE TEXTURAS



Lina Fernanda Vargas

JEFE DE LABORATORIO

Parque Industrial los Caimitos Bodega No 8 Calle 44 # 42 -116
 Telefax: (57) (816) 695 8968 Celular (816) 695 89 69 E-mail : analista@labssag.biz
 Palmira - Valle - Colombia

Anexo 2 Análisis fisicoquímico del sitio 2


**INFORME DE ANALISIS
SUELOS Y SUSTRATOS
LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICOS**

Cliente	JOHNNATAN STICK LÓPEZ BUILES
Solicitante	JOHNNATAN STICK LÓPEZ BUILES
Municipio	BUENAVENTURA
Cultivo	SPONDIAS DULCIS
Finca	VILLA STELLA 2
Nombre de la muestra	MUESTRA 2
Fecha de Ingreso	20 de Mayo de 2019
Fecha de Emisión	11 de Junio de 2019
No Laboratorio	S-19050239

ELEMENTO	UNIDAD	RESULTADO	NIVEL	METODO
MAYORES				
Nitrogeno (N)	%	0,15	BAJO	Kjeldhal
Fosforo (P)	ppm	79,99	ALTO	Olsen Modificado
Potasio (K)	meq/100g suelo	0,260	MEDIO	AcNH ₄
SECUNDARIOS				
Calcio (Ca)	meq/100g suelo	2,43	BAJO	AcNH ₄
Magnesio (Mg)	meq/100g suelo	1,35	BAJO	AcNH ₄
Sodio (Na)	meq/100g suelo	0,49	NORMAL	AcNH ₄
Azufre (S)	p.p.m	39,48	ALTO	Ca(H ₂ PO ₄) ₂
MENORES				
Boro (B)	p.p.m	1,078	ALTO	Ca(H ₂ PO ₄) ₂
Hierro (Fe)	p.p.m	593,3	ALTO	Doble Acido
Cobre (Cu)	p.p.m	2,837	ALTO	Doble Acido
Zinc (Zn)	p.p.m	14,41	ALTO	Doble Acido
Manganeso (Mn)	p.p.m	8,10	BAJO	Doble Acido
ELEMENTOS ESPECIALES				
Conductividad a 25 °C	dS/m	0,327	NO SALINO	Ext. Sat.
Capacidad de intercambio catiónico	meq/100g suelo	11,98	MEDIA	AcNH ₄
Carbono Organico (C)	%	1,73	BAJO	Walkley-Black
Relación Ca/Mg	Adimensional	1,80	ESTRECHA	Calculada
Relación Mg/K	Adimensional	5,19	AMPLIA	Calculada
Relación Ca/K	Adimensional	9,35	AMPLIA	Calculada
Relación (Ca + Mg)/K	Adimensional	14,54	AMPLIA	Calculada
ANALISIS DE CARACTERIZACION				
Materia organica (M.O.)	%	2,98	MEDIO	Walkley-Black
pH	Adimensional	5,48	MUY ACIDO	1-2.5

ANALISIS DE TEXTURA	
% Arcilla	23,04
% Limo	38,17
% Arena	38,79

TEXTURA
FRANCA



Daniela Noguera Casas

ANALISTA DE LABORATORIO



Lina Fernanda Vargas

JEFE DE LABORATORIO

Parque Industrial los Caimitos Bodega No 5 Calle 44 # 42 -116
 Telefax: (57) (815) 635 8956 Celular (815) 535 89 59 E-mail : analista@labsag.biz
 Palmira – Valle – Colombia

Anexo 3 Análisis fisicoquímico del sitio 3

INFORME DE ANALISIS SUELOS Y SUSTRATOS LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICOS

Cliente JOHNNATAN STICK LÓPEZ BUILES
 Solicitante JOHNNATAN STICK LÓPEZ BUILES
 Municipio BUENAVENTURA
 Cultivo SPONDIAS DULCIS
 Finca FINCA 3
 Nombre de la muestra MUESTRA 3
 Fecha de Ingreso 20 de Mayo de 2019
 Fecha de Emisión 11 de Junio de 2019
 No Laboratorio S-19050240

ELEMENTO	UNIDAD	RESULTADO	NIVEL	METODO
MAYORES				
Nitrogeno (N)	%	0,10	BAJO	Kjeldhal
Fosforo (P)	ppm	5,85	BAJO	Olsen Modificado
Potasio (K)	meq/100g suelo	0,16	BAJO	AcNH ₃
SECUNDARIOS				
Calcio (Ca)	meq/100g suelo	1,54	BAJO	AcNH ₃
Magnesio (Mg)	meq/100g suelo	0,66	BAJO	AcNH ₃
Sodio (Na)	meq/100g suelo	0,34	NORMAL	AcNH ₃
Azufre (S)	p.p.m	22,10	MEDIO	Ca(H ₂ PO ₄) ₂
MENORES				
Boro (B)	p.p.m	0,50	ALTO	Ca(H ₂ PO ₄) ₂
Hierro (Fe)	p.p.m	360,01	ALTO	Doble Acido
Cobre (Cu)	p.p.m	0,94	BAJO	Doble Acido
Zinc (Zn)	p.p.m	3,97	ALTO	Doble Acido
Manganeso (Mn)	p.p.m	2,08	BAJO	Doble Acido
ELEMENTOS ESPECIALES				
Conductividad a 25 °C	dS/m	0,08	NO SALINO	Ext. Sat.
Capacidad de intercambio catiónico	meq/100g suelo	15,19	MEDIA	AcNH ₃
Carbono Organico (C)	%	2,05	BAJO	Walkley-Black
Relación Ca/Mg	Adimensional	2,33	NORMAL	Calculada
Relación Mg/K	Adimensional	4,21	AMPLIA	Calculada
Relación Ca/K	Adimensional	9,78	AMPLIA	Calculada
Relación (Ca + Mg)/K	Adimensional	13,99	AMPLIA	Calculada
ANALISIS DE CARACTERIZACION				
Materia organica (M.O.)	%	2,05	BAJO	Walkley-Black
pH	Adimensional	4,87	MUY ACIDO	1-2.5

ANALISIS DE TEXTURA	
% Arcilla	43,04
% Limo	37,42
% Arena	19,54



TEXTURA
ARCILLOSA

Daniel Noguera Casas

Lasag

Lina Fernanda Vargas

ANALISTA DE LABORATORIO

JEFE DE LABORATORIO

Parque Industrial los Caimitos Bodega No 8 Calle 44 # 42 -116
 Telsfax: (57) (315) 535 8958 Celular (315) 535 89 59 E-mail : analista@labsag.biz
 Palmira – Valle – Colombia