



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



Componente práctico del Examen de Grado de carácter
Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo para obtener el título de:

INGENIERA AGRÓNOMA

TEMA:

“Estudio de la calidad de suelos agrícolas de fincas productoras de
ciclo corto en la zona de Babahoyo”

AUTORA:

Clara Julisa Mora Guerrero

TUTOR:

Ing. Agr. Oscar Mora Castro, MAE

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2021

DEDICATORIA

Dedico con el corazón este trabajo investigativo, a Dios por guiarme y bendecir mi vida darme fuerzas y constancia, para poder llegar a cumplir esta meta de ser Ingeniera Agrónoma de la República del Ecuador.

A la vez lo dedicado a mis amados padres JUAN ALBERTO MORA SANTANA Y ZOILA CLARA GUERRERO CHICA, por todo el amor y apoyo constante, motivándome a seguir adelante y no rendirme, con sus consejos y esfuerzos los cuales no me alcanza la vida para agradecerles, este logro es por ellos y para ellos, a mi novio ANDY ARIEL SANCHEZ LEON que al igual que mis padres fue mi motivación y apoyo incondicional, con persistencia obtuvimos nuestro sueño planteado, ser profesionales juntos, este proceso de estudio no fue fácil, pero con la bendición de Dios lo logramos.

AGRADECIMIENTOS

➤ Agradezco a mi querida Universidad Técnica de Babahoyo la cual me dio la bienvenida para pulirme y darme conocimientos profesionales, agradezco a mis preciados maestros por sus ideas, teorías y valores brindados, a mis compañeros por brindarme su amistad y hacer más fácil este proceso de estudio entre risas y esfuerzo, todos somos una familia universitaria con días buenos y malos pero juntos, pensábamos que era difícil e inalcanzable pero aquí estamos a un paso de concluir nuestra meta seremos colegas amigos queridos.

➤ Agradezco también a Don WILSON DE LA CRUZ que aparte de ser mi catedrático me dio sus consejos y apoyo para no desmayar y siguiera escalando, a la señora VIOLETA MORALES, a mi comadre ROSAURA LEON, y a la señora MERCEDES LEON por abrirme las puertas de su hogar y de su corazón hacia mi persona les agradezco con mi vida por su granito de arena y le pido a Dios que los bendiga grandemente.

RESUMEN

“Estudio de la calidad de suelos agrícolas de fincas productoras de ciclo corto en la zona de Babahoyo”

Autora

Clara Julisa Mora Guerrero

Tutor

Ing. Agr. Oscar Mora Castro, MAE.

El Ecuador se caracteriza por la gran variedad y la riqueza de sus recursos naturales, dentro de los cuales se puede destacar en particular la presencia de suelos volcánicos con un potencial agrícola elevado y una amplia gama de climas sobre distancias cortas. Muy temprano, el hombre supo aprovechar estas condiciones favorables y desarrollar una agricultura floreciente que se distingue por sus producciones de una notable diversidad de donde alternan productos tropicales y de clima templado. El contenido de materia orgánica en los suelos de las fincas es bajo y repercute en la estabilidad de los agregados, retención de nutrientes, disponibilidad de agua, reducción de erosión y mayor actividad de microorganismos. Es necesario incrementar su contenido, tomando en cuenta la procedencia del material y cantidad disponible en el suelo. Se debe subir la dosis K, P y NO₃, bajar la dosis del Ca y Mg, en micronutrientes subir la bajar dosis de Mn y Fe, aplicando fertilizantes solubles con fuente de Zn y B, aunque la modificación del pH hará estos elementos más disponibles. Si el sistema de riego no permite atender a casos exclusivos, se recomienda aplicaciones al suelo o vía foliar en caso de micro nutrientes. El índice de calidad actual del suelo en promedio es de 39.8, que puede ser mejorado en un 34.3%, implementando prácticas de subsolado profundo, reduciendo presión de agua, adición de materia orgánica, corrección de pH y de antagonismos nutricionales.

Palabras Claves: Suelos, Análisis químico, Calidad, Sostenibilidad.

ABSTRACT

"Study of the quality of agricultural soils of short-cycle producing farms in the Babahoyo area"

Author

Clara Julisa Mora Guerrero

Tutor

Ing. Agr. Oscar Mora Castro, MAE.

Ecuador is characterized by the great variety and richness of its natural resources, among which the presence of volcanic soils with high agricultural potential and a wide range of climates over short distances can be highlighted. Very early, man knew how to take advantage of these favorable conditions and develop a flourishing agriculture that is distinguished by its productions of a remarkable diversity where tropical and temperate climate products alternate. The organic matter content in farm soils is low and affects aggregate stability, nutrient retention, water availability, erosion reduction, and increased activity of microorganisms. It is necessary to increase its content, taking into account the origin of the material and the amount available in the soil. The K, P and NO₃ dose should be increased, the Ca and Mg dose should be lowered, in micronutrients the low dose of Mn and Fe should be raised, applying soluble fertilizers with a source of Zn and B, although the modification of the pH will make these elements more available. If the irrigation system does not allow to attend to exclusive cases, applications to the soil or foliar route are recommended in case of micronutrients. The current soil quality index on average is 39.8, which can be improved by 34.3%, implementing deep subsoiling practices, reducing water pressure, adding organic matter, correcting pH and nutritional antagonisms.

Keywords: Soils, Chemical analysis, Quality, Sustainability.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
Índice de Gráficos.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. MARCO METODOLÓGICO	4
1.1. Definición del tema caso de estudio	4
1.2. Planteamiento del problema.....	4
1.3. Justificación	5
1.4. Objetivo	6
1.4.1. General.....	6
1.4.2. Específicos.....	6
1.5. Fundamentación teórica	7
2.1. Hipótesis	11
2.2. Metodología de la investigación	11
CAPÍTULO II. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	12
2.1. Situaciones detectadas	12
2.2. Soluciones planteadas	13
2.3. Conclusiones	18
BIBLIOGRAFÍA.....	21

Índice de Gráficos

- Figura 1. Valores de materia orgánica y pH en suelos agrícolas. Babahoyo, 2021.....14
- Figura 2. Concentración de Nitrógeno, Fósforo y Azufre, en suelos agrícolas. Babahoyo, 2021.....15
- Figura 3. Concentración de Calcio en suelos agrícolas. Babahoyo, 2021.....15
- Figura 4. Concentración de Potasio y Magnesio en suelos agrícolas. Babahoyo, 2021.....16
- Figura 5. Concentración de Cobre y Manganeso en suelos agrícolas. Babahoyo, 2021.....17
- Figura 6. Concentración de Hierro en suelos agrícolas. Babahoyo, 2021.....17
- Figura 7. Concentración de Zinc y Boro en suelos agrícolas. Babahoyo, 2021.....18

INTRODUCCIÓN

El Ecuador se caracteriza por la gran variedad y la riqueza de sus recursos naturales, dentro de los cuales se puede destacar en particular la presencia de suelos volcánicos con un potencial agrícola elevado y una amplia gama de climas sobre distancias cortas. Muy temprano, el hombre supo aprovechar estas condiciones favorables y desarrollar una agricultura floreciente que se distingue por sus producciones de una notable diversidad de donde alternan productos tropicales y de clima templado.

Los sistemas agrícolas conducidos con labranza convencional (LC), y a su vez induce modificaciones en la biología del suelo y en el desarrollo del sistema radicular de las plantas. Los efectos sobre el ambiente edáfico modifican la dinámica de los nutrientes, en especial del nitrógeno (N) y por lo tanto la disponibilidad de los mismos para los cultivos. La mala estructura del suelo debido a la excesiva labranza, así como el encharcamiento y la compactación del mismo por idéntico problema reducen en gran cantidad la absorción de minerales especialmente potasio, debido a que reducen la cantidad de oxígeno en el suelo.

La degradación del suelo es un problema que ha crecido con el paso del tiempo, generando problemas ambientales de tipo global, regional y local como, por ejemplo, el cambio climático global, el azolve de lagos y la compactación del suelo. La capacidad de la tierra para producir alimentos a disminuido 16% en los últimos años debido a que 40% de los suelos agrícolas del mundo están siendo afectados por la degradación: física, química y biológica (Muñoz 2015).

La degradación del suelo se debe a diversos factores: a) la operación de prácticas agropecuarias en las que se utiliza el suelo como sustrato, sin considerar sus propiedades, funciones y potencial intrínseco; b) la escasez de estudios edafológicos (debido al alto costo y a la escasa cantidad de profesionistas que trabajen en el área); c) la dificultad de la comprensión de los conocimientos edafológicos generados; d) la insuficiente planeación en el

uso del suelo; e) la poca cantidad de profesionistas en el área y f) la falta de conciencia ambiental al desconocer la importancia del suelo (Valenzuela y Zinck *et al* 2004).

La degradación de las características y propiedades físicas del suelo es una de las principales limitaciones en los suelos agrícolas, por lo que hace necesario implementar prácticas de manejo orientadas a su recuperación. Con la finalidad de determinar la respuesta del suelo, expresada en sus propiedades físicas. La agricultura intensiva de ciclo corto en especial ha conllevado al deterioro del recurso natural más importante, el suelo, producto a tecnologías de labranza tradicionales que alteran sus propiedades físicas y elevan los costos de producción.

La evaluación de suelos tiende a enfocarse en los requerimientos específicos del suelo y manejo de tierras y el encuadre entre ambos. La mayoría de las evaluaciones de suelos han sido implementadas para manejos de sistemas agrícolas y sistemas de cultivos, aunque los mismos principios se pueden aplicar a otras medidas.

Dentro del manejo de las tierras se integra el manejo del suelo y tiende a enfocarse en las diferencias de tipos de suelos y sus características para definir intervenciones específicas con el ámbito de mejorar su calidad para el seleccionado uso de la tierra. Prácticas específicas de manejo del suelo son necesarias para la protección y conservación de los recursos del suelo. Además, existen intervenciones específicas para aumentar el almacenamiento de carbono en el suelo y mitigar el cambio climático (FAO 2015).

La clasificación de suelos tiene como finalidad su ordenamiento según las características principales, de tal manera que el nombre proporciona información sintetizada con base en conceptos previamente acordados y entendibles entre el grupo de personas que la conoce y maneja. La clasificación es necesaria para la propagación de técnicas con éxito en los ámbitos agrícola, pecuario, forestal, urbano, ambiental y de salud. Así, por

ejemplo, recomendaciones sobre: a) técnicas de manejo de cultivos de cobertura, b) tipo y forma de labranza (FAO-ISRIC-IUSSS 2001).

Basado en la información detallada previamente se plantea el siguiente problema:

¿Debe conocerse la fertilidad de los suelos a través de estudios técnicos, que identifiquen las potencialidades y perspectivas de manejo?

CAPÍTULO I. MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del tema caso de estudio

Ha sido una constante durante los últimos años en el Ecuador, el uso intensivo, desordenado e indiscriminado de los recursos naturales, lo que ha llevado al agotamiento, destrucción y degradación de los mismos, creando un desequilibrio y afectando a la integridad ecológica de los ecosistemas.

1.2. Planteamiento del problema

El levantamiento de suelos, es una herramienta para estudiar y describir sistemáticamente este recurso natural, por lo tanto, constituye el procedimiento más rápido y preciso para hacer predicciones de su comportamiento bajo diferentes usos y niveles de manejo.

El enfoque geo-pedológico hace un uso intensivo de la fotointerpretación para la selección y muestreo de perfiles de suelos en menor número que el requerido con los métodos tradicionales, reduciendo la colección de muestras y los análisis de laboratorio, sin perder el rigor científico. Siempre que se habla de un suelo de buena calidad se hace mención a una gama de características que lo identifican, sin embargo, algunas que se consideran más significativas e influyentes en su productividad agropecuaria.

En un suelo de buena calidad se deben obtener cultivos sanos y de alto rendimientos, con un mínimo de impactos negativos sobre el medio ambiente. Es un suelo que también brinda propiedades estables al crecimiento y salud de los cultivos, haciendo frente a condiciones variables de origen humano y natural, principalmente las relacionadas con el clima, es decir, debe ser un suelo flexible y resistir el deterioro.

Una de las propiedades que más influye en el manejo de los suelos es

su textura, es decir, la composición y la preparación de los elementos que la forman; estos hacen, por ejemplo, que los suelos arcillosos sean muy difíciles de cultivar, porque con cambios modestos del contenido de humedad pasan a ser pegajosos o duros como piedras. Los suelos arenosos por su parte, fáciles de arar, porque no se vuelven lodosos ni se endurecen al mojarse.

Es una de las medidas más elementales que considera un manejo agroecológico de suelos. Se refiere al estudio de los factores limitantes de los mismos en relación con las exigencias del cultivo y sus niveles de tolerancia a la presencia de determinadas cualidades dadas por sus propiedades físicas y químicas.

En la medida en que los cultivos bajo explotación corresponden en mayor medida con la vocación del suelo, la práctica agrícola se acercará más a los procesos que naturalmente tienen lugar en el suelo, requiriéndose a su vez menos intervención externa y de los agricultores para contrarrestar efectos negativos.

El uso de suelos según su vocación se consigue a través de los estudios de factores limitantes y por tanto de la clasificación agro-productiva general y particular para los cultivos. El estudio de suelos debe incluir el estudio de las propiedades físicas, químicas y biológicas. El estudio de los factores limitantes del suelo para que el mismo permita la mayor expresión de los rendimientos y calidad de las cosechas, incluirá, en la medida de las posibilidades del agricultor.

1.3. Justificación

El suelo es cuerpo natural, tridimensional que, comúnmente (pero no siempre) tiene horizontes compuestos de minerales, materia orgánica y organismos que puede soportar el crecimiento de las plantas de manera natural.

El suelo almacena nutrimentos, participa en la liberación moderada de los mismos y otros elementos para el crecimiento de las plantas. Mediante los

ciclos biogeoquímicos, los nutrientes pueden ser transformados a formas disponibles para las plantas y convertirse en biomasa.

Algunos cultivos requieren condiciones especiales para su buen desarrollo y sólo es posible cultivarlos con éxito en suelos con características particulares, como el arroz, por ejemplo. Por el contrario, algunos cultivos pueden crecer y desarrollarse en diversos grupos de suelo, como la caña de azúcar. Otros, como el maíz, son cultivados en una gran variedad de grupos de suelos por lo que la productividad es muy variable: a veces, el productor da prioridad a la seguridad alimentaria o a la calidad en lugar de alta productividad.

La calidad es un conjunto de propiedades físicas, químicas y biológicas que, juntas, contribuyen a la conservación de las funciones del suelo. Los indicadores de la calidad del suelo (ICS) miden las propiedades que influyen sobre la capacidad del mismo para conservar las funciones de los suelos. Existen muchas propiedades del suelo que cambian en respuesta a las diferentes prácticas de manejo y uso de la tierra, muchas de ellas son más sensibles, mientras que otras no lo son tanto.

Los ICS deben: a) correlacionarse con los procesos del ecosistema; b) integrar las propiedades físicas, químicas y biológicas, y ser un punto básico para estimar las propiedades o funciones del suelo más difíciles de medir directamente; c) medirse fácilmente en campo tanto por especialistas como por productores y d) ser sensibles a las variaciones climáticas y de manejo.

1.4. Objetivo

1.4.1. General

Evaluar las propiedades físicas y químicas de suelos dedicado a la siembra de cultivos de ciclo corto.

1.4.2. Específicos

- Determinar las principales características y propiedades físicas de suelos plantados con cultivos de ciclo corto.

- Establecer afectaciones en la calidad agronómica de los suelos.
- Proponer alternativas de manejo de los suelos cultivados.

1.5. Fundamentación teórica

La Pedología o Edafología es la subdisciplina de las ciencias del suelo que se encarga de integrar y cuantificar la distribución, morfología, génesis y clasificación de los suelos como cuerpo natural del paisaje (Ibañez y Boixadera 2002).

El suelo constituye un sistema heterogéneo altamente complejo y dinámico, tanto en el espacio como en el tiempo, que sirve de sustento a una gran variedad de especies vegetales, animales y microbianas. Numerosos procesos físicos, químicos y biológicos actúan simultáneamente para mejorar o empobrecer la condición del suelo y las funciones que éste desempeña (Nogales 2005).

La explotación agrícola de los suelos ha producido con el tiempo un desbalance entre las entradas y las salidas de algunos nutrientes esenciales. Como consecuencia de esto, se ha producido un déficit en el aporte de los elementos que es necesario suplir mediante la fertilización (Bernier y Bortolameolli 2000).

Las características físicas, químicas y biológicas del suelo, así como la presencia de plantas, influyen de manera notable sobre el número y la actividad de las poblaciones microbianas. Para elucidar las intrincadas interrelaciones y mecanismos de control del flujo de nutrientes y de energía en el ecosistema suelo, se requiere de una cuantificación realista de la biomasa microbiana (Luna *et al* 2002).

La degradación del suelo es un problema que ha crecido con el paso del tiempo, generando problemas ambientales de tipo global, regional y local como, por ejemplo, el cambio climático global, el azolve de lagos y la compactación del suelo. La capacidad de la tierra para producir alimentos a disminuido 16% en los últimos años debido a que 40 % de los suelos agrícolas del mundo están

siendo afectados por la degradación (física, química y biológica), lo cual ha reducido su capacidad productiva (Oldeman 1994).

El término “calidad del suelo”, desde su definición inicial, como la capacidad del suelo de producir bienes económicos y servicios y regular el ambiente, ha sido refinado y expandido por científicos, incluyendo una gran cantidad de indicadores de rendimiento. Considerando la amplia gama de definiciones que pueden obtenerse, algunos autores destacan que la calidad del suelo necesita ser evaluada tomando en cuenta su uso, así un suelo particular puede ser de alta calidad para una función y muy pobre para otra (Norfleet *et al* 2003).

Por otro lado, los agregados del suelo proporcionan una importante capacidad para almacenamiento transitorio de macronutrientes, y pueden influenciar la disponibilidad de nutrientes, principalmente en suelos tropicales. Los contenidos de C, N, P, y S de los agregados y la relación C/N están estrechamente relacionados con el tamaño del agregado. Sin embargo, los diferentes métodos usados para la determinación de agregados, hacen difícil la comparación entre los resultados de diferentes estudios (Six 2002)

La cantidad de fertilizante que se debe aplicar a un cultivo es una de las principales decisiones que tiene que tomar un productor antes de establecer un cultivo en el campo. La decisión que se tome debe asegurar que el cultivo tenga un resultado exitoso y económicamente rentable. La inversión en fertilizantes representa una parte importante de los costos de producción. Por esto, una fertilización lo más próxima a las necesidades reales de las plantas, contribuirá, por una parte, a que éstas no se vean restringidas en su crecimiento por limitaciones de nutrientes (Bernier y Bortolameolli 2000).

2. Estudios de suelos

Los estudios edafológicos son muy variables en función de los objetivos buscados. Se realizan de forma frecuente en la agricultura con el fin de maximizar las producciones agrícolas o de corregir algún problema del suelo, con el objeto de encontrar una solución adecuada y mejorar las características

del suelo (Mora 2019).

La clasificación de suelos tiene como finalidad su ordenamiento según las características principales, de tal manera que el nombre proporciona información sintetizada con base en conceptos previamente acordados y entendibles entre el grupo de personas que la conoce y maneja. La clasificación es necesaria para la propagación de técnicas con éxito en los ámbitos agrícola, pecuario, forestal, urbano, ambiental y de salud.

Además, en el manejo del suelo se requiere de la consideración de la heterogeneidad espacial mediante la elaboración de mapas a diversas escalas con el fin de lograr aumentos en la producción agrícola, así como evitar problemas de degradación del ambiente y de salud humana (FAO-ISRIC-IUSSS, 2001).

Si no existieran estudios de suelos o éstos fueran muy generalizados, es necesario revisar la posible existencia de estudios de otra naturaleza del área, especialmente los relacionados con los factores de formación de suelos, otros recursos naturales y la infraestructura del área tales como geológicos, geomorfológicos, climáticos, fitogeográficos, hidrográficos, actividades económicas, servicios, etc. Esta información es muy importante tanto para el estudio edafológico como para el diagnóstico y las recomendaciones a formular (Fadda 2017).

Los errores debidos a muestras mal tomadas, son generalmente los más significativos, porque no se pueden corregir en las fases subsiguientes. Una muestra mal tomada puede causar errores de un 50% o más en el diagnóstico de la fertilidad de un suelo. La recolección de una muestra representativa es esencial para una correcta recomendación de fertilizantes y/o enmiendas y posibilita la obtención de rendimientos económicos (Bernier y Bortolameolli 2000).

La fuente de elementos en los suelos puede ser orgánica o inorgánica. Su aporte y dinámica está influenciada por el material de origen y por los

procesos de evolución del suelo. Es así, que los conceptos de fertilidad “potencial y actual” están determinados por la mineralogía del suelo, el tipo y cantidad de materiales orgánicos y los procesos formativos del suelo (Brady y Weil 2001).

La evaluación de suelos requiere de una comparación de los beneficios obtenidos y de los insumos necesarios para lograrlos en distintos tipos de tierras, objeto de evaluación. Se requiere un enfoque multidisciplinario. La evaluación debe hacerse dentro de un contexto físico y socioeconómico, la evaluación involucra la comparación entre varios tipos de uso (NRCS 2011).

Los análisis químicos como: pH, conductividad eléctrica, humedad, materia orgánica, carbonatos, nitrógeno total, fósforo, potasio, calcio, magnesio, sodio, boro, cloruros, micronutrientes (hierro, zinc, manganeso y cobre) y porcentaje de saturación. A partir del estudio de los resultados obtenidos se establece la composición básica del suelo, su grado de fertilidad y equilibrio, y las causas reales de los diferentes problemas que presente el suelo (ALLPE 2021).

Así mismo indican que en función de los objetivos pretendidos es posible determinar si existe deficiencia de nutrientes, hay presente algún contaminante, si son necesarias enmiendas, si es viable el crecimiento de determinados cultivos, si existen limitaciones en el manejo de fertilizantes y un sinnúmero de casos prácticos que se pueden presentar.

En las clasificaciones actuales de suelo, se trata de aproximarse a un sistema natural de clasificación como un ideal, aunque se tiende a dar mayor peso a las propiedades de mayor relevancia agrícola. En nuestro país el sistema de Clasificación Taxonómica más utilizado es el de la Taxonomía de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA). En ella los conceptos genéticos no son empleados, excepto como una guía sobre la relevancia y peso de las propiedades edáficas, y como las definiciones deben ser precisas y cuantitativas, se usa la clasificación diagnóstica (Fadda 2017).

2.1. Hipótesis

Ho: El conocimiento de las propiedades químicas y físicas de los suelos, no mejoran el manejo de los cultivos.

Ha: El conocimiento de las propiedades químicas y físicas de los suelos, mejoran el manejo de los cultivos.

2.2. Metodología de la investigación

El trabajo se basará en un conjunto de actividades relacionadas a: colecta de muestra y envío a laboratorio de muestras de suelos, recopilación de información de los cultivos ciclo corto presentes y compilación documental de trabajos.

En este caso se empleará, compendio, lectura, análisis, síntesis y exploración de diversas bibliografías, como: folletos, catálogos, libros, revistas, artículos científicos y páginas web, estas fueron supeditadas a diversas técnicas de trabajo, realizando resúmenes sobre la presencia de los suelos y sus problemáticas.

CAPÍTULO II. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Situaciones detectadas

La degradación del suelo es un problema que ha crecido con el paso del tiempo, generando problemas ambientales de tipo global, regional y local como, por ejemplo, el cambio climático global, el azolve de lagos y la compactación del suelo. La capacidad de la tierra para producir alimentos a disminuido 16 % en los últimos años debido a que 40% de los suelos agrícolas del mundo están siendo afectados por la degradación (física, química y biológica).

La clasificación de suelos tiene como finalidad su ordenamiento según las características principales, de tal manera que el nombre proporciona información sintetizada con base en conceptos previamente acordados y entendibles entre el grupo de personas que la conoce y maneja. La clasificación es necesaria para la propagación de técnicas con éxito en los ámbitos agrícola, pecuario, forestal, urbano, ambiental y de salud.

La evaluación del estado estructural se realizó mediante el método de muestreo aleatorio a una profundidad de 30 cm mediante zig-zag, que permitió la descripción morfológica de la estructura. Esta descripción se basó en una zonificación de la variabilidad del estado estructural, ponderando en cada finca estudiada, mediante su productiva en función de los nutrientes encontrados y los niveles de estos medidos a través de un análisis de suelos (AS).

. Las unidades de medida se basaron en una muestra por cada 10 hectáreas de terreno. Para la realización de este trabajo se empleó, estadística

descriptiva y paramétrica para la medición de las variables a evaluar. Se evaluó: concentración de macro y microelementos, pH y materia orgánica.

2.2. Soluciones planteadas

La zona donde se sitúan las fincas muestreadas presentan una topografía regular plana, con formación de sectores de depresión (pozas). El material parental pertenece al grupo de Roca Sedimentaria tipo arenisca, como agente transportador se indica al agua, la cual formó un depósito aluvial de sedimentos no muy antiguos. Los colores de suelos varían del 5 YR - Chorma 2-4 al Gley 2 (Según Munsell Soil color chart) y perfiles de poco desarrollo. La clasificación de suelos del USDA (Soil Taxonomy), los coloca en el Orden Inceptisol.

Materia orgánica y pH en suelos agrícolas

El promedio general de Materia Orgánica fue 2,74 %, el cual es bajo según el nivel óptimo para los suelos de zona bajas (3,0 %). Los rangos estuvieron desde 1,30 % en la finca Patricio, hasta 3,40 % en la finca Agustín (Figura 1).

Los suelos evaluados presentaron valores de pH determinaron rangos desde 5,2 en la finca Agustín a 7,3 en la finca Andy; con una media de 6,0 o ligeramente ácido (Figura 1).

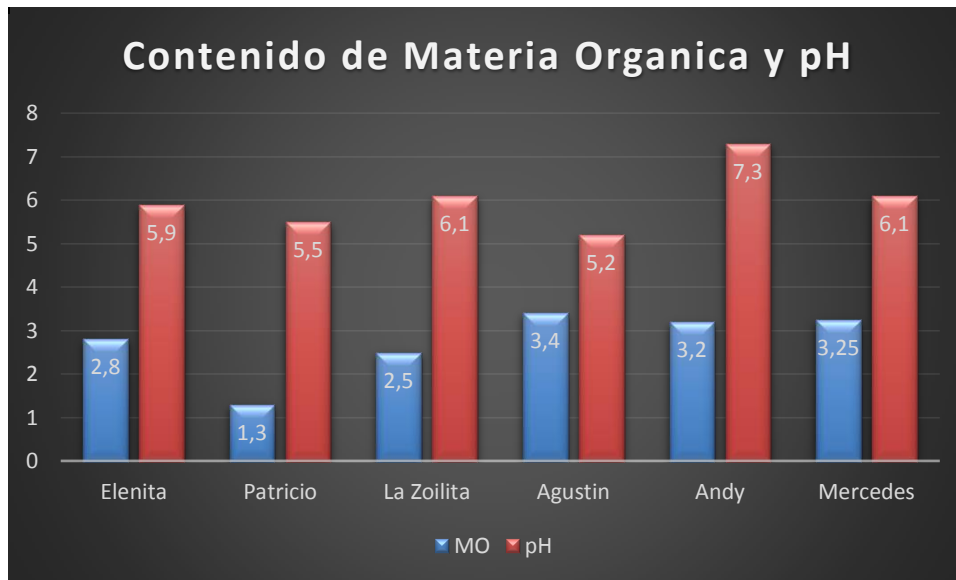


Figura 1. Valores de materia orgánica y pH en suelos agrícolas. Babahoyo, 2021.

Macroelementos aniones Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Azufre (S)

Los suelos de las fincas estudiadas presentaron una media de 31,17 $\mu\text{g}/100\text{gss}$ la cual se sitúa en el rango de medio según la escala de niveles de referencia óptimos (NRO). La finca Elenita tuvo el valor más bajo con 15 $\mu\text{g}/\text{ml}$, mientras que el valor más bajo se encontró en la finca Zoilita (40 $\mu\text{g}/\text{ml}$). Como resultado final se denota que 5 de las 6 finca evaluadas tuvieron valores mayores al nivel mínimo de referencia (20 $\mu\text{g}/\text{ml}$) (Figura 2).

Los promedios de Fósforo (Figura 2) mostraron variabilidad, con niveles altos de este elemento en la finca Patricio (42 $\mu\text{g}/\text{ml}$) y bajos en las fincas Elenita-Andy (11 $\mu\text{g}/\text{ml}$). Todas las fincas superaron el nivel mínimo requerido de fosforo en el suelo (10 $\mu\text{g}/\text{ml}$), sin embargo solo dos de ella fueron altos (Fincas Patricio y Agustín). La media general del análisis fue 21,17, superior al nivel de referencia óptimo.

El análisis de Azufre determinó suelos con 47 $\mu\text{g}/\text{ml}$ en la finca Agustín siendo el más alto, con el menor valor en las fincas Patricio y la Zoilita (10 $\mu\text{g}/\text{ml}$). Las seis fincas evaluadas presentaron un valor igual o mayor al NRO (10 $\mu\text{g}/\text{ml}$). El promedio general del elemento fue 21 $\mu\text{g}/\text{ml}$, valor que superior al rango de referencia óptimo (Figura 2).

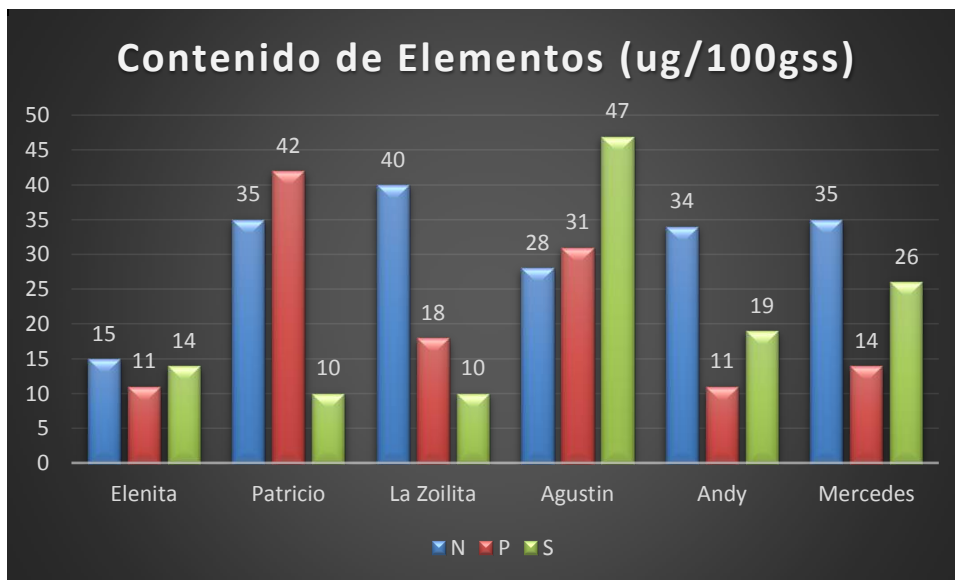


Figura 2. Concentración de Nitrógeno, Fósforo y Azufre, en suelos agrícolas. Babahoyo, 2021.

Macroelemento Calcio (Ca)

Los suelos de la finca Andy (3529 $\mu\text{g/ml}$) presentaron los valores más altos por encima del NRO, siendo la finca Mercedes (1383 $\mu\text{g/ml}$) la que tuvo menor valor e incluso menor al NRO (1600 $\mu\text{g/ml}$). El promedio fue 2598,67 $\mu\text{g/ml}$ superior al nivel de referencia óptimo, que para el Calcio es de 1600 $\mu\text{g/ml}$ (Figura 3).

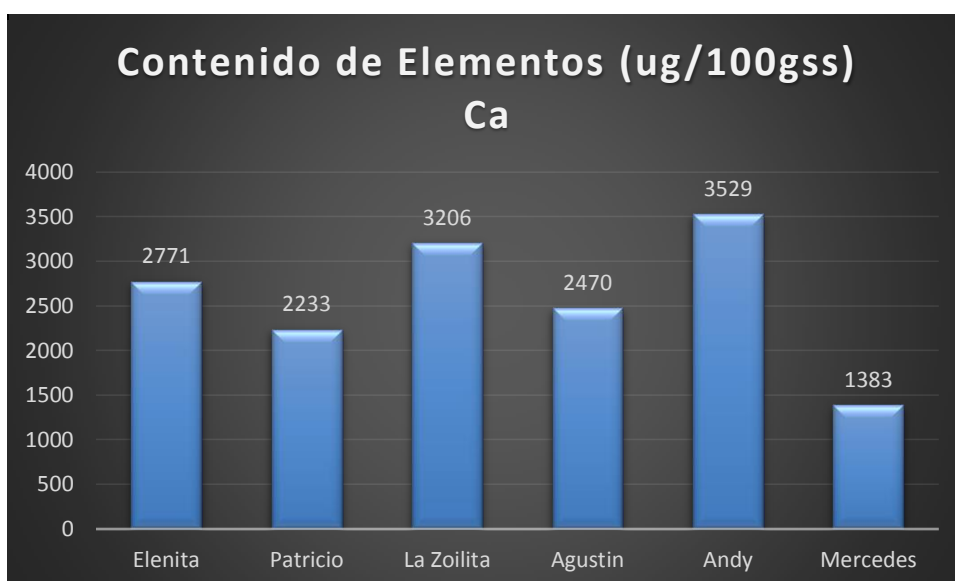


Figura 3. Concentración de Calcio en suelos agrícolas. Babahoyo, 2021.

Macroelementos Potasio (K) y Magnesio (Mg)

Los suelos de las fincas Patricio y Mercedes (66 y 49 $\mu\text{g}/\text{ml}$, en su orden) presentan los valores más bajos por debajo del nivel de referencia mínimo-NRM (78 $\mu\text{g}/\text{ml}$). La finca Elenita tuvo el registro más alto del elemento con 147 $\mu\text{g}/\text{ml}$. Ninguna de las fincas paso del nivel alto de rango optimo (156 $\mu\text{g}/\text{ml}$), sin embargo, el promedio general fue 105,5 superior al nivel de referencia mínimo (Figura 4).

En el caso del Magnesio se encontró un nivel alto en el 100 % de las fincas muestreados, siendo la finca Andy la que tuvo mayor valor con 995 $\mu\text{g}/\text{ml}$. El promedio general fue 564,83 $\mu\text{g}/\text{ml}$, superior al nivel alto de referencia óptimo que es 243 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (Figura 4).

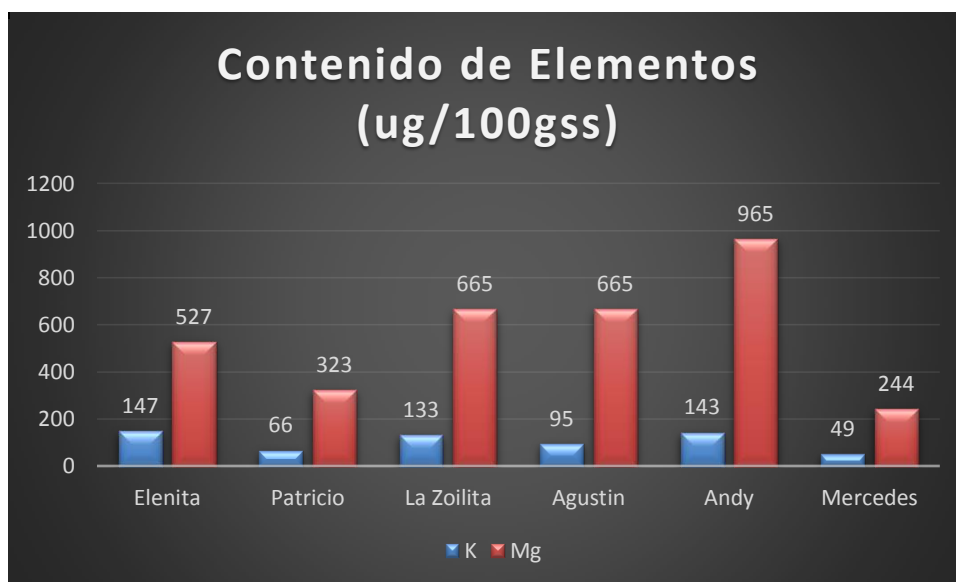


Figura 4. Concentración de Potasio y Magnesio en suelos agrícolas. Babahoyo, 2021.

Microelementos Cobre (Cu) y Manganeso (Mn)

Los niveles de Cobre fueron altos (mayores al NROA 4 $\mu\text{g}/\text{ml}$) en las seis fincas evaluadas, siendo la finca Agustín la que presento mayor registro (25,9 $\mu\text{g}/\text{ml}$) y menor en la finca Andy (11 $\mu\text{g}/\text{ml}$). El promedio general fue 16,35 $\mu\text{g}/\text{ml}$, superior al NROA (Figura 5).

Los promedios de Manganeso fueron altos en las seis fincas evaluadas, los suelos con niveles altos fueron del predio Agustín (107 $\mu\text{g}/\text{ml}$), siendo menores los de la finca Andy (16 $\mu\text{g}/\text{ml}$). La media general de los análisis de suelos fue 46,83 $\mu\text{g}/\text{ml}$, superior al nivel de referencia óptimo máximo que es 15 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (Figura 5).

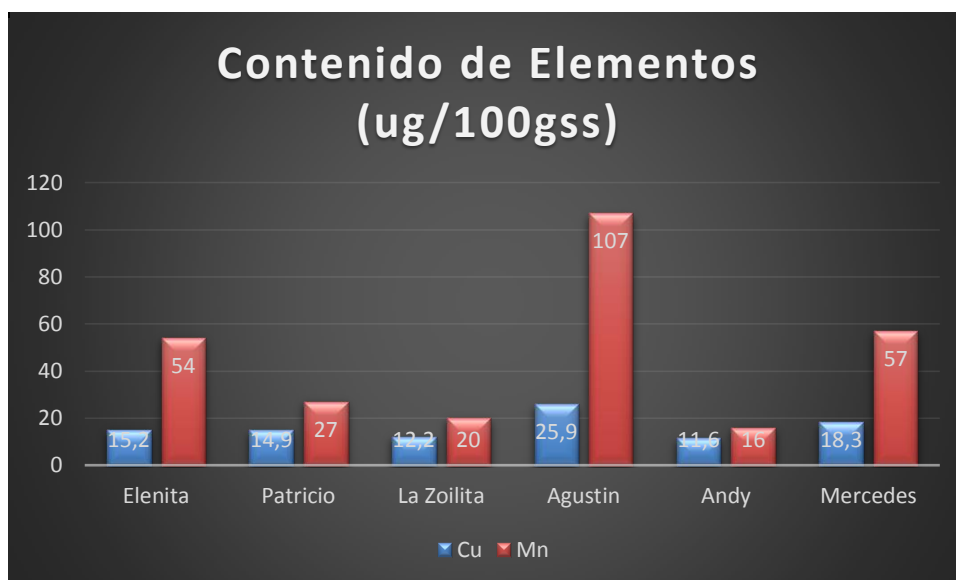


Figura 5. Concentración de Cobre y Manganeso en suelos agrícolas. Babahoyo, 2021.

Microelemento Hierro (Fe)

Los niveles promedios de Hierro (303,67 $\mu\text{g}/\text{ml}$) fueron altos en el 100 % de las fincas examinadas. Siendo estos valores superiores al nivel de referencia óptimo, que es 40 $\mu\text{g}/\text{ml}$ en Hierro (Cuadro 5, Anexo 6).

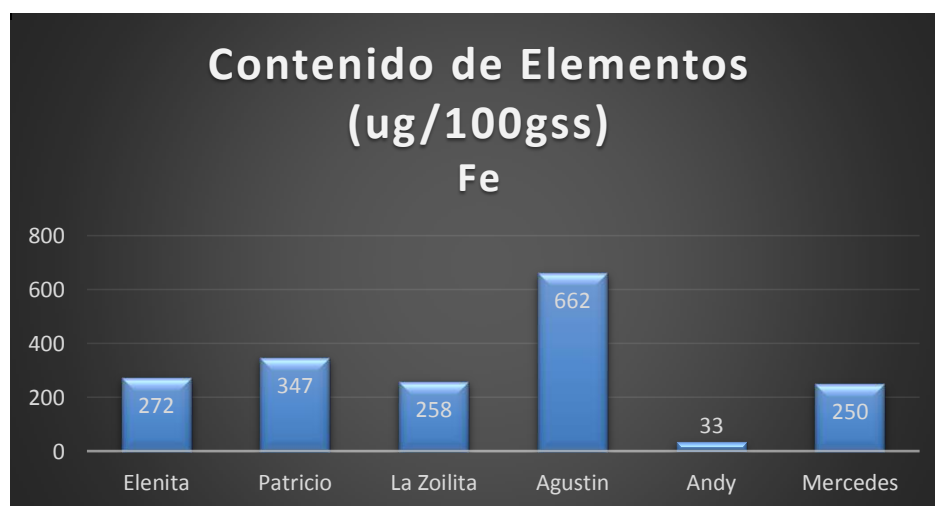


Figura 6. Concentración de Hierro en suelos agrícolas. Babahoyo, 2021.

Microelementos Zinc (Zn) y Boro (B)

Los suelos de la finca Mercedes mostraron los niveles más altos de Zinc (5,2 $\mu\text{g/ml}$), siendo este mayor al NROmin (2,0 $\mu\text{g/ml}$). Las fincas Patricio y Agustín también tuvieron valores mayores al NROmin, mientras las fincas Elenita, La Zoilita y Andy tuvieron niveles bajos. El promedio general del elemento fue 2,28 $\mu\text{g/ml}$, por encima del rango de referencia óptimo mínimo para el elemento, que es 2,0 $\mu\text{g/ml}$ (Figura 7).

El Boro presentó niveles bajos de concentración en el 100 % de las fincas (NROmin 0,5 $\mu\text{g/ml}$), con el mayor valor en la finca Elenita (0,28 $\mu\text{g/ml}$) y menor en la finca La Zoilita (0,04 $\mu\text{g/ml}$). La media de 0,13 $\mu\text{g/ml}$ estuvo muy por debajo del rango de referencia óptimo (Figura 7).

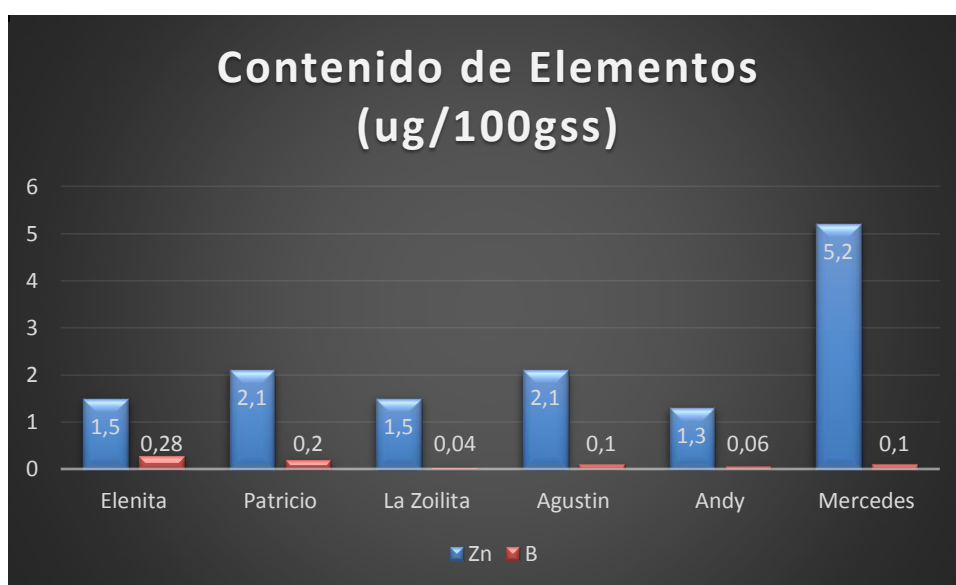


Figura 7. Concentración de Zinc y Boro en suelos agrícolas. Babahoyo, 2021.

2.3. Conclusiones

La calidad actual de los suelos en promedio expresado como índice de calidad es de 39,8 sobre un máximo de 67,5. El índice de calidad potencial promedio es de 60,4 y para lograrlo requiere de prácticas de mecanización que mejoren la estructura, consistencia, resistencia a la penetración, modificación en el riego para reducir las pérdidas de suelo y evitar compactación superficial, enmiendas químicas que mejoren la disponibilidad de nutrientes en el suelo. El

34.1% es la capacidad potencial que actualmente se desperdicia del potencial del suelo y que resultará en mejores rendimientos del cultivo. No es posible obtener el 67.5 total evaluados puesto que el suelo presenta texturas finas que son características no enmendables.

El contenido de materia orgánica en los suelos de las fincas es bajo y repercute en la estabilidad de los agregados, retención de nutrientes, disponibilidad de agua, reducción de erosión y mayor actividad de microorganismos. Es necesario incrementar su contenido, tomando en cuenta la procedencia del material y cantidad disponible en el suelo.

Se debe tomar en cuenta que los Inceptisoles por su mineralogía, son suelos en los que la fertilidad varía de acuerdo con el pH, este requiere enmiendas de acidificación con aplicaciones de azufre o fertilizantes acidificantes. Se debe ajustar la dosis de fertilizantes tanto en micro y macro nutrientes para corregir ciertos antagonismos y deficiencias que están fuera de los rangos normales, sobre todo para cultivos de ciclo corto. Se debe subir la dosis K, P y NO₃, bajar la dosis del Ca y Mg, en micronutrientes bajar dosis de Mn y Fe, aplicando fertilizantes solubles con fuente de Zn y B, aunque la modificación del pH hará estos elementos más disponibles. Si el sistema de riego no permite atender a casos exclusivos, se recomienda aplicaciones al suelo o vía foliar en caso de micro nutrientes.

Se debe actualizar frecuentemente la condición química del suelo en los mapas digitales para identificar el estado de fertilidad de las fincas y actuar sobre la toma de decisiones a partir de los mapas.

El índice de calidad actual del suelo en promedio es de 39.8, que puede ser mejorado en un 34.3%, implementando prácticas de subsolado profundo, reduciendo presión de agua, adición de materia orgánica, corrección de pH y de antagonismos nutricionales.

2.4. Recomendaciones

1. Incluir en el programa general de manejo de las fincas las

- recomendaciones para mejorar las condiciones actuales.
2. Usar los índices de calidad como criterio para definir el estado actual del suelo y relacionarlo con la producción.
 3. Usar mapas de la condición y características del suelo para hacer planes de manejo de las fincas, e identificar problemas.
 4. Adoptar un sistema de riego que permita mejorar el manejo de agua y fertilización por el tipo texturas arcillosas de las fincas.
 5. La variación del contenido de nutrientes en el suelo, requiere de fertilización muy específica basada en programas de muestreo intensivos con puntos de control.
 6. Establecer contribuciones en conjunto con los agricultores sobre el manejo de los suelos y las afectaciones de este.
 7. Adicionar materia orgánica o mantener la dinámica de esta en los suelos de todas las fincas evaluadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALLPE. 2021. Estudios edafológicos. ALLPE Ingeniería y Medio Ambiente S.L. Disponible en www.allpe.com. Consultado 18-09-2021.
2. Bernier, R., Bortolameolli, G. 2000. Diagnóstico de la fertilidad del suelo. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – Centro Regional de Investigación Remehue. Serie Actas N° 4. Santiago, Chile. 71p.
3. Brady, N., Weil, R. 2016. The Nature and Properties of Soils. Edition: 15th Publisher: Pearson Education. 1026p. ISBN-13: 978-0-13-325448-8
4. Fadda, G. 2011. Metodología para los estudios de suelos en campo. Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán. Tucuman, Argentina. 27p.
5. FAO. 2015. Agricultura de Conservación: La intensificación sostenible de la producción agrícola. Disponible en: www.fao.org (último acceso: 27 de 08 de 2021).
6. ISRI-FAO-CCI-CTA. 2001. World Markets for Organic Fruit and Vegetables. Circular n° 42/2013, 05/06/01. pp. 40-42. 2013. Disponible en: www.fao.agri.org (último acceso: 27 de 09 de 2021).
7. Luna G.; Vega J.; Franco H.; Vásquez, M.; Trujillo, N.; Ramíre, E.; Dendooven, L. 2002. Actividad microbiana en suelos. Avance y Perspectiva 21(2): 328-332.
8. Ibañez, J. 2002. Microorganismos y agricultura moderna. Serie Agrícola, tomo 1. Editorial Cultural S.A. Madrid-España. pp 80 – 95.
9. Mora, F. 2019. Evaluación de la fertilidad de Suelos y Calidad de aguas, en el agroecosistema de la Granja San Pablo, Provincia De Los Ríos.

- Tesis de grado Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo-Ecuador. 56p.
10. Muñoz, M. 2015. Evaluación de algunas características físicas de un suelo dedicado a la siembra directa y convencional de maíz en la zona de Babahoyo, Los Ríos. Tesis Ingeniero Agropecuario, Universidad Técnica de Babahoyo. Babahoyo, Ecuador. 80p.
 11. Nogales B. 2005. La microbiología del suelo en la era de la biología molecular: descubriendo la punta del iceberg. Ecosistemas. Disponible http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=116&Id_Categoria=2&tipo=portada. Consultado: 18-08-2021
 12. Natural Resources Conservation Service-NRCS, USDA. 2011. National agricultural land evaluation and site assessment (LESA) handbook. VI-NLESAH-USDA. California, USA. 95p.
 13. Norfleet, M. L., Ditzler, C. A., Grossman, R. B., and Shaw, J. N. 2003. Soil quality and its relationship to pedology. *Soil Science* 168(2):149-155.
 14. Oldeman, L.R. 1994. The Global Extent of Soil Degradation. In: Greenland, D.J. and Szabolcs, I., Eds., *Soil Resilience and Sustainable Landuse*, CAB International, Wallingford, 99-119.
 15. Six, J., Feller, C., Deneff, K., Ogle, S. M., Morales, J. C. and Albrecht, A. 2002. Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils- Effects of no-tillage. *Agronomie* 22(1):755-775.
 16. Zinck, J.A., Berroterán, J.L., Farshad, A., Moameni, A., Wokabi, S., Van Ranst, E. 2004. Approaches to assessing sustainable agriculture. *Journal of Sustainable Agriculture*. 23(4):87-109.