

Determinación de las propiedades físicas y químicas de los suelos agrícolas de la parroquia El Esfuerzo del cantón Santo Domingo de los Tsáchilas

Determination of the physical and chemical properties of the agricultural soils of the El Esfuerzo parish of the Santo Domingo de los Tsáchilas canton

Raquel Vera Velázquez¹

Wilfrido Del Valle Holguín²

Pallarozo Loor Ricardo Iván³

Duma Muñoz Katherine Isabel⁴

¹Universidad Estatal del Sur de Manabí. Docente carrera de Ingeniería Agropecuaria, Jipijapa. Manabí. Ecuador. email: raquelita2015vera@gmail.com. Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5071-7523>

²Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa. Ecuador, email: wilfrido.del.valle@uneum.edu.ec. Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1911-0790>

³Universidad Estatal del Sur de Manabí. Estudiante de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Jipijapa. Manabí. Ecuador. email: ricardopallarozo2001@gmail.com

⁴Universidad Estatal del Sur de Manabí. Estudiante de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria. Jipijapa. Manabí. Ecuador. email: isabelduma890@gmail.com

Contacto: raquelita2015vera@gmail.com

Resumen

El proyecto se desarrolló en parroquia El Esfuerzo del cantón Santo Domingo de los Tsáchilas, elaborado por los estudiantes de tercer semestre de la carrera Agropecuaria, realizado como proyecto integrador de saberes establecido en cada semestre en el rediseño de la carrera, donde todas las materias aportan al desarrollo de la investigación. El objetivo de la investigación fue determinar las propiedades físicas y químicas del suelo



agrícola en la parroquia El Esfuerzo del cantón Santo Domingo de los Tsáchilas. Este proyecto es de origen cualitativo y explicativo, porque es una investigación no experimental, también se utilizó el método descriptivo, el cual interviene de manera importante, con él se busca especificar las propiedades, las características más importantes de grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. El análisis reflejó que la materia orgánica es baja y que el pH es ácido, el suelo franco arenoso, limo y arcilloso. El nivel de pH con el que cuenta el suelo de la parroquia es de 5,8%, es decir que tiene un pH con un nivel medio en acidez lo cual afectaría la disponibilidad de nutrientes y el crecimiento de la plantación cultivada como el cacao. Los elementos químicos del suelo en la parroquia resultaron que están compuesto por los siguientes nutrientes. Hierro con Fe 200%, Cobre posee un Cu 9,6%, Nitrato de amonio cuenta con NH 11 %, Fosforo con un P10 % e, Calcio cuenta con 5% , Zinc tiene un Zn 3,3% y Boro posee un 0,23%.

Palabras claves: proyecto, cultivo, cacao, plantas, suelo

Resume

The project was developed in the El Esfuerzo parish of the Santo Domingo de los Tsáchilas canton, prepared by the students of the third semester of the Agricultural career, carried out as an integrating project of knowledge established in each semester in the redesign of the career, where all subjects contribute to the development of research. The objective of the research was to determine the physical and chemical properties of the agricultural soil of the El Esfuerzo parish of the Santo Domingo de los Tsáchilas canton. This project is of qualitative and explanatory origin, because it is a non-experimental investigation, the descriptive method was also used, which intervenes in an important way, with it it seeks to specify the properties, the most important characteristics of groups, communities or any other phenomenon to undergo an analysis. The analysis reflected that the organic matter is low and that the pH is acidic, the soil is sandy, silty and clay loam. The pH level of the parish soil is 5.8%, that is, it has a pH with a medium level of acidity, which would affect the availability of nutrients and the growth of the cultivated plantation such as cocoa. The chemical elements of the soil of the parish turned out to be composed of the following nutrients. Iron with 200% Fe, Copper has Cu 9.6%, Ammonium Nitrate

<https://www.itsup.edu.ec/sinapsis>



has NH 11%, Phosphorus with P10% e, Calcium has 5%, Zinc has Zn 3.3% and Boron has 0,2. 3%.

Keywords: project, cultivation, cocoa, plants, soil

Introducción

El suelo está compuesto por minerales, materia orgánica, diminutos organismos vegetales, animales, aire y agua. Es una capa delgada que se ha formado muy lentamente, a través del siglo, con la desintegración de las rocas superficiales por la acción del agua, los cambios de temperatura y el viento. Las plantas y animales que crecen y mueren dentro y sobre el suelo son descompuestos por los microorganismos, transformados en materia orgánica y mezclados con el suelo. (FAO, 1996)

Los suelos tienen distintas características y se clasifican en características físicas, químicas y biológicas. Las primeras describen su estructura y utilización del suelo ya que estas determinan su capacidad de oxígeno, movimiento del agua, penetración de raíces y el comportamiento químico y biológico de este.

En el presente documento explicaremos las características de los suelos con sus distintas clasificaciones, haremos un análisis de los suelos en la zona de planificación 4 tomando una pequeña parroquia El Esfuerzo que se encuentra dentro de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, de tal manera pondremos en práctica la teoría investigada dando como resultado una descripción física y de ser posible un análisis químico del suelo.

La carrera de Ingeniería Agropecuaria en el tercer semestre comprende las materias de química del suelo, bioquímica, biofísica, fisicoquímica, microbiología, metodología de la investigación científica y ecuaciones diferenciales. Todas estas materias son de suma importancia para el desarrollo mental y capacidades de un ingeniero, estas materias se involucran en el presente tema de investigación en varios aspectos, por ejemplo, bioquímica y microbiología dentro del área de los microorganismos vivientes dentro del suelo y la forma en la que actúan, la química del suelo se relaciona con los organismos ya que estos son los encargados de suministrar elementos químicos y nutrientes al suelo.

Las materias de física y ecuaciones diferenciales se relaciona con las capacidades de los estudiantes al resolver problemas de razonamiento lógico y hacer análisis de campo como por ejemplo el relieve de terrenos, clima, humedad, etc.

El suelo juega un importantísimo papel en la sostenibilidad de los ecosistemas tanto naturales como agrarios. Además, sirve de soporte a todos los seres vivos del ecosistema, vegetales y animales, a los que suministra el agua y los nutrientes que necesitan. (Serrano, 2016)

La degradación de los suelos se ha propagado en el mundo a un ritmo acelerado en los últimos 50 años y especialmente, la degradación del carbono orgánico, ha conllevado a importantes pérdidas en la calidad del suelo y representa una amenaza para los sistemas de producción agrícola y seguridad alimentaria. (Verhulst, 2015)

Es de gran importancia conocer las condiciones físicas con las que cuenta un suelo, que nos permite determinar a qué estrés puede estar sometido el cultivo, conocimiento que juega un rol fundamental en el desarrollo y rendimiento de las plantaciones agrícolas (Reynolds, 2007)

El problema principal dentro de los pequeños productores ubicados en la parroquia El Esfuerzo es la falta de conocimiento, como bien sabemos la gente que produce en el campo para su subsistencia en una pequeña extensión de terreno no realiza un estudio determinado por el costo, el cual le indicara las propiedades físicas o químicas del suelo dando como resultado malas prácticas agrícolas. Según Reynolds (2007) el estudio de una superficie es esencial para la productividad y podemos afirmar en ese punto. Cuando un campesino realiza malas prácticas agrícolas no solamente afecta la productividad de su parcela sino también el suelo y su bolsillo provocando cada vez que el campo se vulva un negocio menos rentable.

Por otro lado tenemos a los grandes productores que a pesar de tener los conocimientos y los recursos realizan malas prácticas con la finalidad de llenar sus bolsillos y en muchas ocasiones estos suelos quedan inservibles.¿ A que queremos llegar con esto?, la desinformación, falta de conocimiento y ética en ciertos productores muchas de las veces

provocan las malas prácticas ya que no saben de qué forma reaccionan los suelos debido a que no conocen sus propiedades físicas y químicas, entonces o bien sobre explotan un suelo o no le sacan el suficiente provecho.

En contexto la zona de planificación 4 del Ecuador es una zona altamente productiva, esta zona comprende las provincias de Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas, estas se encuentran ubicadas en la zona costera del pacífico, de gran importancia debido a que comunican al litoral con la sierra, nos centraremos en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas en específico la parroquia El Esfuerzo, ya que este sector es altamente productivo en la actividad agrícola.

Basado en los planteamientos anteriores nuestro trabajo tiene como objetivo determinar las propiedades físicas y químicas del suelo agrícola de la parroquia El Esfuerzo del cantón Santo Domingo de los Tsáchilas de la zona de planificación 4.

Materiales y métodos

El proyecto se desarrolló en parroquia El Esfuerzo del cantón Santo Domingo de los Tsáchilas de la zona de planificación 4, por los estudiantes de tercer semestre de la carrera de ingeniería Agropecuaria, realizado como proyecto integrador de saberes, establecido en cada semestre en el rediseño de la carrera, donde todas las materias aportan al desarrollo de la investigación, el trabajo es realizado con recursos propios de los estudiantes y docentes. Con este proyecto los beneficiarios directos son los estudiantes de ingeniería agropecuaria del tercer nivel, ya que, al desarrollar la investigación de manera didáctica y grupal, compartirán y absorberán conocimientos entre ellos que les ayudan a ser mejores profesionales y al actuar lo harán con ética. Como segundos beneficiarios fueron los agricultores de la parroquia donde se realizó la toma de muestra, debido a que los agricultores de la parroquia El Esfuerzo carecen de conocimiento acerca de la importancia de un análisis de suelo, esperando que el conocimiento adquirido como estudiantes al realizar este proyecto se transmita a ellos para que tomen mejores decisiones y puedan mejorar la calidad de alimentos y productividad de las parcelas.

La provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas se encuentra ubicada vía Quevedo km 16, parroquia El Esfuerzo; altitud: 1000 msnm; posición geográfica: ubicada en el eje comercial del Ecuador entre la costa y la sierra ecuatoriana; latitud geográfica: latitud: 18.4855, longitud: -69.8731 18° 29' 8" Norte, 69° 52' 23" Oeste; temperatura promedio: 26°c y precipitaciones: 784mm.

El proyecto fue realizado mediante guías de artículos, pensamientos propios y aportes de información de cada uno de los integrantes del grupo, para la realización del trabajo se utilizó un computador para redactar toda la recopilación de ideas e información de libros, revistas, etc.

Este proyecto es de origen cualitativo y explicativo porque es una investigación no experimental.

En la investigación también utilizamos el método descriptivo, el cual interviene de manera importante, porque busca especificar las propiedades, las características y los perfiles significativos de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

El estado de porosidad del suelo se pudo conocer mediante la siguiente relación:

$$PT - (Dr. - Da) / Dr. \times 100$$

Donde:

PT: porosidad total expresada en porcentaje

Dr: densidad real

Da: densidad aparente

Es la relación existente entre la masa y el volumen de suelo en este volumen está considerado todo el espacio poroso existente. Es una característica que nos da a conocer las condiciones en las cuales se encuentra el suelo con respecto a la compactación, la porosidad la disponibilidad de agua y de oxígeno, etc.



El suelo empieza a tener problemas por compactación cuando estos valores son superiores a 1.6 g/CC.

Es la resistencia del suelo a la deformación o ruptura. Según su contenido de humedad, la consistencia del suelo puede ser; dura, muy dura o suave.

Resultados y discusión

Se realizó un muestreo del suelo escogido de la parroquia El Esfuerzo para conocer el estado y composición de distintas propiedades de ese suelo, como lo son: textura, materia orgánica, pH, conductividad eléctrica, fertilidad (macroelementos y micro elementos), horizontes y color del suelo.

Se realizó el análisis del suelo con el fin de conocer la capacidad de fertilidad y el nivel de acidez para así poder tener la seguridad de qué cultivos producirían mejor al ser plantados en ese suelo. Una vez obtenidos los resultados de este análisis podemos darnos cuenta de cuál sería la plantación adecuada para este terreno y poder realizar un respectivo mantenimiento apropiado para este cuando inicie su etapa de plantación.

La muestra que se extrajo para realizar el análisis del perfil del suelo fue escogida de Santo Domingo de los Tsáchilas, parroquia El Esfuerzo que se encuentra ubicado en la vía que conduce a Quevedo, los terrenos se encuentran ubicados a un costado del carretero principal tomando un valor aproximado por hectárea de 100.000 mil dólares por su posición. El uso que se le da a este terreno es el cultivo de cacao y yuca.

Metodología empleada para el muestreo

Para la realización del análisis del suelo de la parroquia El Esfuerzo se siguieron los siguientes pasos.

Estudio de campo: selección del terreno, selección de perfil del suelo, toma de muestras, análisis de muestras: color, textura, consistencia, estructura, presentación de carbonato, presencia de materia orgánica y su porcentaje y pH

Análisis del suelo

- Relieve: plano en su mayor extensión
- Pendiente: 1-2%
- Uso: cultivo de cacao.
- Profundidad: 141cm

Procedimiento utilizado.

1. Se seleccionó el perfil del suelo al que se le realizaría el estudio predeterminado, determinando en primer lugar su ubicación y si sería accesible para poder continuar con nuestro estudio.
2. Luego se excavo profundamente para observar cuales serían sus propiedades físicas y químicas dentro del suelo escogido
3. Se estudió cada uno de las partes que a simple vista se podían observar y aquellas que eran necesarias pasar por un proceso para saber cuál sería su reacción y su función en el suelo.

El resultado del análisis del suelo permitió conocer la textura, color, consistencia, pH, materia orgánica y nivel de fertilidad y se conoció que tipo de cultivo es apto para esta área.

Resultado del análisis del suelo de la parroquia El Esfuerzo perteneciente a la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

El análisis de suelo es muy importante para el sector agrícola ya que este nos ayuda a conocer de mejor manera cuáles son sus propiedades físicas, químicas y los nutrientes que necesita o posee un suelo. Por medio de la información que el estudio nos proporciona podemos hacer un cálculo de la cantidad de fertilizantes o abonos a aplicar al cultivo, además de tener conocimiento de cuál sería el tipo de plantación apropiada para ese suelo obteniendo así un mejor aprovechamiento al cosechar el producto.

La extensión con la que cuenta la zona estudiada es de 3 hectáreas y la muestra que se llevó para realizar el análisis fue de cultivo de cacao. De acuerdo al estudio realizado el suelo de la parroquia El Esfuerzo cuenta con una materia orgánica de 3,8 % con un nivel medio en esta propiedad, reconociendo que la materia orgánica es fundamental para que un cultivo se establezca con éxito. En este caso se aplicó más materia orgánica para mejorar la calidad del sembrío.

Los resultados que se realizaron mediante la palpación de humedad facilitaron conocer que la textura con la que cuenta el suelo es de tipo franco el cual está compuesto por los siguientes fragmentos con textura arenosa, limo y arcilloso.

- Contamos con 50 % de textura arenosa
- 42% de textura limo
- 8% de textura arcillosa

Como resultado se obtuvo que la clase textural de este suelo es de tipo franco arenosa, limo y arcilloso, es decir que, por su textura equilibrada y rico en materia orgánica y por sus características físicas y químicas, este suelo está apto para realizar un cultivo, ya que las plantas pueden desarrollarse de manera adecuada.

En el análisis se reflejó que la materia orgánica es baja y que el pH es ácido, es decir que, el suelo franco arenosa, limo y arcilloso no cuenta con las características correspondientes al cual se tendría que realizar un mejor mantenimiento para poder aprovechar al máximo el suelo.

El nivel de pH con el que cuenta el suelo de la parroquia El Esfuerzo es de 5,8%, es decir que tiene un pH con un nivel medio en acidez, lo cual afectaría la disponibilidad de nutrientes y el crecimiento de la plantación cultivada en este caso el cacao.

De acuerdo a los resultados obtenidos acerca de los elementos químicos del suelo de la parroquia El Esfuerzo está compuesto por los siguientes nutrientes los cuales son importantes para el crecimiento de las plantas de cacao.

Hierro cuenta con Fe 200%, ayuda a reducir los nitratos y sulfatos y la producción de energía dentro de la planta

Cobre posee un Cu 9,6% esencial para la respiración de las plantas de cacao y Nitrato de amonio cuenta con NH 11 %

Fosforo con un P10 % es un elemento esencial para el crecimiento de las plantas, Calcio cuenta con 5% de calcio el cual es fundamental para la absorción de elementos nutritivos.

Zinc tiene un Zn 3,3%, esto permitirá que la planta pueda resistir bajas temperaturas.

Boro posee un 0,23% ayuda a que exista creación de células de plantas nuevas y al desarrollo de frutas y semillas.

En los elementos químicos de baja eficiencia del suelo de la parroquia El esfuerzo encontramos los siguientes que intervienen en la producción de nuestro sembrío. Los cuales limitan el crecimiento del cultivo.

Magnesio cuenta con 0,9% la diferencia de este es que afecta a las hojas adultas de la planta. Potasio tiene un 0,29% su deficiencia afecta a la calidad de producción que puede llegar a tener los cultivos. La consistencia es el grado y el tipo de cohesión y adhesión entre las partículas del suelo. Varía según el estado de humedad del suelo, por lo que interesa determinarla en seco, húmedo y mojado. (Gisbert, Ibañes, & Moreno, 2018)

Se determina la resistencia a la ruptura de los agregados y en su descripción se utilizan unos términos preestablecidos que a continuación definimos:

Blando: Los agregados se rompen fácilmente. Este tipo de consistencia suele estar asociado a estructuras migajosas o granulares.

Duro: Los agregados se rompen con dificultad entre ambos dedos y resiste moderadamente la presión.

Muy duro: Los agregados se rompen difícilmente entre ambas manos pues presenta una resistencia elevada a la presión.

En la determinación de la consistencia en húmedo se estima el contenido en humedad del suelo comprendido entre su sequedad y la humedad de la capacidad de campo.

Muy friable. Los agregados se rompen fácilmente mediante una muy ligera presión.

Friable: Se necesita una ligera presión para romper los agregados.

Muy firme: El material se desmenuza bajo fuerte presión,

Se estima la adhesividad y la plasticidad de los diferentes materiales y se suele realizar cuando la humedad del material está al nivel de la capacidad de campo o ligeramente superior.

Adherente. En el momento de aplicar la presión, el material se adhiere a ambos dedos y tiende a estirarse un poco y a partirse antes de separarse.

Muy adherente. Bajo presión, el material del suelo se adhiere fuertemente a ambos dedos y cuando se separa se observa un estiramiento del material.

Muy plástico. Se forma fácilmente un cordón y se requiere mucha presión para formar un bloque de material moldeado.

El encharcamiento de un lote, produce que el espacio de aire en el suelo se desplace por el agua, se denomina capacidad de campo a la cabida de agua que el suelo retiene luego de ser saturado y drenado libremente.

Hay dos conceptos a destacar: capacidad de campo y punto de marchitez permanente:

- La capacidad de campo puede ser definida como la cantidad de agua que el suelo puede retener antes de que esté saturado y después de haber perdido toda el agua gravitacional.
- El punto de marchitez permanente es el potencial hídrico más bajo en el cual la planta puede acceder al agua del suelo.

El agua disponible en el suelo para las plantas es la diferencia que existe entre la capacidad de campo y el punto de marchitez permanente. (Anónimo, 2015)

El agua disponible en el suelo depende de los siguientes factores:

- Tipo de suelo
- Presencia de sales
- Presencia de materia orgánica

El movimiento del agua en el suelo es debido a varios tipos de fuerza como la gravedad, ascenso capilar y osmosis.

El agua fluye en el suelo debido a varios tipos de fuerzas como de gravedad, ascenso capilar y osmosis. Los flujos de agua se pueden medir en campo mediante la conductividad hidráulica. Se puede obtener información fundamental en la circulación del agua en el suelo mediante la descripción de suelos de las clases de drenaje y sus características asociadas (propiedades gléyicas y stágnicas). (FAO, 2021)

Propiedades químicas del suelo, pH del suelo

Indica si un suelo es ácido o alcalino, está determinado por el grado de absorción de iones H^+ , el valor del pH del suelo está en; ácido 3,5; alcalino 9,5; iones en 6,5.

El pH es una de las variables más importantes en los suelos agrícolas, pues afecta directamente a la absorción de los nutrientes del suelo por las plantas, así como a la resolución de muchos procesos químicos que en él se producen. En cambio, también hay nutrientes (generalmente micro elementos) y cultivos que se adaptan mejor a pH más bien ácidos o básicos. (Catalán, 2016)

Nutrientes para las plantas: determina el potencial del suelo para nutrir las plantas, mide la cantidad de los 16 elementos esenciales para el desarrollo de los vegetales. Todas las plantas necesitan absorber, normalmente por las raíces, trece elementos esenciales disueltos en el agua que son imprescindibles para sus procesos metabólicos (Durán, 2016)

El carbono es fijado a la atmósfera mediante el proceso de fotosíntesis. El carbono orgánico del suelo mejora las propiedades físicas del suelo, aumenta la capacidad de intercambio catiónico y retención de humedad. El carbono orgánico del suelo se

<https://www.itsup.edu.ec/sinapsis>



encuentra en forma de residuos orgánicos poco alterados de vegetales, animales y microorganismos, en forma de humus y en formas muy condensadas de composición próxima al carbono elemental. (Martínez, Fuentes, & Acevedo, 2017)

El nitrógeno del suelo no proviene de la degradación de la roca madre. Todo el nitrógeno que normalmente se encuentra en él deriva, en última instancia, del que existe en la atmósfera terrestre a través de los distintos procesos de fijación, fundamentalmente de tipo biológico.

El nitrógeno puede oxidarse y pasar a la forma de óxidos, por acción de las descargas eléctricas, y estos compuestos, a su vez, trasladados al suelo por la lluvia y depositados en él como ácido nitroso (HNO₂) o nítrico (HNO₃). (Benimeli, et al, 2019)

La salinización es el proceso de acumulación de sales en el perfil del suelo, distinguiéndose dos tipos: primaria y secundaria. La primera es resultado del proceso natural que se desarrolla en zonas donde el material parental es rico en sales y la tasa de evapotranspiración es mayor que la tasa de precipitación. Otros factores que pueden inducir la salinización son determinados patrones naturales de drenaje o rasgos topográficos, la estructura geológica o la distancia al mar. (Abraham & Cony, 2016)

Es el exceso de sodio intercambiable en el suelo, los suelos alcalinos son pobres y con muy pocas plantas, sin típicos en zonas áridas y semiáridas. Más allá de un pH 7, una tierra será alcalina (también se la llama «básica» porque es rica en «bases», otra forma de llamar a las tierras alcalinas. Esta contiene pues, una parte importante de caliza, sobre todo si el pH está entre 8 y 9. La principal causa de la alcalinidad del suelo es la presencia de carbonato de sodio en un alto porcentaje. Otros minerales que se pueden detectar en grandes cantidades son calcio, magnesio, sodio, etc. (Bonells, 2017)

El CaCO₂ naturalmente se encuentra en el suelo, cuando está en bajos niveles se puede utilizar como enmiendas para neutralizar el pH del suelo.

- La importancia de medir los niveles de carbonatos en el suelo es vital ya que un porcentaje elevado de éstos puede influir negativamente en varios aspectos:

- En el desarrollo radicular de la planta
- En la absorción de fósforo, hierro, zinc o cobre

Suelos con una presencia de carbonato cálcico menor al 15% no presentarán, en general, problemas. Cuando un suelo tiene un contenido en carbonatos superior al 15% se necesita realizar el análisis del contenido de caliza activa para determinar la actividad de esos carbonatos y su posible influencia en el suelo. (Kodesa, 2018)

Los altos contenidos de yeso en el suelo afectan a la producción vegetal y origina suelos pobres. En suelos pesados o con problemas de compactación el sulfato de calcio provee una eficaz solución actuando como acondicionador. Aporta más nutrientes esenciales para el correcto desarrollo de cualquier tipo de cultivo actuando como fertilizante. Todo cultivo puede beneficiarse con la adición de sulfato de calcio o yeso agrícola ya que también contiene azufre, elemento esencial para el desarrollo de cualquier vegetal. (JADAM, 2020)

A partir de los resultados del diagnóstico de la fertilidad, se sugiere un manejo adecuado del suelo para que se potencialice el rendimiento de los cultivos. Teniendo en cuenta la concentración de cada uno de los elementos que influyen en la nutrición vegetal, se realiza una recomendación de fertilización detallada y puntualizada para el cultivo a sembrar, existe un rango de interpretación para cada nutriente (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, B) donde se compara con la meta de rendimiento que estimas obtener en el predio y se establece la cantidad exacta que se debe incorporar al terreno con las fuentes de fertilizantes para cada elemento.

También con los parámetros físicos y químicos se sugiere la fuente de fertilizante óptima, pues ya que no todas las fuentes tienen la misma eficiencia de uso, depende de las características del suelo. (Bayuelo, 2021)

Conclusiones

Se realizó un análisis suelo de la parroquia El Esfuerzo del cantón Santo Domingo de los Tsáchilas de la zona de planificación 4 donde se determinó que este suelo es de tipo franco

arenosa, limo y arcilloso por su textura equilibrada y rico en materia orgánica, por sus características físicas y químicas y que este tipo de suelo está apto para realizar un cultivo, ya que las plantas pueden desarrollarse de manera adecuada.

En el análisis del suelo se determinó que el nivel del pH con que cuenta el suelo de la parroquia El Esfuerzo es de 5,8%, es decir que tiene un pH con un nivel medio en acidez, lo cual afectaría la disponibilidad de nutrientes y el crecimiento de la plantación cultivada, en este caso el cacao, el cual se tendría que realizar un mejor mantenimiento del terreno para poder aprovechar al máximo el suelo.

Uno de los problemas que se presentó en la parte agrícola fue la falta de conocimiento acerca de las propiedades físicas y químicas de los suelos que poseen los agricultores en la parroquia El Esfuerzo. Es por ello que se requiere realizar un análisis de suelo antes de efectuar el sembrío ya que esto permitirá obtener un mejor aprovechamiento productivo.

Literatura citada

Abraham, E., & Cony, M. (2016). Salinización del suelo en tierras secas irrigadas: perspectivas de restauración en Cuyo, Argentina. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3828/382852189019.pdf>

Anónimo. 2015. Disponibilidad de Agua en el Suelo y su relación con el estado fisiológico de la planta. Obtenido de <https://www.xn-agronomai2a.com/2015/09/disponibilidad-del-agua-en-el-suelo-y.html?m=1>.
Septiembre de 2015

Bayuelo Jiménez, Jeannette Sofía. (2021) Fertilidad del Suelo. Facultad de Biología, UMSNH. Celaya Guanajuato. México. Marzo 2021. http://bios.biologia.umich.mx/optativas_2021_2021/recursos_naturales/fertilidad_del_suelo_bayuelo_21_21.pdf

Benimeli, M., Plasencia, A., Corbella, R., Guevara, D., Sanzano, A., Sosa, F., & de Ullivari, J. F. (2019). El nitrógeno del suelo. Obtenido de <file:///C:/Users/VANESSA/Downloads/El%20nitrogeno%20del%20suelo%202019.pdf>

Bonells, J. (2017). Suelos ácidos, alcalinos y salinos. Obtenido de <https://jardinessinfronteras.com/2017/08/22/suelos-acidosalcalinos-y-salinos/>

Carvajal, R. R. (septiembre de 1997). Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas de los Suelos. Obtenido de <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6636/1/083.pdf>



Catalán, G. (2016). El pH del suelo en la agricultura. Obtenido de <http://www.agropal.com/es/el-ph-del-suelo/>

Durán, J. M. (2016). Nutrientes imprescindibles para la salud de tus plantas. Obtenido de <https://www.joseeljardinero.com/nutrientes-imprescindibles-plantas/>

FAO. (1996). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. ISBN 92-5-303858-6. Roma.1996.

FAO. (2021). Portal de Suelos de la FAO. Obtenido de <http://www.fao.org/soilsportal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>

Gisbert, J., Ibañes, S., & Moreno, H. (2018). La Consistencia del Suelo. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/7774/consistencia.pdf>

Ibañes, J. (2007). Escaneando la abundancia y distribución de las raíces de las plantas en comunidades vegetales (“DNA metabarcoding”. Obtenido de <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2021/01/04/150669>

JADAM (2020) Cultivo de microorganismos en agricultura natural. Obtenido en: <https://estoesagricultura.com/cultivo-de-microorganismos/>

Kodesa. (2018). Análisis de suelos: Carbonato de Calcio en el suelo. Efecto de la caliza en el suelo. Obtenido de <https://www.kodesagricola.es/analisis-del-suelocarbonatodecalcioenelsuelo/#:~:text=Suelos%20con%20una%20presencia%20de, posible%20influencia%20en>

Martínez, E., Fuentes, J. P., & Acevedo, E. (2017). Carbono orgánico y propiedades del suelo. Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120129/Martinez_Eduardo.pdf

Pérez, J., & Gardey, G. (2019). Definición de porosidad. Obtenido de <https://definicion.de/porosidad/>

Raffino, M. E. 2020. Cómo citar: "Suelo". *Concepto de Suelo*. Argentina. 18 de junio de 2020. Disponible en: <https://concepto.de/erosion-del-suelo/>

Reynolds, W. D. (2007). Land management effects on the near-surface physical quality of a clay loam soil. *Soil Tillage Res* 96, 316–330

Serrano, R. E. (2016). La Agricultura de Conservación, herramienta para potenciar el papel de los suelos como sumidero de CO₂ atmosférico y defender a los suelos agrícolas de la erosión. *Agricultura de conservación* 33, 90-98

Verhulst, N. F. (2015). Agricultura de conservación y captura de carbono en el suelo: Entre el mito y la realidad del agricultor. México: CIMMYT.2015

