

ESTUDIO DE LA CALIDAD DEL SUELO PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN LA FINCA EL PORVENIR

Willmar Jose Galvis Cala ¹

willmarj-galvisc@unilibre.edu.co ¹ Ingeniero Ambiental

ISSN: 2590-6704

RESUMEN

Esta monografía presenta una comparación de los valores de los elementos mayores y menores presentes en el suelo de la finca El Porvenir ubicada en el municipio de El Socorro Santander con coordenadas 6°27'45.90"N y 73°14'48.78"O. Cuenta en su suelo con los nutrientes requeridos para los cultivos de banano, cítricos, mango y café, dados por diferentes fuentes bibliográficas revisadas y el análisis de suelo realizado en predio el porvenir en el año 2018, con esto se busca conocer si el suelo de este predio presenta la calidad adecuada para realizar dichas actividades de producción agrícola o qué tipo de correcciones habría que hacerle para que dichos cultivos puedan establecerse de manera adecuada, incrementando la productividad agrícola.

Palabras Clave: *Calidad, análisis de suelos, pH, materia orgánica, elementos mayores, elementos menores, correcciones, producción agrícola.*

ABSTRACT

This monograph presents a comparison of the values of the major and minor elements present in the soil of the el porvenir farm located in the municipality of El Socorro Santander with coordinates 6 ° 27'45.90 "N and 73 ° 14'48.78" W. It has in its soil the nutrients required for the crops of Banana, citrus, mango and coffee, given by different bibliographic sources reviewed and the soil

analysis carried out on the el porvenir farm in 2018, with this it seeks to know if the soil of This property is of adequate quality to carry out said agricultural production activities or what type of corrections should be made so that said crops can be established properly, increasing agricultural productivity.

Keywords: *Quality, soil analysis, pH, organic matter, major elements, minor elements, corrections, agricultural production.*

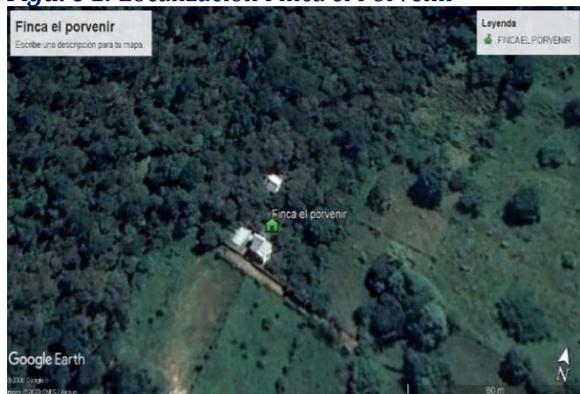
1. INTRODUCCIÓN

La calidad de los suelos es un factor muy importante para asegurar el desarrollo y la producción agrícola de los cultivos, teniendo en cuenta los niveles de elementos o valores nutricionales presentes en el suelo en mayor o menor medida. Se trata de sustancias de origen químico disueltas en él, necesarias para el óptimo crecimiento y desarrollo normal de las plantas establecidas en él, estos elementos son fundamentales, ya que en caso de que el suelo presente una deficiencia de uno de estos, los cultivos presentarán problemas nutricionales, parásitos y enfermedades que provocan reducciones en su producción y también pérdidas económicas irreparables.

El presente trabajo tiene como objetivo comparar los elementos presentes en suelo de la finca El Porvenir, el pH y el contenido de materia orgánica, obtenidos de los resultados del análisis del suelo realizado por la entidad AGRILAB en el año 2018. Comparados con las tablas de los valores nutricionales requeridos dados por diferentes autores, si son adecuados para la producción agrícola en la finca El

Porvenir en los cultivos de mango, cítricos, banano y café.

Figure 1. Localización Finca el Porvenir



Fuente: Elaboración propia utilizando Google Earth pro.

2. MARCO REFERENCIAL

La evaluación de la calidad del suelo es importante para así lograr determinar si un sistema de producción agrícola es sostenible ya sea de corto o largo plazo. Esta evaluación permite dimensionar el deterioro de la funcionalidad del ecosistema, posterior al deterioro del suelo, el cual es causado por fenómenos como lo son la erosión, compactación, pérdida de nutrientes, contaminación, cambios de pH y aumento de la solubilidad de metales pesados, disminución de densidad y disminución de actividad biológica y de reversión; que son causados principalmente por la implementación de prácticas de gestión inadecuadas. Por ejemplo, dado que los sistemas naturales están vinculados al cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la contaminación, la degradación del suelo debido a la conversión de sistemas naturales a la agricultura o la ganadería, es uno de los principales impulsores del cambio ambiental global. El uso excesivo de productos químicos agrícolas causa la contaminación del suelo y el agua (Wang et al., 2012). Teniendo en cuenta la

situación anterior, conduce a una disminución de la calidad del suelo porque reduce su producción orgánica, la protección del medio ambiente y el apoyo a la salud humana.

La calidad de los suelos depende casi en su totalidad de las propiedades físicas, químicas y biológicas de las cuales, dependiendo de su variabilidad puede ser parcial o temporal, la sensibilidad a los cambios en el manejo y uso del suelo, puede provocar una clara discriminación en los sistemas de manejo, cuya respuesta es rápida de cambiar y fácil de interpretar y ejecutar, y que pueden utilizarse como indicadores de calidad (Gil-Stores et al., 2005; De la Rosa, 2005; Cantú et al., 2007).

Por lo tanto, esta naturaleza profunda se puede utilizar como un mecanismo analítico para detectar tendencias y determinar si el sistema de gestión actual ha conservado, mejorado o degradado los recursos del suelo. Como todos sabemos, un indicador es una variable que puede agregar o simplificar información muy relevante, de manera que se perciba el fenómeno o la situación preocupante, y se trate de cuantificar, medir y transmitir información relevante sobre el proceso y las características. de una manera fácil de entender (Luters & Salazar, 1999).

Los indicadores de calidad se consideran fuentes de conocimiento muy importantes porque ayudan a formular estrategias y acciones de ordenamiento territorial y brindan información preventiva temprana que ayuda a prevenir situaciones; de manera similar, toman decisiones para los agricultores. También son indispensables al mismo tiempo, ya que también son cruciales en la formulación de políticas para proteger los recursos del suelo (Doran & Zeiss, 2000; Karlen et al., 2003). En el campo de la restauración o restauración ecológica, la investigación de la

calidad del suelo puede seleccionar y adaptar indicadores de evaluación y control que pueden desarrollar y promover prácticas de manejo que no dañen el suelo.

Los indicadores deben ser preferentemente variables cuantitativas (valores numéricos), aunque también pueden ser cualitativos, nominales, de intervalo u ordinales, especialmente cuando no se dispone de información cuantitativa, una propiedad no es cuantificable si el costo de cuantificación es demasiado alto (Cantú et al., 2007). Entender que el suelo es un recurso natural y un sistema muy complejo que permite sustentar actividades productivas es costoso establecer una única medida física o química que refleje su calidad debido a su gran variabilidad (Bandick & Dick, 1999).

Los indicadores de calidad se pueden dividir en cuatro categorías: indicadores visuales, físicos, químicos y biológicos (Luters & Salazar, 1999; De la Rosa, 2005). Los indicadores visuales pueden obtenerse mediante visitas de campo, así como las percepciones de los agricultores sobre el conocimiento local. que se basan fundamentalmente en la observación e interpretación fotográfica; un ejemplo podría ser la exposición del subsuelo, su cambio de color, la presencia de barrancos, estancamientos persistentes, presencia de maleza, escorrentías, mal desarrollo de la vegetación, etc. Todos estos son claros indicios de la calidad del suelo que se ha visto alterada y está en peligro (Navarrete et al., 2011).

Los indicadores físicos están relacionados con el tamaño, disposición y disposición de las partículas del suelo, los más relevantes son porosidad, densidad aparente, resistencia a la penetración, capacidad de retención de agua, conductividad hidráulica, estabilidad y tamaño de los agregados, profundidad y finalmente

textura. Los indicadores antes mencionados reflejan principalmente límites en el crecimiento de raíces, emergencia de plántulas, infiltración o movimiento de agua dentro del perfil del suelo, retención, transferencia y ciclo de nutrientes e intercambio óptimo. de gas (Luters & Salazar, 1999; Schoenholtza et al., 2000).

Normalmente un suelo de buena calidad no debe presentar compactación, reflejando baja densidad aparente con baja resistencia a la penetración, de esta manera no tiene resistencia mecánica al avance de la raíz. Además, la ausencia de compactación genera una porosidad óptima y adecuada que a su vez facilita la aireación, el drenaje y el almacenamiento de agua, cubriendo así las necesidades que requiere la planta, principalmente en épocas de sequía. Los indicadores edáficos sensibles a las variaciones inducidas por el manejo deben ser evaluados y comparados con el paso del tiempo para conocer su respuesta en el corto, mediano y largo plazo, a partir de lo anterior sobre las propiedades presentes en el suelo que es importante a destacar. En cuanto a textura y profundidad, que son propiedades que cambian muy poco con el tiempo debido al uso o manejo del suelo, por tanto, y teniendo en cuenta la importancia y la influencia que estos ejercen sobre otras propiedades edáficas, siendo en particular la importancia de la textura, cuyo uso como indicador es cuestionable. Lo anterior, se asocia a que la textura, por citar solo un ejemplo, solo cambia en periodos geológicos o cataclismos y, por tanto, cambia el uso o manejo del suelo provocando alteraciones en dicha propiedad (Schoenholtza et al., 2000; Vallejo et al., 2012).

Los propios indicadores de calidad química incluyen atributos que afectan la relación entre el suelo y las plantas, la calidad del agua, la

capacidad de amortiguación del suelo y el uso de agua y nutrientes por parte de los cultivos y microbiano. Estos son los atributos químicos más utilizados. Indicadores excepcionales: pH, conductividad, contenido orgánico, capacidad de intercambio catiónico y otros nutrientes (nitrógeno total, nitrato, amonio, relación carbono / nitrógeno, contenido efectivo de fósforo total y potasio) (De la Rosa, 2005; De la Rosa & Sobral, 2008).

Estos indicadores revelan estándares de fertilidad (pH, contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio). Esto es muy importante en términos de productividad agrícola. Sin embargo, es importante mencionar que uno de los mayores problemas con el uso de las propiedades químicas como indicadores es que varían mucho según la estacionalidad. En los sistemas agrícolas tradicionales, los alimentos suelen derivarse de la mineralización de materia orgánica (como los fertilizantes). Pero en ambos casos están controlados por pH (determinando el estado químico y disponibilidad de elementos) y capacidad de intercambio catiónico o CIC (determinando la capacidad de retención o almacenamiento de los alimentos). Actualmente, debido a la implementación de fertilizantes endémicos y orgánicos, y el aporte de humus vegetal, árboles y arbustos al sistema, es posible cambiar el “agua” de los nutrientes disponibles, como lo evidencia el aumento o disminución de indicadores. Tales como el contenido total de nitrógeno Ntotal, amonio, nitrato, concentración de fósforo, porcentaje de carbono orgánico y otros productos químicos de metales alcalinos.

Uno de los principales criterios de un indicador es su capacidad para representar un servicio en cuestión. El carbono orgánico total (COT), por citar solo un ejemplo, es un indicador clave de los suelos agrícolas, ya que

su relación positiva con la productividad de los cultivos está ampliamente documentada (SQI, 1996; Karlen et al., 2013). Además, sin embargo, el índice COT se ha utilizado tradicionalmente como indicador de calidad. Se pudo observar un cambio muy lento, relativamente estable en el tiempo. Por tanto, se considera insuficiente evaluar el impacto de la implementación en el corto plazo (menos de cinco años) de las actividades agronómicas establecidas en el largo plazo (más de 25 años) de la forma habitual (De la Paz-Jiménez et al., 2002; Haynes, 2005; Weil & Magdoff, 2004). El contenido de COT se considera un parámetro estable en comparación con las fracciones de C lábiles o ligeras con biomasa microbiana edáfica (Bonanomia et al., 2011).

Las fracciones de CO inestables o activas reaccionan rápidamente y no solo reaccionan de manera más sensible a los cambios en la gestión agrícola. Además, son más importantes que total organic carbon (TOC) desde un punto de vista agronómico y productivo (Tan et al., 2007; Xu et al., 2011; Zhou et al., 2012). Esto se relaciona, con el hecho de que una MO inestable tiene un significado especial para el buen funcionamiento del ecosistema edáfico, pues además de cumplir la función de reserva alimentaria, es una fuente de energía importante para los organismos heterótrofos (Galantini & Suñer, 2008).

Finalmente, existen indicadores biológicos relacionados con la efectividad de los organismos esofágicos para descomponer los residuos animales y vegetales en el suelo. En vista de la situación anterior, ya que el aporte de nutrientes efectivos en el suelo (mediante mineralización de materia orgánica) y el aporte de humus (humectación de residuos orgánicos frescos) a cultivos o ecosistemas naturales pueden ser controladas, se pueden realizar funciones muy importantes. Esto está

nuevamente relacionado con la fertilidad global. En indicadores biológicos, incluyendo la determinación de microorganismos y macroorganismos, así como sus enzimas y productos biológicos (SQI, 1996).

Algunos ejemplos de los indicadores comúnmente utilizados en proceso de “respiración del suelo” son: la biomasa microbiana, el número de especies y grupos presentes en la fauna del suelo (biodiversidad del suelo), así como las pruebas de actividades enzimáticas, que tienen como indicadores del balance de la actividad metabólica de los microorganismos y las difíciles propiedades biológicas tienen la ventaja de actuar como los primeros signos tanto de degradación como de mejoramiento del suelo (Bandick & Dick, 1999; Cantú et al. , 2007; Vallejo et al. , 2012). De estos, los microbiológicos y bioquímicos son considerados los más sensibles y valiosos para interpretar la dinámica de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes; dan una respuesta rápida a los cambios en el manejo del suelo, son sensibles al estrés ambiental y en su mayoría son fáciles de medir en el laboratorio, lo que los hace ideales para su implementación en diferentes programas de control.

Por tanto, la existencia, carencia, densidad y actividad propia de dichos organismos los hace un buen indicador de la calidad del suelo para varios ecosistemas. Ya descritos los indicadores, conviene recordar que la mayoría de los autores, reconocen la importancia de integrar diferentes parámetros físicos, químicos y biológicos. Además, también se recomienda considerar la heterogeneidad de los métodos utilizados para determinar las mismas variables o factores, que variarán según el campo de observación utilizado. Por lo tanto, la evaluación de la calidad del suelo se ha convertido en el tema de varias

recomendaciones, incluidos varios parámetros del suelo.

Sin embargo, parece haber consenso en la necesidad de contar con un conjunto mínimo de datos que permita cuantificar la calidad del suelo a estudiar. Esto incluye propiedades a nivel físico, tales como: textura, tasa de infiltración, profundidad de la raíz, capacidad de retención de agua, densidad aparente, ligada a esto, también hay propiedades a nivel químico como: C orgánico total, pH, niveles de nutrientes y conductividad eléctrica. (Quintero, 2013)

Finalmente, se encuentran las siguientes propiedades biológicas que son: C y N de la biomasa microbiana, N posiblemente mineralizable y respiración del suelo. Sin embargo, muchas de las características incluidas en el grupo de datos no cumplen con los requisitos necesarios como indicadores de calidad en el suelo (por ejemplo, textura, C orgánico total, Bandick & Dick, 1999; Paudel et al., 2011).

El suelo es un recurso esencial para la vida y puede promover el crecimiento de plantas, animales y humanos. Sin embargo, aún no se han reconocido todas las funciones que realiza, por lo que el concepto general de suelo fértil se refiere a sus propiedades químicas, es decir, la disponibilidad de los principales macroelementos (nitrógeno, fósforo y potasio).

En los últimos años se han propuesto nuevas definiciones que integran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, así como su sostenibilidad, capacidad para producir alimentos saludables y reducir la contaminación ambiental. Sin embargo, todavía no existe un estándar universal para evaluar los cambios en la calidad del suelo, por lo que se utilizan indicadores de atributos del suelo sensibles al manejo y las condiciones

ecológicas ambientales y otras características que pueden evaluar su estado. En general, Se tiene como objetivo contribuir al conocimiento del nuevo concepto de calidad del suelo en función de su función; definir indicadores biológicos, físicos y químicos y la relación entre ellos; y describir algunas investigaciones sobre indicadores de calidad que se realizan en Cuba como herramientas de gestión para la toma de decisiones (Y. García et al., 2012).

La mayoría de los procesos que tienen lugar en los sistemas agrícolas utilizan el suelo como un centro regulador clave; en este entendimiento, su vulnerabilidad, su formación y renovación son lentas, y se reconocen los diversos servicios que el suelo brinda al ser humano; el suelo no solo representa una gran parte de la biodiversidad de la Tierra, sino que también proporciona la base material para la mayoría de las actividades humanas. Conduciendo a los principales componentes de la biosfera. Tradicionalmente, la investigación del suelo siempre ha estado vinculada a las necesidades del suelo. La agronomía, por tanto, sus conceptos e inferencias no deben sorprendernos. Posteriormente, hubo una aplicación en manejo agrícola. Incrementar la producción agrícola es el primer objetivo. Manejo orientado al suelo en modelos agrícolas basados en principios similares para cualquier actividad industrial (Labrador, 2008).

El análisis de suelos es una herramienta muy útil para diagnosticar problemas. Recomendaciones de dieta y fertilizantes. Destaca por sus ventajas. Como es un método rápido y económico, puede ser ampliamente utilizado por agricultores y empresas. La interpretación del análisis, se basa en la correlación y calibración con la reacción de la planta a una determinada velocidad de aplicación. Proporcionar alimento. El análisis

de suelos se basa en las siguientes teorías: "Crítico" para el método analítico utilizado y la respuesta cultural a la aplicación de un nutriente en particular. Si el contenido de nutrientes es menor o mayor que el valor crítico, se observa el crecimiento de las plantas hasta cierto punto, dependiendo de la concentración que sea negativa o positiva (Molina, 2007).

Mediante la utilización del análisis del suelo se puede determinar qué elementos hacen falta en este para el establecimiento de un cultivo en particular, de esta manera aplicar las dosis de fertilizantes o nutrientes que la planta requiera para su óptimo crecimiento, incrementando así su producción dejando una buena rentabilidad para el productor.

La evaluación de la calidad puede mejorar la respuesta de los recursos, tales como: pérdida de suelo causada por la erosión, deposición de sedimentos causada por el viento o las inundaciones, infiltración y reducción del agua de lluvia, endurecimiento de la superficie, pérdida de nutrientes, pérdida de materia orgánica, cambio de pH, pérdida de nutrientes, uso de metales pesados aumento de la tasa, etc (Barrios, 2002).

El suelo es parte de la naturaleza y la biodiversidad, compuesto por minerales, agua, aire y seres vivos; según los hábitos y costumbres personales, su uso es esencialmente cultural. Según normas, reglas o sociedad, comunidad o país. También son esenciales para la estructura y funcionamiento del ciclo del agua, aire, nutrición y biodiversidad. Esto se debe a que el suelo es una parte integral del suelo. Ciclo biogeoquímico, distribución, transporte, almacenamiento y transformación de materiales y energía necesarios para la vida en la tierra. Aunque la tierra es importante, el uso

insostenible de la tierra y otras actividades humanas conducen a la degradación de la tierra. La tierra, por el impacto en ecosistemas, comunidades de organismos biológicos (Colombia & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

El pH es una de las variables más importantes en los suelos agrícolas, ya que afecta directamente la absorción de nutrientes por las plantas del suelo y la descomposición de muchos procesos químicos que tienen lugar en el suelo. En general, el valor de pH óptimo de estos suelos se debe cambiar entre 6.5 y 7.0 para obtener el mejor rendimiento y la máxima productividad, porque este es el rango en el que los nutrientes se absorben con mayor facilidad, por lo que está más provisto de los mejores nutrientes. Por el contrario, algunos nutrientes (generalmente oligoelementos) y cultivos se adaptan mejor al pH ácido o alcalino (Agropal, 2016).

Las pruebas de suelo de rutina son una guía para describir la disponibilidad de nutrientes y el potencial de absorción de nutrientes en los cultivos. Las pruebas de suelo tradicionales miden solo una fracción de los nutrientes totales disponibles en el suelo. El suelo contiene una gran cantidad de nutrientes esenciales necesarios para el crecimiento de las plantas, pero solo una pequeña fracción (generalmente menos en el área "central" (posiblemente 1%) del suelo) puede absorberlos. La liberación de nutrientes al suelo y la aplicación sólida de fertilizantes y otros aditivos orgánicos representan una serie de procesos químicos, microbiológicos y físicos muy complejos (Espinoza et al., 2010).

La agricultura es una de las actividades principales desarrolladas por las comunidades en las zonas rurales. Varias situaciones pueden afectar la vida de los agricultores y sus

sistemas agrícolas, por ejemplo: la política agrícola, crecimiento urbano, migración nacional e internacional, falta de incentivos para las zonas rurales y degradación ambiental. Los sistemas agrícolas tradicionales más conocidos son la milpa, los sistemas de roza y quema, la porcelana, los huertos, los sistemas agroforestales, el riego y las plataformas agrícolas. La investigación sobre la agricultura tradicional mexicana muestra que los agricultores han practicado una variedad de sistemas durante cientos de años (Valbuena-Calderón et al., 2016).

3. METODOLOGÍA

En la finca El Porvenir la cual está comprendida por un área neta de 1,6 hectáreas, se realizó un estudio de calidad del suelo en el año 2018 por parte de la entidad AGRILAB. Para la producción agrícola de café, plátano, mango y cítricos, de la siguiente manera:

Se realizó la toma de muestras de suelo para su respectivo análisis, considerando que todas las siembras de los diferentes cultivos tienen la misma edad, se procedió a dividir el área de siembra en doce zonas representativas y cinco muestras por zona una profundidad de 30 centímetros (cm), bajo la gotera del árbol (plato) (zona donde se aplica el fertilizante a la planta), mezclándolas homogéneamente y obteniendo una muestra de 2 kilos, empacada y rotulada para ser enviada al laboratorio de AGRILAB para su respectivo análisis.

Ya enviados los resultados del análisis de suelo por parte del laboratorio, se da comienzo a hacer la comparación de los valores nutricionales presentes en el suelo analizado, con los valores químicos y físicos de suelo requeridos para los cultivos de plátano, cítricos, mango y café. Determinando así su calidad, es decir si es apto o no para la implementación de los cultivos ya mencionados y en dado caso de presentar

deficiencias en algunos elementos, aplicar correctivos y especificar la razón de su aplicación.

Los resultados del análisis del suelo deben considerarse indicadores, lo que significa que no representan la cantidad de nutrientes realmente disponibles en el suelo. Por lo tanto, es mejor considerar estos resultados de manera cualitativa que cuantitativa. Teniendo en cuenta que estos índices de usabilidad corresponden a métodos específicos de extracción o cultivo, esto es muy importante. La interpretación del análisis, se basa en los resultados de las pruebas de campo, de las cuales se pueden derivar suficientes categorías de nutrientes, tales como: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.

Con el análisis de resultados se llega a determinar qué tipo de recomendaciones se han de seguir en lo que a enmiendas, abonos y fertilizantes deben ser aplicados al suelo para que el sistema de producción agrícola sea altamente productivo y rentable.

4.1 Valores nutricionales requeridos para cultivo de mango vs análisis de suelo.

En la figura 2 se aprecian los valores de materia orgánica (MO) obtenidos por el análisis de suelo realizado previamente a la finca El Porvenir por parte de la entidad AGRILAB, en el año 2018 (AGRILAB, 2018). El cual indica, que el porcentaje de (MO) presente en el suelo, el cual corresponde a un 6,74%. Para el cultivo de mango, según (Huete & Arias, 2007) los porcentajes de materia orgánica requeridos están entre el 2,0% - 4,0% de (MO).

El suelo de la finca El Porvenir excede en un 2,74% la cantidad de (MO) máximo contemplado por los autores antes mencionados.

Figure 2. Localización Finca el Porvenir



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel

En la figura número 3 se aprecian el potencial de hidrogeno (pH) obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir por parte de la entidad AGRILAB, en el año 2018 (AGRILAB, 2018). El cual indica que la cantidad de (pH) presente en el suelo, es de 5,68 pH_unit. Para el cultivo de mango según (Huete & Arias, 2007) los porcentajes de hidrogeno requeridos están entre el 5,50 pH_unit - 7,0 pH_unit de (pH).

El potencial de hidrogeno de la finca El Porvenir se encuentra en un rango medio, siendo de 5,68 pH_unit. Dando a entender que el (pH) presente en el suelo es apto para el cultivo de mango.

Figura 3. (pH) finca El Porvenir vs (pH) requerido para Mango



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel

En la figura número 4 se aprecian los valores de Nitrógeno (N) obtenidos por el análisis de suelo realizado previamente a la finca El Porvenir por parte de la entidad AGRILAB, en el año 2018 (AGRILAB, 2018). El cual indica que el porcentaje de (N) presente en el suelo, es de 0,326%. Para el cultivo de mango (Huete &

Arias, 2007). Los porcentajes de nitrógeno requeridos están entre el 0,20% - 0,50% de (N).

El Nitrógeno (N) presente en la finca El Porvenir se encuentra en un rango medio el cual es 0,326%. Lo cual según los autores antes mencionados indican que el suelo de la finca el provenir es apto para el cultivo de mango.

Figura 4. (N) finca El Porvenir vs (N) requerido para Mango.



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel

4.2 Valores nutricionales para mango vs resultados de análisis de suelo (ppm)

En la figura 5, se aprecian los valores de Cobre (Cu) 0,390 mg/kg-ppm, Hierro (Fe) 69,06 mg/kg-ppm, Manganeso (Mn) 6,0 mg/kg-ppm, Zinc (Zn) 2,05 mg/kg-ppm, Boro (Br) 2,05 mg/kg-ppm y Fosforo (P) 8,77 mg/kg-ppm, obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir por parte de la entidad AGRILAB(AGRILAB, 2018), tal y como se aprecia en la tabla número 1. Para el cultivo de mango según (Huete & Arias, 2007) los valores requeridos de los nutrientes antes mencionado son: Cobre (Cu) 1,70/kg-ppm - 3,4 mg/kg-ppm, Hierro (Fe) 56 mg/kg-ppm - 112 mg/kg-ppm, Manganeso (Mn) 28 mg/kg-ppm - 112 mg/kg-ppm, Zinc (Zn) 1,7 mg/kg-ppm - 3,4 mg/kg-ppm, Boro (Br) 0,5 mg/kg-ppm - 8 mg/kg-ppm y Fosforo (P) 13 mg/kg-ppm - 30 mg/kg-ppm.

Figura 5. (ppm) finca El Porvenir vs (ppm) requerido para Mango.



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

Con todo lo anterior, la finca El Porvenir según el análisis de suelo realizado por la entidad AGRILAB en el año 2018 muestra que el suelo de la finca El Porvenir respecto a la concentración presente de en el suelo de Cobre (Cu) esta 1,31 mg/kg-ppm por debajo de rango mínimo establecido por el autor, el Hierro (Fe) por otra parte se encuentra en un rango medio estando 42,4 mg/kg-ppm por debajo de rango máximo y 13,6 mg/kg-ppm por encima del rango mínimo, el Manganeso (Mn) se encuentra en un rango bajo estando 22,0 mg/kg-ppm por debajo del rango mínimo establecido, al igual que el Cobre (Cu) el Zinc (Zn), se encuentra en un rango medio de 0,35 mg/kg-ppm por encima del rango mínimo y 1,35 mg/kg-ppm por debajo del rango máximo para cultivo de mango, el Boro (Br) de igual manera se encuentra en un rango medio 1,55 mg/kg-ppm por encima del rango mínimo y 5,95 mg/kg-ppm, finalmente el Fosforo (P) el cual presenta poca presencia en el suelo estando 4,23 mg/kg-ppm por debajo del rango mínimo requerido para el apto cultivo de mango.

Teniendo en cuenta lo anterior para el cultivo de mango, el suelo de la finca El Porvenir presenta unas condiciones favorables para su cultivo, salvo por el déficit de Cobre (Cu), Fósforo (P) y Manganeso (Mn).

Tabla 1. (ppm) finca El Porvenir vs (ppm) requerido para Mango.

Variable	Expresión	Resultados análisis de suelos (mg/kg-ppm)	Rango mínimo (Mango)	Rango máximo (Mango)	Unidades
Cobre	Cu	0,390	1,70	3,4	ppm
Hierro	Fe	69,6	56	112	ppm
Manganeso	Mn	6,00	28	112	ppm
Zinc	Zn	2,05	1,7	3,4	ppm
Boro	B	2,05	0,5	8	ppm
Fósforo	P	8,77	13	30	ppm

Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

4.3 Valores nutricionales requeridos para cultivo de mango vs análisis de suelo (meq/100g).

En la Figura 6 se pueden observar los valores de Potasio intercambiable (K) 0,108 meq/100g, Calcio intercambiable (Ca) 1,00 meq/100g, Magnesio intercambiable (Mg) 0,230 meq/100g, Sodio intercambiable (Na) 0,230 meq/100g, obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir por parte de la entidad AGRILAB (AGRILAB, 2018), tal y como se aprecia en la tabla número 1. Para el cultivo de mango según (Huete & Arias, 2007) los valores requeridos de los nutrientes antes mencionado son: Potasio intercambiable (K) 0,384 meq/100g - 0,716 meq/100g, Calcio intercambiable (Ca) 4,99 meq/100g - 12,5 meq/100g, Magnesio intercambiable (Mg) 1,5 meq/100g - 2,05 meq/100g, Sodio intercambiable (Na) 0,04 meq/100g - 0,48 meq/100g.

Figura 6. (meq/100g) finca El Porvenir vs (meq/100g) requerido para Mango.



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

Con lo anterior, la finca El Porvenir respecto a los valores observados en la tabla número 2 el Potasio intercambiable (K), se encuentra por debajo de rango mínimo 0,276 meq/100g, contemplado en la tabla antes mencionada, de igual forma con el Calcio intercambiable (Ca) el cual está 3,99 meq/100g por debajo del rango mínimo establecido por el autor, por último el magnesio intercambiable (Mg) esta 1,27 meq/100g por debajo del rango mínimo; por otra parte el Sodio intercambiable (Na) es el único de la tabla antes mencionada que se encuentra en un rango medio estando 0,25 meq/100g por debajo del rango máximo establecido y 0,19 meq/100g por encima del rango mínimo para mango.

El suelo de la finca El Porvenir presenta un déficit en los nutrientes siguiente nutrientes (k), (Ca) y (Mg) siendo solo el Sodio intercambiable (Na) el único nutriente en un rango medio para el cultivo de mango.

Tabla 2. (meq/100g) finca El Porvenir vs (meq/100g) requerido para Mango.

Variable	Expresión	Resultados análisis de suelo finca el porvenir (meq/100g)	Rango mínimo (Mango)	Rango máximo (Mango)	Unidades
Potasio intercambiable	K	0,108	0,384	0,716	meq/100 g
Calcio intercambiable	Ca	1,00	4,99	12,5	meq/100 g
Magnesio intercambiable	Mg	0,230	1,5	2,05	meq/100 g
Sodio intercambiable	Na	0,230	0,04	0,48	meq/100 g

Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

4.4 Valores nutricionales requeridos para cultivo de cítricos vs análisis de suelo

En la Figura 7 se observan los porcentajes de materia orgánica (MO) obtenidos por el análisis de suelo realizado previamente a la finca El Porvenir por parte de la entidad AGRILAB, en el año 2018 (AGRILAB, 2018). El cual indica, que el porcentaje de (MO) presente en el suelo es de 6,74%. Para el cultivo de cítricos según (A. García, 2010) los porcentajes de materia orgánica requeridos están entre el 0,4% - 3,0% de (MO).

Figura 7. (MO) finca El Porvenir vs (MO) requerido para Cítricos.



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

El suelo de la finca El Porvenir excede en un 3,74% la cantidad de (MO) máximo contemplado por el artículo antes mencionado.

Figura 8. (pH) finca El Porvenir vs (pH) requerido para Cítricos.



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

En la figura 8, se observan los valores de potencial de hidrógeno (pH) obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir por parte de la entidad AGRILAB, en el año 2018. El cual indica, que el pH del suelo es de 5,68 pH_unit. Para el cultivo de cítricos según el documento (A. García, 2010) Los valores de potencial de hidrógeno requeridos se encuentran entre el 6,6 pH_unit - 7,5 pH_unit de (pH).

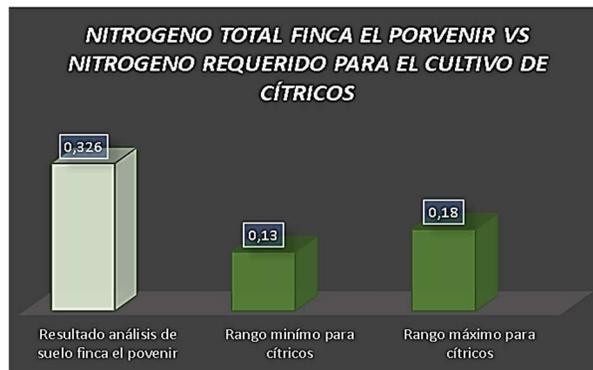
El suelo de la finca, se encuentra por debajo de los valores mínimos estando 0,82 pH_unit por debajo de los valores mínimos requeridos, según el documento previamente mencionados.

En la figura 9, se aprecian los valores de Nitrógeno (N) presentes en el suelo, obtenidos por el análisis de suelo realizado previamente a la finca El Porvenir por parte de la entidad AGRILAB, en el año 2018 (AGRILAB, 2018). El cual indica que el porcentaje de (N) presente en el suelo, es de 0,326%. Para el cultivo de cítricos

según (A. García, 2010) los porcentajes de nitrógeno requeridos están entre el 0,13% - 0,18% de (N).

El Nitrógeno presente en la finca El Porvenir excede en un 0,146% la cantidad de (N) máximo contemplado por el artículo antes mencionado.

Figura 9. (N) finca El Porvenir vs (N) requerido para Cítricos.



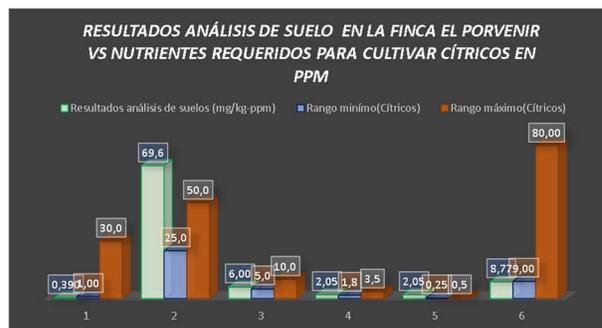
Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

4.5 Valores nutricionales para cítricos vs resultados de análisis de suelo (ppm).

En la figura 10, se observan los valores de Cobre (Cu) 0,390 mg/kg-ppm, Hierro (Fe) 69,06 mg/kg-ppm, Manganeso (Mn) 6,0 mg/kg-ppm, Zinc (Zn) 2,05 mg/kg-ppm, Boro (Br) 2,05 mg/kg-ppm y Fosforo (P) 8,77 mg/kg-ppm, obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir de parte de la entidad AGRILAB (AGRILAB, 2018), tal y como se aprecia en la tabla número tres. Para el cultivo de cítricos según (A. García, 2010) los valores requeridos de los nutrientes antes mencionado son: Cobre (Cu) 1,00 mg/kg-ppm - 30,0 mg/kg-ppm, Hierro (Fe) 25,0 mg/kg-ppm - 50,0 mg/kg-ppm, Manganeso (Mn) 5,6 mg/kg-ppm - 10,0 mg/kg-ppm, Zinc (Zn) 1,8 mg/kg-ppm - 3,5 mg/kg-ppm, Boro (Br) 0,25 mg/kg-ppm - 0,5 mg/kg-ppm y Fosforo (P) 9,00 mg/kg-ppm - 80,00 mg/kg-ppm.

Por otra parte, el boro (Br) presente en el suelo de la finca El Porvenir excede al rango máximo requerido por el autor.

Figura 10. (ppm) finca El Porvenir vs (ppm) requerido para Cítricos.



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

Con esto en cuenta la finca El Porvenir según el análisis de suelo realizado por la entidad AGRILAB en el año 2018 muestra que el suelo de la finca El Porvenir respecto a la concentración de Cobre (Cu) se encuentra 0,61 mg/kg-ppm por debajo del rango mínimo requerido, Hierro (Fe) se encuentra en un rango medio estando 44,6 mg/kg-ppm por encima del rango mínimo establecido por el autor y 19,6 mg/kg-ppm por debajo del rango mínimo para cítricos, el Manganeso (Mn), se encuentra de igual forma en un rango medio estando 4,00 mg/kg-ppm por debajo de rango máximo y 1,00 mg/kg-ppm superior al rango mínimo establecido, de la misma manera el Zinc (Zn) se encuentra en un rango medio de 0,25 mg/kg-ppm por encima del rango mínimo y 1,3 mg/kg-ppm por debajo del rango máximo para cultivo de mango, el Boro (Br) se encuentra en un rango superior excediendo 1,55 mg/kg-ppm el rango máximo, finalmente el Fosforo (P), se encuentra en un rango relativamente bajo estando 0,23 mg/kg-ppm por debajo del rango mínimo y requerido para el apto cultivo de cítricos.

Teniendo en cuenta, lo anterior para el cultivo de cítricos en el suelo de la finca El Porvenir presenta unas condiciones favorables para el cultivo de esta fruta, salvo por el déficit de Cobre (Cu) y en menor medida el Fosforo (P).

Tabla 3. (ppm) finca El Porvenir vs (ppm) requerido para Cítricos.

Variable	Expresión	Resultados análisis de suelos (mg/kg-ppm)	Rango mínimo (Cítricos)	Rango máximo (Cítricos)	Unidades
Cobre	Cu	0,390	1,00	30,0	ppm
Hierro	Fe	69,6	25,0	50,0	ppm
Manganeso	Mn	6,00	5,0	10,0	ppm
Zinc	Zn	2,05	1,8	3,5	ppm
Boro	B	2,05	0,25	0,5	ppm
Fósforo	P	8,77	9,00	80,00	ppm

Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

4.6 Valores nutricionales requeridos para cultivo de cítricos vs análisis de suelo (meq/100g).

En la figura 11, se pueden observar los valores de Potasio intercambiable (K) 0,108 meq/100g, Calcio intercambiable (Ca) 1,00 meq/100g, Magnesio intercambiable (Mg) 0,230 meq/100g, Sodio intercambiable (Na) 0,230 meq/100g, obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir de parte de la entidad AGRILAB, (AGRILAB, 2018) tal y como se aprecia en la tabla número 4. Para el cultivo de cítricos según (A. García, 2010) los valores requeridos de los nutrientes antes mencionado son: Potasio intercambiable (K) 0,153 meq/100g - 1,662 meq/100g, Calcio intercambiable (Ca) 6,10 meq/100g - 16,00 meq/100g, Magnesio intercambiable (Mg) 0,230 meq/100g - 6,00 meq/100g, Sodio intercambiable (Na) 0,17 meq/100g - 0,24 meq/100g.

Figura 11. (meq/100g) finca El Porvenir vs (meq/100g) requerido para Cítricos.



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

Con lo anterior, se puede establecer que los nutrientes del suelo en la finca El Porvenir respecto a los valores observados en la tabla número 4, el Potasio intercambiable (K) se encuentra por debajo de rango mínimo 0,045 meq/100g, contemplado en la tabla antes mencionada, de igual forma con el Calcio intercambiable (Ca) el cual está 5,10 meq/100g por debajo del rango mínimo establecido por el autor, por último el magnesio intercambiable (Mg) esta 2,77 meq/100g por debajo del rango mínimo; por otra parte el Sodio intercambiable (Na) es el único que se encuentra en un rango medio estando 0,01 meq/100g por debajo del rango máximo establecido y 0,06 meq/100g por encima del rango mínimo para cítricos.

El suelo de la finca El Porvenir presenta en este un déficit en los nutrientes siguiente nutrientes (k), (Ca) y (Mg) siendo solo el Sodio intercambiable (Na) el único nutriente en un rango medio.

Tabla 4. (meq/100g) finca El Porvenir vs (meq/100g) requerido para Cítricos.

Variable	Expresión	Resultados análisis de suelo finca el porvenir (meq/100g)	Rango mínimo (Cítricos)	Rango máximo (Cítricos)	Unidades
Potasio intercambiable	K	0,108	0,153	1,662	meq/100 g
Calcio intercambiable	Ca	1,00	6,10	16,00	meq/100 g
Magnesio intercambiable	Mg	0,230	3,00	6,00	meq/100 g
Sodio intercambiable	Na	0,230	0,17	0,24	meq/100 g

Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

4.7 Valores nutricionales requeridos para el cultivo de plátano vs análisis de suelo.

Los porcentajes de materia orgánica (MO) obtenidos por el análisis de suelo realizado previamente a la finca El Porvenir de parte de la entidad AGRILAB, (AGRILAB, 2018) en el año 2018. El cual indica que el porcentaje de (MO) presente en el suelo, es de 6,74%. Para el cultivo de Plátano según (Osorio, 2012) los porcentajes de materia orgánica requeridos están entre el 2,0% - 5,0% de (MO).

La (MO) presente en el suelo de la finca El Porvenir excede en un 1,74% la cantidad de (MO) máximo contemplado por el autor antes mencionado.

En cuanto al potencial de hidrogeno (pH) obtenidos por el análisis de suelo realizado previamente a la finca El Porvenir por parte de (AGRILAB, 2018). El cual indica que el porcentaje de (pH) presente en el suelo es de 5,68 pH_unit. Para el cultivo de plátano según (Osorio, 2012) el potencial de hidrogeno requerido esta entre el 6,50 pH_unit-7,5 pH_unit de (pH).

El potencial de hidrogeno de la finca El Porvenir se encuentra en un rango medio, siendo de 5,68 pH_unit. Dando a entender que el (pH) presente en el suelo es apto para el cultivo de plátano.

Los valores de nitrógeno (N) obtenidos por el análisis de suelo realizado previamente a la finca El Porvenir por parte de la entidad (AGRILAB, 2018). El cual indica que el

porcentaje de (N) presente en el suelo, es de 0,326%. Para el cultivo de plátano según (Osorio, 2012) los porcentajes de materia orgánica requeridos están entre el 0,40% - 0,80% de (N).

El nitrógeno presente en la finca El Porvenir está por debajo del rango mínimo para la producción de plátano requerida según el autor antes mencionado la cual es de 0,40% de (N), en pocas palabras el suelo de la finca El Porvenir esta un 0,074% de (N) por debajo del mínimo requerido.

4.8 Valores nutricionales para plátano vs resultados de análisis de suelo (ppm).

Los valores de Cobre (Cu) 0,390 mg/kg-ppm, Hierro (Fe) 69,06 mg/kg-ppm, Manganeseo (Mn) 6,0 mg/kg-ppm, Zinc (Zn) 2,05 mg/kg-ppm, Boro (Br) 2,05 mg/kg-ppm y Fosforo (P) 8,77 mg/kg-ppm, obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir de parte de la entidad AGRILAB (AGRILAB, 2018), tal y como se aprecia en la tabla número 5. Para el cultivo de plátano según (Osorio, 2012) los valores requeridos de los nutrientes antes mencionado son: Cobre (Cu) 1,00/kg-ppm - 3,00 mg/kg-ppm, Hierro (Fe) 25 mg/kg-ppm - 50,0 mg/kg-ppm, Manganeseo (Mn) 5 mg/kg-ppm - 10 mg/kg-ppm, Zinc (Zn) 1,5 mg/kg-ppm - 5,0 mg/kg-ppm, Boro (Br) 0,5 mg/kg-ppm - 1,0 mg/kg-ppm y Fosforo (P) 5,00 mg/kg-ppm - 30,00 mg/kg-ppm.

Con esto en cuenta la finca El Porvenir según el análisis de suelo realizado por la entidad AGRILAB en el año 2018 muestra que el suelo

de la finca El Porvenir respecto a la concentración presente de en el suelo de Cobre (Cu) presenta un déficit de 0,61 mg/kg-ppm por debajo del rango mínimo establecido por el autor, por otra parte el Hierro (Fe) se encuentra en exceso con 19,6 mg/kg-ppm por encima del rango máximo establecido por el autor, el Manganeseo (Mn) se encuentra en un rango medio estando 4,00 mg/kg-ppm por debajo de rango máximo y 1,00 mg/kg-ppm superior al rango mínimo establecido, de la misma manera el Zinc (Zn) se encuentra en un rango medio de 0,55 mg/kg-ppm por encima del rango mínimo y 2,95 mg/kg-ppm por debajo del rango máximo para cultivo de plátano, el Boro (Br) al igual que el hierro se encuentra en exceso 1,05 mg/kg-ppm por encima del rango máximo, finalmente el Fosforo (P) el cual presenta un rango de presencia media en el suelo estando 3,77 mg/kg-ppm, por encima del rango mínimo y 22,77 mg/kg-ppm por debajo del rango máximo requerido para el óptimo cultivo de plátano.

4.9 Valores nutricionales requeridos para cultivo de plátano vs análisis de suelo (meq/100g).

Los valores de Potasio intercambiable (K) 0,108 meq/100g, Calcio intercambiable (Ca) 1,00 meq/100g, Magnesio intercambiable (Mg) 0,230 meq/100g, Sodio intercambiable (Na) 0,230 meq/100g, obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir de parte de la entidad AGRILAB (AGRILAB, 2018). Para el cultivo de plátano según (Osorio, 2012) los valores requeridos de los nutrientes antes mencionado son: Potasio intercambiable (K) 0,10 meq/100g - 0,40 meq/100g, Calcio intercambiable (Ca) 3,00 meq/100g - 6,00 meq/100g, Magnesio intercambiable (Mg) 1,5 meq/100g - 2,5 meq/100g, Sodio intercambiable (Na) 0,5 meq/100g - 1,00 meq/100g.

Con lo anterior, en consideración la finca El Porvenir respecto a los valores observados, el Potasio intercambiable (K) se encuentra en rango medio con 0,008 meq/100g por encima del rango mínimo y 0,292 meq/100g por debajo del rango máximo, por otra parte el Calcio intercambiable (Ca) se encuentra en un rango medio 2,00 meq/100g por encima del rango mínimo y 5,00 meq/100g por debajo del rango máximo establecido por el autor, de igual forma con el magnesio intercambiable (Mg) el cual está en un rango bajo con 1,27 meq/100g por debajo del rango mínimo establecido, finalmente el Sodio intercambiable (Na) se encuentra en rango bajo en el suelo con 0,27 meq/100g por debajo del rango mínimo para plátano.

El suelo de la finca El Porvenir presenta un déficit en los nutrientes siguiente nutrientes (Ca), (Mg) y (Na), siendo solo el Sodio intercambiable (K), el único nutriente en un rango medio.

4.10 Valores nutricionales para café vs resultados de análisis de suelo (ppm).

Los valores de Cobre (Cu) 0,390 mg/kg-ppm, Hierro (Fe) 69,06 mg/kg-ppm, Manganeseo (Mn) 6,0 mg/kg-ppm, Zinc (Zn) 2,05 mg/kg-ppm, Boro (Br) 2,05 mg/kg-ppm, Fosforo (P) 8,77 mg/kg-ppm y Azufre (S) 8,70 mg/kg-ppm. Obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir de parte de la entidad AGRILAB (AGRILAB, 2018). Para el cultivo de café según (Inglés, 1999) los valores requeridos de los nutrientes antes mencionado son: Cobre (Cu) 1,3/kg-ppm - 2,5 mg/kg-ppm, Hierro (Fe) 20,00 mg/kg-ppm - 100 mg/kg-ppm, Manganeseo (Mn) 2,00 mg/kg-ppm - 10,00 mg/kg-ppm, Zinc (Zn) 2,0 mg/kg-ppm - 5,0 mg/kg-ppm, Boro (Br) 0,5 mg/kg-ppm - 10 mg/kg-ppm, Fosforo (P) 15 mg/kg-ppm - 30 mg/kg-ppm y Azufre (S) 30,0 mg/kg-ppm - 60,0 mg/kg-ppm.

Teniendo en cuenta lo anterior, la finca El Porvenir según el análisis de suelo realizado por la entidad AGRILAB en el año 2018

muestra que el suelo de la finca El Porvenir respecto a la concentración presente de en el suelo de Cobre (Cu) se encuentra en un rango bajo con 0,91 mg/kg-ppm por debajo del rango mínimo requerido por el autor, el Hierro (Fe) por otro lado, se encuentra en un rango medio con 49,6 mg/kg-ppm por encima del rango mínimo y 30,4 mg/kg-ppm por debajo de rango máximo establecido por el autor, el Manganeso (Mn) de igual manera se encuentra en un rango medio estando 4,00 mg/kg-ppm por debajo de rango máximo y 4,00 mg/kg-ppm superior al rango mínimo establecido, de la misma manera el Zinc (Zn) se encuentra en

un rango medio de 2,00 mg/kg-ppm por encima del rango mínimo y 2,95 mg/kg-ppm, por debajo del rango máximo para cultivo de café, el Boro (Br) a diferencia de los antes mencionados se encuentra en exceso con 1,05 mg/kg-ppm por encima del rango máximo, el Fosforo (P) presenta poca presencia en el suelo estando 6,23 mg/kg-ppm por debajo del rango mínimo y finalmente el Azufre (S), al igual que el fósforo se encuentra en un rango bajo con 21,3 mg/kg-ppm por debajo del mínimo requerido para el apto cultivo de café.

Tabla 5. (ppm) finca El Porvenir vs (ppm) requerido para Café.

Variable	Expresión	Resultados análisis de suelos (mg/kg-ppm)	Rango mínimo (Café)	Rango máximo (Café)	Unidades
Cobre	Cu	0,390	1,3	2,5	ppm
Hierro	Fe	69,6	20,0	100,0	ppm
Manganeso	Mn	6,00	2,0	10,0	ppm
Zinc	Zn	2,05	2,0	5,0	ppm
Boro	B	2,05	0,5	1,0	ppm
Fósforo	P	8,77	15,00	30,0	ppm
Azufre	S	8,70	30,0	60,0	ppm

Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

4.11 Valores nutricionales requeridos para cultivo de café vs análisis de suelo (meq/100g)

En la figura 12, se observan los valores de Potasio intercambiable (K) 0,108 meq/100g, Calcio intercambiable (Ca) 1,00 meq/100g, Magnesio intercambiable (Mg) 0,230 meq/100g, Sodio intercambiable (Na) 0,230 meq/100g, obtenidos por el análisis de suelo realizado en la finca El Porvenir por parte de la entidad (AGRILAB, 2018), para el cultivo de café según (Inglés, 1999) los valores requeridos de los nutrientes antes mencionado son: Potasio intercambiable (K) 0,3 meq/100g - 0,6 meq/100g, Calcio intercambiable (Ca) 3,00 meq/100g - 6,00 meq/100g, Magnesio intercambiable (Mg) 1,5 meq/100g - 3,00

meq/100g, Sodio intercambiable (Na) 0,04 meq/100g - 0,48 meq/100g.

Figura 12. (meq/100g) finca El Porvenir vs (meq/100g) requerido para Café.



Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

Con esto en cuenta, el suelo de la finca El Porvenir la disponibilidad de el Potasio intercambiable (K) se encuentra por debajo de rango mínimo 0,192 meq/100g, de igual forma con el Calcio intercambiable (Ca) el cual está 2,00 meq/100g por debajo del rango mínimo establecido por el autor, por último el magnesio intercambiable (Mg) esta 1,27 meq/100g por debajo del rango mínimo; por otra parte el Sodio intercambiable (Na) es el único que se

encuentra en un rango medio estando 0,19 meq/100g, por debajo del rango máximo establecido y 0,25 meq/100g por encima del rango mínimo para café.

El suelo de la finca El Porvenir, presenta un déficit en los nutrientes siguiente nutrientes (k), (Ca) y (Mg) siendo solo el Sodio intercambiable (Na) el único nutriente en un rango medio.

Tabla 6. (meq/100g) finca El Porvenir vs (meq/100g) requerido para Café.

Variable	Expresión	Resultados análisis de suelo finca el porvenir (meq/100g)	Rango mínimo (Café)	Rango máximo (Café)	Unidades
Potasio intercambiable	K	0,108	0,3	0,6	meq/100 g
Calcio intercambiable	Ca	1,00	3,0	6,0	meq/100 g
Magnesio intercambiable	Mg	0,230	1,5	3,0	meq/100 g
Sodio intercambiable	Na	0,230	0,04	0,48	meq/100 g

Fuente: Elaboración propia utilizando Excel.

5. CONCLUSIONES

La calidad del suelo de la finca El Porvenir cumple con la mayoría de los niveles de elementos estimados para la producción agrícola.

Se deben realizar las correcciones en los niveles de los elementos presentes en el suelo dados en las recomendaciones.

Se debe realizar análisis de suelos cada dos años para monitorear los niveles de los elementos presentes y así hacer sus respectivas correcciones mediante implementación de un plan de fertilización para mantener excelentes producciones.

Basándose en los resultados obtenidos del análisis de suelos realizado en la finca El Porvenir (AGRILAB, 2018) comparado con los requerimientos de nutrientes que debe tener el suelo dado por diferentes autores mencionados previamente en el documento, para determinar la calidad de este en la producción agrícola de mango, cítricos, plátano y café, analizados en este estudio se recomienda hacer las siguientes correcciones:

Para la producción de mango se debe realizar la corrección de las siguientes deficiencias de cobre, manganeso, fósforo, como se ve en la figura 5 potasio, calcio y magnesio como se muestra en la figura número 6 (Asohofrucol, 2013).

Para la producción de cítricos se debe realizar la corrección de las siguientes deficiencias de pH como se aprecia en la figura número 8, cobre, fósforo figura 10, potasio, calcio y magnesio. Como se ve evidencia en la figura 1 (González Segnana, 2019).

Para la producción de plátano se debe realizar la corrección de las siguientes deficiencias de pH figura 13, nitrógeno figura 14, cobre figura 15, calcio y magnesio figura 16 (Guerrero, 2010).

Para la producción de café, se debe realizar la corrección de las siguientes deficiencias de nitrógeno, cobre, fósforo, azufre, potasio, calcio y magnesio. (INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA, 2019).

Se recomienda utilizar los siguientes productos comerciales para la corrección de la deficiencia antes mencionada:

Para el control del pH se recomienda el utilizar CAL DOLOMITA (ENLASA, 2013).

Para la corrección de la deficiencia de fósforo se debe aplicar roca fosfórica o fosforita Huila (FOSFATOS DEL HUILA, 2013).

Para la corrección de la deficiencia nitrógeno, fósforo y potasio, existen fuentes simples como la urea con un 45% de nitrógeno, DAP "fosfato diamónico" (Giraldo, 2013), 10-30-10 (Monómeros Colombo Venezolanos S.A., 2013) que contiene 10% de nitrógeno, 30% de fósforo y 10% de potasio, 15-15-15 (Nutrición de plantas S.A., 2013) que contiene 15% de nitrógeno, 15% de fósforo y 15% de potasio y 11% de azufre.

Para corregir la deficiencia de los elementos menores como el cobre, calcio, magnesio, azufre, manganeso, mediante la aplicación de fertilizantes compuestos como el abotek (Abonos Colombinos S.A., 2013) y la mezcla cafetera "ferticrop" (PRECISAGRO, 2013).

6. BIBLIOGRAFÍA

- Abonos Colombinos S.A. (2013). Ficha técnica ABOTECK grado 15-4-23-4. <https://recintodelpensamiento.com/ComiteCafeteros/HojasSeguridad/Files/Fichas/FTAbotek201462995320.pdf>
- AGRILAB. (2018). Análisis para producción de Café Finca el porvenir.