



ORIGINAL


Recibido: 01/12/2021 | Aprobado: 03/03/2022


Análisis físico y químico de los suelos agrícolas del Sur de Manabí y su relación con los cultivos.

Physical and chemical analysis of agricultural soils in Southern Manabí and their relationship with crops.

Julio Gabriel Ortega [julio.gabriel@unesum.edu.ec] 
Doctor en Ciencia de la Educación. Prof. Auxiliar.
Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador.

Angélica Zambrano Zambrano [zambrano-angelica7924@unesum.edu.ec] 
Ingeniera agropecuaria.
Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador.

Raquel Vera Velázquez [vera-raquel@unesum.edu.ec] 
Máster en Ciencias de la Educación. Instructor.
Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador.

William Merchán García [william.merchan@unesum.edu.ec] 
Máster en Ciencias de la Educación. Instructor.
Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador.

Resumen

Con el objetivo de analizar las características físicas y químicas de los suelos agrícolas en el Sur de Manabí y su relación con los cultivos, se implementó un estudio en seis recintos de seis parroquias del Sur de Manabí (Salango, La Unión, Puerto Cayo, Membrillal y San Bartolo) y se realizó una encuesta cerrada elaborada y validada a 60 agricultores. El experimento fue analizado en un diseño experimental de bloques completamente aleatorios con 13 tratamientos. Se hizo un análisis estadístico de análisis de varianza y comparación de medias, mediante la prueba múltiple de tukey al $Pr < 0,05$ de probabilidad. Para determinar la percepción de los productores se realizó un análisis de chi cuadrada. Los resultados de los análisis físicos y químicos de los suelos, determinaron que el S y el Fe no fueron significativos entre sí, pero fueron significativos respecto del B y el K. La evaluación de los resultados mostró que el 38% de los productores



consideraron como cultivo principal al maíz, el 12% al café y la sandía. El 80% de los agricultores manifestaron que los factores principales que afectan a sus cultivos son la sequía y las plagas. El 66,6% de los agricultores indicaron que sus suelos son arcillosos y pobres en materia orgánica y el 20% son suelos limosos. Los resultados encontrados permiten concluir que las características físicas y químicas de los suelos son aptas para todos los cultivos del Sur de Manabí, aunque tienen problemas abióticos y bióticos.

Palabras clave: recintos, macro y micronutrientes, muestras de suelo, agricultores, enfermedades.

Summary

With the objective of analyzing the physical and chemical characteristics of agricultural soils in the South of Manabí and their relationship with crops, a study was carried out in six precincts of six parishes in the South of Manabí (Salango, La Unión, Puerto Cayo, Membrillal and San Bartolo) and a closed survey elaborated and validated was carried out on 60 farmers. The experiment was analyzed in a completely randomized block experimental design with 13 treatments. A statistical analysis of variance analysis and comparison of means was made, using Tukey's multiple test at $PR < 0.05$ probability. To determine the perception of the producers, a chi square analysis was carried out. The results of the physical and chemical analyzes of the soils determined that S and Fe were not significant among themselves, but they were significant with respect to B and K. The evaluation of the results showed that 38% of the producers considered as main crop to corn, 12% to coffee and watermelon. 80% of farmers stated that the main factors that affect their crops are drought and pests. 66.6% of the farmers indicated that their soils are clayey and poor in organic matter and 20% are loamy soils. The results found allow us to



conclude that the physical and chemical characteristics of the soils are suitable for all crops in the South of Manabí, although they have abiotic and biotic problems.

Keywords: enclosures, macro and micronutrients, soil samples, farmers, crops.

Introducción

El Ecuador se caracteriza por la gran diversidad de recursos naturales, dentro de los cuales se recalca que la presencia del uso del suelo es un buen potencial agrícola. Sin embargo, los suelos son afectados por la erosión y manejo inadecuado por los agricultores (López, 2016).

La agricultura es altamente desarrollada; sin embargo, diversos cultivos son muy exigentes en relación con la calidad de los componentes físicos, químicos y biológicos del suelo. La fertilización del suelo es de suma importancia porque contribuye al crecimiento de las plantas; esta es definida como un potencial que tiene el suelo para suplir la necesidad de los elementos nutritivos de forma, calidad, y proporción requerida, al beneficiar el desarrollo y rendimiento de los cultivos (Avilés, 2018).

La vida del suelo depende de varios factores como el agua, micro y macronutrientes, materia orgánica, pH y clase textural, que aportan múltiples beneficios a los cultivos. Y la calidad del suelo está siendo frecuentemente afectada por el incremento de los agroquímicos que los agricultores aplican sin control y conocimiento de los daños que ocasionan, de tal manera que causa desequilibrio en los niveles nutritivos del suelo, provocando infertilidad y pérdida de los cultivos (Rodas, 2017).

En la agricultura los suelos tienen múltiples e importantes funciones para los cultivos. Manabí es una provincia con diversa vocación agrícola, desde cultivos hortícolas y de ciclos perennes; también dispone de variedad de suelos y diversidad ecológica; allí se realizan sistemas de producción tradicionales que no requieren de técnicas agrícolas sofisticadas (Avilés, 2018).



Los nutrientes de las plantas son esenciales para la producción eficiente de alimentos saludables que compensen la población mundial. De tal manera que los nutrientes para las plantas son un componente fundamental en algunos sistemas de agricultura sostenible. El agotamiento de la capa productiva de los suelos, es una situación que sucede en muchos países en desarrollo, es una de las principales causas, muchas veces reservada, de la degradación de los suelos. Por otro lado, la aplicación de nutrientes sin control y su manejo inadecuado puede provocar problemas ambientales, en especial, si cantidades enormes de nutrientes se pierden del sistema suelo/cultivo y van al agua o al aire (Rodríguez, 2016).

Juárez (2018), sostiene que por su parte, en Perú la consecuencia de las malas decisiones y el desconocimiento de las propiedades físicas y químicas del suelo, en los niveles de producción de las variedades sembradas, es evidente en todas las zonas agrícolas del país, donde los niveles de tecnología son muy bajos, lo cual no ocurre en los predios que tienen avanzada tecnología.

Los niveles de producción y la calidad del producto cosechado son perjudicados por la aplicación de procesos de fertilización no adecuados, que no parten de información específica como el análisis del suelo resultante de los estudios de las principales características físicas y químicas que lo establecen.

El monitoreo y registro del estado de fertilización de los suelos es un aspecto de gran importancia en todos los sistemas de producción agropecuaria, en el cual los rendimientos, dependen de la disposición y capacidad que tenga el factor suelo para abastecer a las plantas de todos los nutrientes necesarios para su óptimo desarrollo (Juárez, 2018).

El análisis químico de la disponibilidad de nutrientes es una herramienta práctica y accesible con la que cuenta el profesional en agronomía, al momento de efectuar un análisis



confiable del estado de fertilidad del suelo. A través del análisis químico se pueden identificar y cuantificar fácilmente las principales limitantes nutricionales que se presentan en un sitio determinado, y es una fuente de información importante que se debe conocer al momento de elaborar un plan de manejo nutricional para un determinado cultivo (Rodríguez, 2016).

El uso agrícola excesivo del suelo ocasiona como consecuencia cambios negativos en sus elementos, físicos, químicos y biológicos para posteriormente degradarse; la degradación es consecuencia directa de la utilización del suelo por el hombre, en forma directa por la no agregación de macro elementos y micro elementos, y el uso exagerado de agroquímicos, causando degradación química, física y biológica (Rodríguez, 2016).

Cuando el agricultor repone en cada cosecha los nutrientes, el suelo no pierde la fertilidad, se recupera con mayor rapidez, y se mantiene activo; en cambio, un suelo degradado al agregarse los nutrientes, la recuperación es lenta, no tiene la capacidad de retención del agua por la destrucción de su estructura (Domínguez, 2011).

En la actualidad estudiar las propiedades físicas y químicas del suelo representa conocer los nutrientes disponibles para el crecimiento de las plantas y el potencial de los suelos para el desarrollo del cultivo sembrado, pero la realidad es que en diversos lugares de las comunidades del Sur de Manabí no se realizan análisis de suelo y, por desconocimiento, los agricultores tienen las desventajas de pérdidas de producción agrícola sostenible (Rodríguez, 2016).

La calidad del suelo contiene los elementos físicos y químicos que nos ayudan a captar su naturaleza y nos afirman que deberán ser equilibrados por parámetros, que son seleccionados para evaluar la calidad agrícola del suelo (Altamirano, 2019).

Uno de los aspectos fundamentales para las actividades agrícolas es conocer la composición física y química de los suelos y su relación con los cultivos utilizados. Por lo que la



fertilidad natural del suelo es indispensable para emprender un programa de producción agrícola, pecuaria y forestal (Montano, 2015).

El suelo, debido a su fragilidad y lenta recuperación, es considerado como un recurso no renovable, aunque es un componente esencial para el desarrollo humano, pero para lograr este “desarrollo”, se efectúan numerosas actividades que son las responsables de degradar e, incluso, causar una degradación irreparable de este valioso recurso natural. La calidad ambiental de los suelos enfoca, en forma integral, los efectos que pueden tener sobre él los diferentes usos y las actividades tecnológicas (Montano, 2015).

Los suelos de Manabí son por naturaleza aptos para las actividades agropecuarias, sin embargo, se caracterizan por tener bajos contenidos de N y P, que son dos de los macronutrientes más demandados por los cultivos. En las zonas del sur de Manabí no existen actualmente estudios de suelo, ni un análisis físico-químico del estado de arte de esos suelos (López, 2016).

También se puede decir que existen prácticas inadecuadas de manejo de los suelos, que degradan por consecuencias de la erosión y por características físicas como la (textura) y química (pH del suelo, contaminación), a lo cual es necesario dar solución; estos problemas, actualmente, son frecuentes en diferentes zonas agrícolas (Avilés, 2018).

Por tal motivo, es importante el análisis físico y químico de los suelos agrícolas del sur de Manabí y su relación con los cultivos, que permitirá conocer las características físicas y químicas del suelo, las concentraciones de contenido de nutrientes que tienen y también determinar cuáles son favorables en dichos suelos de acuerdo con la disponibilidad de nutrientes fundamentales para los cultivos que existen en los seis recintos estudiados en la zona sur de Manabí.

La presente investigación brindará beneficios sostenibles a los agricultores de dichas comunidades y les permitirá mejorar la planificación de siembra.



Por todo lo antes expuesto el objetivo del trabajo es analizar las características físicas y químicas de los suelos agrícolas en el sur de Manabí y su relación con los cultivos

Materiales y métodos

La investigación fue realizada en la Universidad Estatal del sur de Manabí, km uno y medio, vía a Noboa, sitio Los Ángeles; se seleccionaron para el estudio seis recintos de seis parroquias del sur de Manabí, las que son descritas a continuación.

Salango, perteneciente al recinto Rio Chico, situado a $01^{\circ} 15'$ y $01^{\circ} 38'$ de latitud sur y $80^{\circ} 25'$ y $80^{\circ} 50' 30''$ de longitud oeste, con una altura de 0 y 108 m.s.n.m, con un $T^{\circ}C$ máx de $30^{\circ}C$, $T^{\circ}C$ min $20^{\circ}C$, $T^{\circ}C$ media de $24,8$ y %HR de 62%.

La Unión, ubicada en el recinto San Eloy, situada a $01^{\circ} 22'18$ a $01^{\circ} 29'24$ latitud sur, $80^{\circ} 24'03$ y $80^{\circ} 29'41$ longitud occidental y una altura desde el nivel del mar hasta 800m, $T^{\circ}C$ de $26^{\circ}C$ max, $T^{\circ}C$ $22^{\circ}C$ min, $T^{\circ}C$ $24^{\circ}C$ medio y %HR 80,24% anual.

Puerto Cayo, ubicado en el recinto Puerto la Boca, situado al Norte: $1^{\circ}15'54$ minutos, Este: $1^{\circ}, 16'43$ minutos, Oeste: $1^{\circ}19'10$ minutos, longitud Norte: $80^{\circ}41'24$, Este: $80^{\circ}36'05$, Oeste: Longitud $80^{\circ} 43'02$ y altura de 800 m desde el nivel del mar, $T^{\circ}C$ max $26^{\circ}C$, $T^{\circ}C$ min $24^{\circ}C$, $T^{\circ}C$ media $25^{\circ}C$ y %HR 79%.

Membrillal, ubicada en el recinto Pueblo Nuevo, situado a $30^{\circ} 15' 28.297''$ latitud Norte, $31^{\circ} 28' 14.864''$ longitud Este y una altura de 800 m desde el nivel del mar, $T^{\circ}C$ $23,5^{\circ}C$ max; $T^{\circ}C$ $20^{\circ}C$ min; $T^{\circ}C$ $21,7^{\circ}C$ medio y %HR 78,24%.

Pedro Pablo Gómez, ubicado en el recinto San Bartolo, con una altura de 250 a 800 m desde el nivel del mar.

El Anegado, ubicado en el recinto Santa Rosa de Abajo, situado a $1^{\circ} 31' 0.012''$ latitud S y $80^{\circ} 31' 59.880''$ longitud Oeste con una altura de 250 a 800 msnm, $T^{\circ}C$ $24^{\circ}C$.



Se preparó una encuesta con nueve preguntas cerradas. En el proceso participaron 45 estudiantes de quinto semestre de la carrera Agropecuaria, de la Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, como parte del Proyecto Integrador de Saberes del segundo periodo académico 2019.

Para el estudio de cada parroquia y recinto se hizo un muestreo del suelo en parcelas cultivadas de los agricultores, aplicando el método de zig-zag en todo el terreno. Luego se hizo una muestra compuesta con todas las muestras de tierra, se mezcló y cuarteo para elegir al azar 1 kg de muestra, que fue embolsado en fundas negras. Las seis muestras, compuestas de tierra obtenida de suelos agrícolas de los recintos, fueron enviadas a la Estación Experimental de Pichilingue del INIAP, para su análisis físico y químico.

Una vez recibidos los resultados, estos fueron analizados en un diseño de bloques completamente aleatorios (DBCA) con 13 tratamientos (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B, pH y Materia Orgánica) y seis repeticiones (Gabriel, Valverde, Indacochea, Castro, Vera, M., Alcívar, Vera, R., 2021).

Se realizaron los siguientes análisis estadísticos:

Análisis paramétrico: sobre la base del modelo definido y previo análisis de normalidad y homogeneidad de varianza, se realizó análisis de varianza de los datos probar hipótesis de los efectos fijos, así como las comparaciones de medias de los tratamientos mediante la prueba de tukey al $Pr < 0,05$ de probabilidad. El análisis de varianza de datos también sirvió para estimar los componentes de varianza para los efectos aleatorios. Los análisis indicados se realizaron utilizando el Proc GLM del SAS (Gabriel, Valverde, Indacochea, Castro, Vera, M., Alcívar, Vera, R., 2021).



Análisis no paramétrico: para las encuestas se realizaron análisis de chi-cuadrada o de bondad de ajuste de las variables categóricas, para encontrar diferencias significativas. Este análisis fue realizado mediante el software SPSS 2015.

Se evaluó el contenido de los macro y micronutrientes, pH, contenido de materia orgánica y textura del suelo en cada recinto objeto de estudio.

- Contenido de N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B
- pH de suelos
- Contenido de materia orgánica
- Textura del suelo (arenoso, arcilloso, limoso)

Análisis y discusión de los resultados

Análisis estadístico del suelo

Se observó que, en general, todas las variables evaluadas mostraron una curva asimétrica ($A > 0$) y leptocurtica ($k > 3$), el coeficiente de variación (C.V) fue elevado y no está dentro de los rangos permitidos, (214.57%). La prueba de kolmogorov-Smirnov, mostró que no hubo significancia al $Pr < 0.01$ de probabilidad. Por lo que se asumió que la variable evaluada no cumple la condición de normalidad de los datos (Tabla 1).

Tabla 1. *Análisis de normalidad.*

<i>Momentos</i>	
<i>N</i>	91
<i>Media</i>	17.53
<i>Desviación std</i>	37.63
<i>Varianza</i>	1416
<i>Asimetría</i>	4.33
<i>Curtosis</i>	21.24
<i>Coef. Variación</i>	214.57
<i>Kolmogorov-Smirnov</i>	0.32



Análisis de homogeneidad de varianzas

El análisis de homogeneidad de varianza mostró que las medias no fueron homogéneas (ChiSq <,0001), y la prueba de Chi-cuadrada fue estadísticamente significativa al Pr<0,01 de probabilidad.

Tabla 2. Análisis de homogeneidad de varianza de macro y micronutrientes del suelo.

Chi-cuadrado	DF	Pr > ChiSq
990.311	120	<0,0001

Los resultados encontrados con el análisis de normalidad y homogeneidad de varianzas sugirió la necesidad de realizar una transformación de ajuste de los datos utilizando arco sen, el cual se realizó con la siguiente relación matemática $\text{lectura} = \arcsin((\text{lec}/100)**0.5))*180/3.1416$ (Gabriel, Valverde, Indacochea, Castro, Vera, M., Alcívar, Vera, R., 2021).

Análisis de varianza

La transformación a arco seno permitió una adecuada normalización y homogeneidad de varianzas, obteniéndose un coeficiente de variación (C.V. = 34%) que está en los rangos permitidos para este tipo de experimentos. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas para tratamientos al Pr<0,01 de probabilidad, indicando que al menos un tratamiento fue diferente (Tabla 8).

Tabla 3. Análisis de varianza para macro y micro nutrientes.

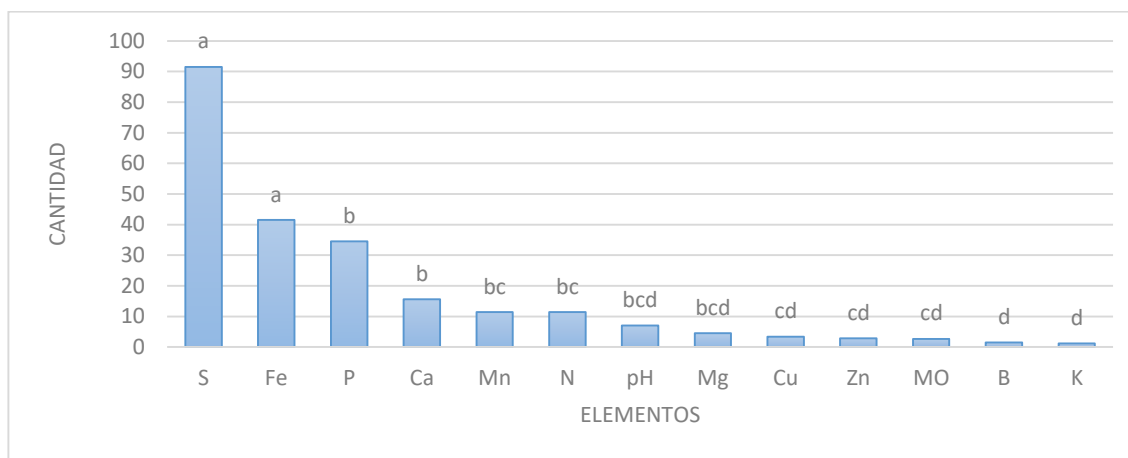
Origen	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	Pr > F
Trat	12	7057,46	588,12	17,75	<,0001
Rep	5	269,2	53,84	1,62	0,1682
Error	57	1888,98	33,14		
C.V. (%)		34,31			



Análisis de medias

El análisis de medias fue realizado mediante la prueba múltiple de Tukey al $Pr < 0,05$ de probabilidad, para la variable tratamiento (macro y micronutrientes), que mostró diferencias significativas al $Pr < 0,05$ de probabilidad (Figura 4).

Figura 1. Comparación de medias mediante la prueba múltiple de Tukey al $Pr < 0,05$ de probabilidad ($DSH=63,42$).



El análisis, mostró que el S y el Fe no fueron significativos estadísticamente entre sí al $Pr < 0,05$ de probabilidad, pero fueron significativos respecto al B y el K. Esto está denotando que el S y el Fe son los más abundantes en las zonas de estudio (Salango - Rio Chico, La Unión-San Eloy, Puerto Cayo-Puerto la Boca, Membrillal-Pueblo Nuevo, San Bartolo-San Bartolo y Santa Rosa de Abajo) y los menos abundantes son el B y el K.

Análisis de las encuestas

El análisis de Chi-cuadrada, mostró diferencias altamente significativas para las preguntas 2, 3 y 4 (Tabla 4). Esto estaría denotando que hubo diferencias altamente significativas al $Pr < 0,01$ de probabilidad, entre las superficies sembradas, la producción y los ingresos promedio obtenidos por los agricultores.



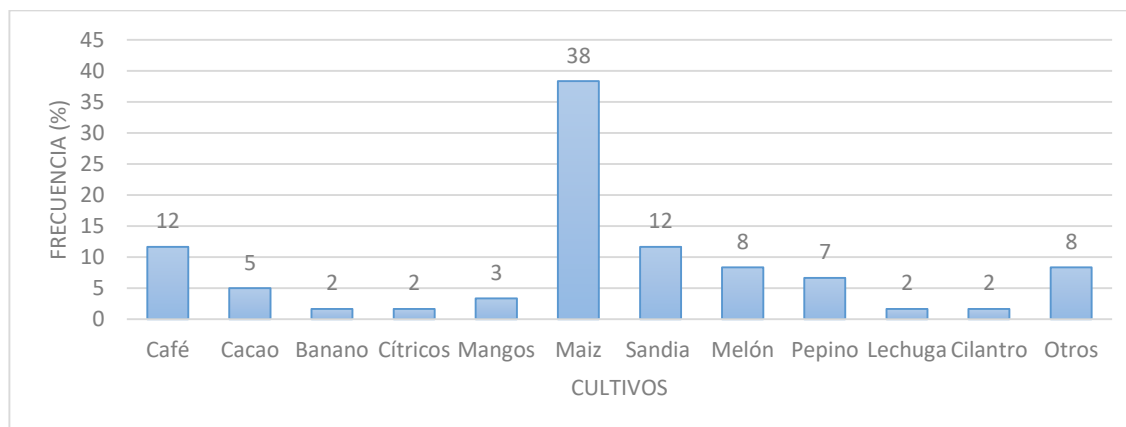
Tabla 4. Análisis de los estadísticos de contraste de las preguntas del estudio.

Análisis	1. ¿Cuáles son los principales cultivos de la zona?	2. ¿Cuál es la superficie de cultivo? (ha)	3. ¿Cuál es su producción por hectárea?	4. ¿Cuáles son sus ingresos promedios del cultivo por hectárea?	5. ¿Qué factores afectan a su cultivo?	6. ¿Qué enfermedades más importantes afectan a sus cultivos?	7. ¿Qué plagas más importantes afectan a sus cultivos?	8. ¿La sequía a que cultivo afecta más?
Chi-cuadrado	4,3	43,56	67,56	45,67	,50	,75	,75	7,83
Gl	6	7	7	6	2	6	6	6
Sig. asintót.	0,63ns	0,00	0,00	0,00	0,78	0,99	0,99	0,25

Análisis de frecuencia de la encuesta

De 60 agricultores encuestados, el 38% de los productores indicaron que tienen como principal cultivo el maíz, el 12% al café y la sandía (Figura 2).

Figura 2. Frecuencia de los cultivos en seis parroquias y recintos del sur de Manabí.



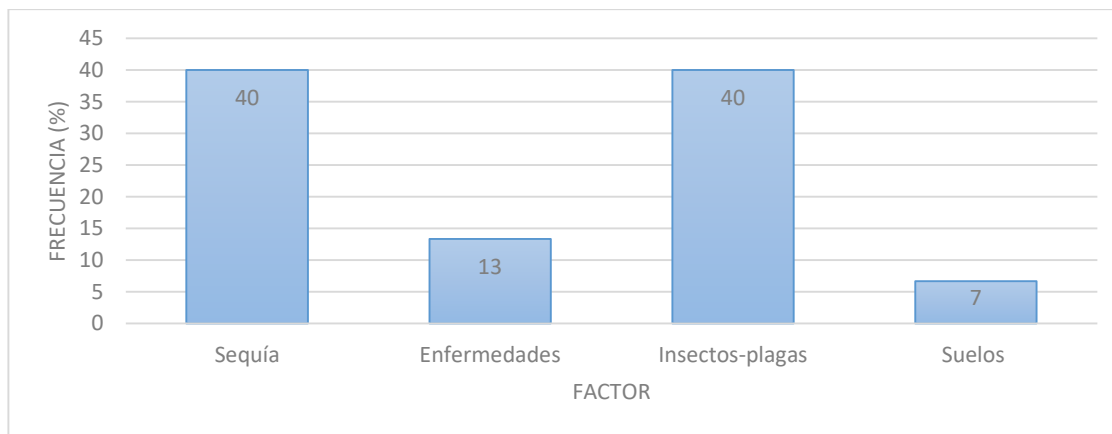
De 60 agricultores encuestados, el 38% de los productores indicó que su área de cultivo de maíz se encuentra entre 1 y más de 2 has, el 13% indicó que tiene un área de cultivo entre 1 y más de 2 ha de sandía, un 12% manifestó que tiene entre ½ a 2 ha como máximo de cultivo de café, el 2% tiene más de 2 hectáreas de pepino y el 8% de los productores tiene otros cultivos.



De 60 agricultores encuestados, el 38% tuvo una producción de más de 20 quintales de maíz, el 13% de los productores manifestó que también tiene una producción de más de 20 quintales de sandía, mientras que otros productores tienen una producción entre 11 – 20 quintales de cítricos, mangos, pepinos y lechugas, correspondientes al 10%.

Según los agricultores encuestados, el 53% de los ingresos son debido al maíz, pepino y sandía, obteniendo ingresos promedios de más de \$400, y el 3% mencionó que los productos que menos generan ingresos son el banano y los cítricos (\$50 - \$250). El 80% de los agricultores manifestó que los factores principales que afectan su cultivo son la sequía y los insectos- plagas, el 13,3% dijo que son las enfermedades y solo el 6,7% de los agricultores manifiesta que su cultivo se ve afectado por el suelo (Figura 3).

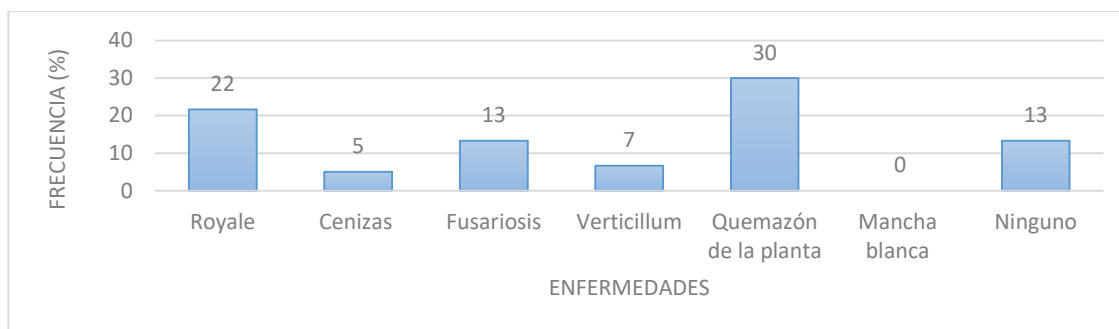
Figura 3. Frecuencia de los factores que más afectan a los cultivos en seis Parroquias y Recintos del sur de Manabí.



La enfermedad más importante, según el 30% de los agricultores, es la quemazón de la planta, posiblemente debido a la falta de agua y otros factores climáticos; en segundo lugar, el 21% manifestó que es la roya (*Hemileia vastatrix*) y tan solo un 5% de los agricultores indicó que su cultivo se ve afectado por enfermedades como la ceniza (Figura 4).

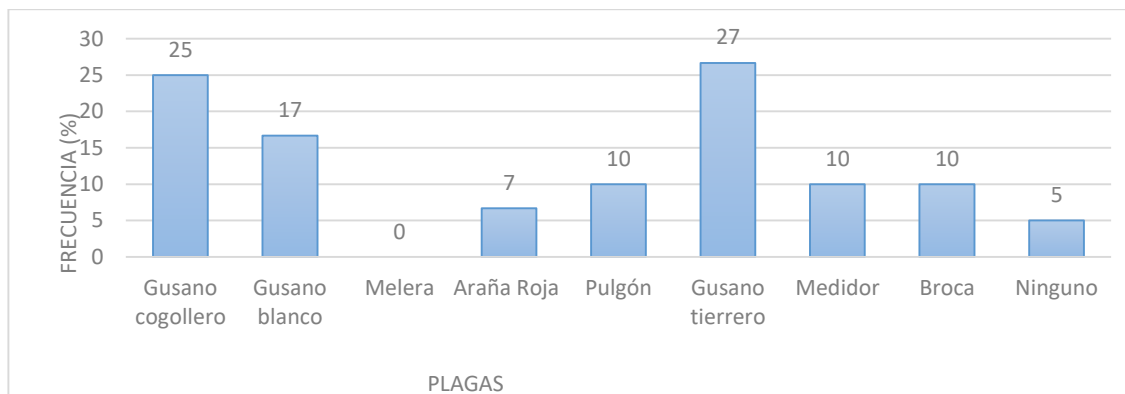


Figura 4. Frecuencia de las principales enfermedades que afectan los cultivos en seis parroquias y recintos del sur de Manabí.



Entre las plagas que más afectan los cultivos, el 27% mencionó al gusano tierrero, el 25% manifestó que el gusano cogollero y el 5% manifestó que hay ausencia de plagas (Figura 5).

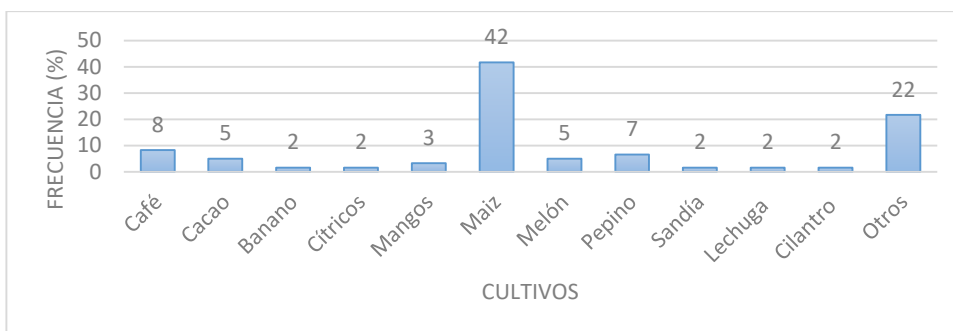
Figura 5. Frecuencia de las principales plagas que afectan a los cultivos en seis Parroquias y Recintos del sur de Manabí.



El 42% de los agricultores mencionó que el maíz fue el cultivo más afectado por la sequía, el 22% manifestó que son otros los cultivos afectados y el 8% indicó que el café fue el menos afectado por la sequía (Figura 6).

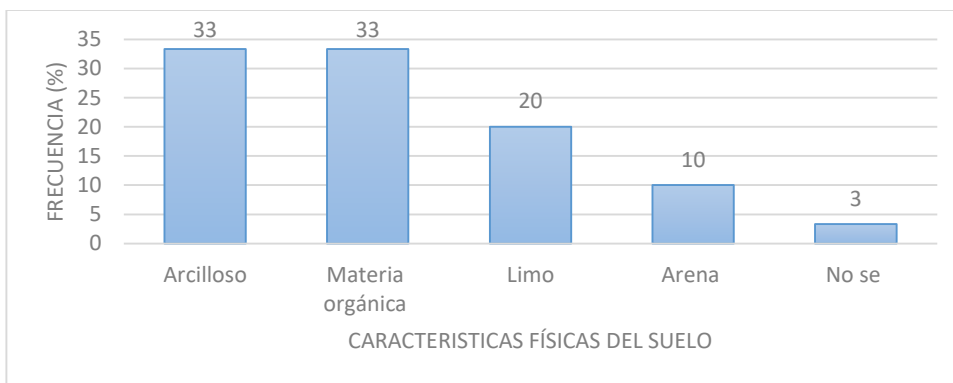


Figura 6. Frecuencia de las principales sequías que afectan los cultivos en seis parroquias y recintos del sur de Manabí.



Las características físicas del suelo, según el 66,6% de los agricultores, son arcillosos y con materia orgánica, el 20% dice que es limo, el 3,3% de los agricultores no conoce las características físicas del suelo en la que cultiva (Figura 7).

Figura 7. Frecuencia de las características físicas del suelo en seis parroquias y recintos del sur de Manabí.



Quimis (2018), plantea que el análisis de suelo puede utilizarse en forma regular para monitorear los cambios nutricionales y conservar la fertilidad en busca de rendimientos sostenibles y de alta rentabilidad, también existe una semejanza entre calidad del suelo y las prácticas agrícolas, indicando que diversas prácticas agrícolas, como la reducción de insumos químicos, la reducción de contaminación, manejo de plagas y una buena actividad agrícola, aportan a una buena calidad del suelo.



Además de Quimís (2018), Vera, Castro, Valverde y Chóez, (2021), consideran que es fundamental contar con una buena calidad de suelo porque tiene la capacidad de ser productivo, por lo que es necesario conocer la calidad del suelo, mediante un análisis físico-químico se puede fortalecer los resultados agropecuarios. Sin embargo, diversos cultivos son exigentes en la calidad física, química y biológica de los suelos.

Esto muestra que los cultivos sembrados por productores en los recintos evaluados (Salango - Rio Chico, La Unión-San Eloy, Puerto Cayo-Puerto la Boca, Membrillal-Pueblo Nuevo, San Bartolo-San Bartolo y Santa Rosa de Abajo) dependen de la (fertilidad del suelo, tipo de suelo, pH, materia orgánica, macro y micronutrientes). De 60 agricultores encuestados, el 38% de los productores indicó que tiene como principal cultivo al maíz, el 12% al café y la sandía.

El estudio de los suelos contribuye a determinar sus propiedades físicas, químicas y biológicas que podrían ser definidas para la producción de cultivos, de ahí parte que los resultados que aportan a la agricultura sea sostenible (Balmaseda y Ponce de León , 2019).

Las actividades agropecuarias influyen mucho en el uso del suelo, produciendo pérdida de microorganismos que en él viven. La explotación agrícola ocasiona degradación del suelo, dicha degradación es por efectos causados por la actividad agrícola generada por el hombre.

Según Izquierdo (2017), la contaminación de los suelos agrícolas es provocada por el uso de los agroquímicos en la parroquia San Joaquin, por lo que uno de los principales efectos que ocasiona daños en el suelo es el uso de plaguicidas que alteran los suelos y sistemas biológicos que intervienen en la fertilidad y la producción de cultivos agrícolas.



En la provincia de Manabí, Ecuador se cuenta con muy pocos estudios, y es de vital importancia conocer las propiedades físicas-químicas, ya que el 95% de los suelos producen de forma directa e indirecta (Guzmán, 2019) y (Vera, Castro, Valverde, Yhony y Chóez, 2021).

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente sobre la importancia del estudio de análisis de suelo, Montano y Rodríguez (2015), manifiestan que, por medio de análisis de suelos, es posible conocer sus niveles nutricionales y así monitorear, de manera regular, los cambios que genera la fertilidad del suelo como consecuencia de la explotación agrícola.

Con el análisis de suelos se procura establecer el grado de deficiencia de sus nutrientes, así como las condiciones adversas que pueden perjudicar los cultivos, tales como la salinidad. El análisis de suelo permite determinar su grado de fertilidad. La fertilidad es importante para que un suelo sea productivo, aunque un suelo fértil no necesariamente es productivo, debido a que existen otros factores como la característica física (el mal drenaje, insuficiente profundidad y déficit de humedad), que pueden limitar la producción, aunque la fertilidad del suelo sea óptima. El grado de potencial productivo de un suelo está determinado por sus características químicas y físicas. El análisis de suelo asegura la inversión que el productor está ejecutando, con el beneficio de conocer el porcentaje exacto de fertilizantes que se requieren para una excelente producción (Gauggel y Castellanos, 2011).

En el análisis de suelo del presente estudio se observa que el 3,3% de los agricultores no conoce las características físicas del suelo en que cultivan.

Por otra parte, se evidenció, a través de la encuesta, que el contenido de las características físicas del suelo, según el 66,6% de los agricultores, fue arcillosos y de pobre materia orgánica, el 20% indicó que fue limosos. Esto fue evidenciado con el análisis de suelo, que confirmó que la materia orgánica está en menos del 2%.



Según los agricultores, son suelos arcillosos, es decir, son fuertes, más compactos, menos permeables, su fertilidad es mayor y pueden retener una gran cantidad de agua y elementos químicos (Álvaro, 2019). También se mencionó que tienen presencia de suelos limosos, en función son de textura suave y harinosa, son fértiles y fáciles de trabajar. De acuerdo con las encuestas realizadas a los agricultores, tienen mayormente suelos arcillosos.

La textura en función nos da una orientación muy clara de la fertilidad y la facilidad con la que se puede trabajar, la cantidad de retención de agua y aire, y la velocidad con que el agua ingresa en el suelo. Teniendo en cuenta que es importante realizar un análisis de suelo con la finalidad de remediar o prevenir cualquier problema que pueda derivar de la textura, se clasifican en tres grupos que son la arena, el limo y la arcilla (Redondo, 2019).

Las características físicas del suelo y las situaciones ambientales generan una función elemental para determinar cuándo y de qué forma están presentes los nutrientes para las plantas (especialmente los micronutrientes). Los suelos muy bajos o elevados en materia orgánica o con textura arenosa o arcillosos fuertes pueden provocar un desbalance de los micronutrientes. (Cooper, 2017) y (Vera, Maldonado, Batista y Javier, 2020), aspecto que parece estar pasando en los recintos donde se hizo el estudio.

El suelo provee de nutrientes que son necesarios para el crecimiento y desarrollo de la planta, por lo que contribuye a determinar si los cultivos son deficientes de nutrientes.

En segunda instancia, el 80% de los agricultores manifestó que los factores principales que afectan su cultivo son la sequía y las plagas, el 13,3% dijo que son las enfermedades, y solo el 6,7% de los agricultores manifestó que su cultivo se ve afectado por el suelo. Esto muestra, que los agricultores están equivocados y no están conscientes de la real importancia de sus suelos para sus cultivos y sus vidas.



Se observó que el S y el Fe fueron los más abundantes en las zonas de estudio (Salango - Rio Chico, La Unión-San Eloy, Puerto Cayo-Puerto la Boca, Membrillal-Pueblo Nuevo, San Bartolo-San Bartolo y Santa Rosa de Abajo) y los menos abundantes fueron el B y el K.

Los micronutrientes estimulan el desarrollo fuerte y persistente de los cultivos que producen grandes producciones e incrementan la calidad de la cosecha, beneficiando sobre todo el potencial de la planta (Cooper y Abi-Ghanem, 2017). Sin embargo, ciertos cultivos y tipos de suelos son más vulnerables que otros a algún tipo de deficiencias de micronutrientes. La necesidad de micronutrientes se diferencia de acuerdo con el tipo de suelo, el cultivo sembrado, la fuente de nutrientes presentes y el hecho de que el cultivo esté regado o sobre suelo seco.

Así mismo, Cooper y Abi-Ghanem (2017) plantean que los macronutrientes secundarios (magnesio, calcio y azufre) y los micronutrientes (boro, cloro, cobre, hierro, manganeso, molibdeno, níquel y zinc) desempeñan diversas funciones complejas en el crecimiento de las plantas y el rendimiento de los cultivos. De muchas formas, son la clave del uso adecuado de otros nutrientes.

Conclusiones

1. La investigación realizada permite afirmar que las características físicas y químicas de los suelos agrícolas de las zonas estudiadas son aptos para cultivar, encontrándose que el S y el Fe fueron los más abundantes y el B y el K, los menos abundantes. En general los suelos analizados fueron pobres en materia orgánica. Los resultados del estudio demostraron que el 66,6% de la estructura física de los suelos es arcillosa y 20% que son limosos, aspecto que fue confirmado por los análisis realizados.



2. La evaluación de los resultados arrojó que los principales cultivos de la zona son el maíz, la sandía y el café y se demostró que estos cultivos son los que mayor rentabilidad representan para la economía de la parroquia.
3. El estudio demostró que los factores principales que afectan los cultivos, fueron la sequía, las plagas, las enfermedades y las características del suelo.

Referencias bibliográficas

- Altamirano , G. E. (2019). Parámetros físicos y químicos para la determinación de la calidad de los suelos en la Microcuenca Jun-Jun. Universidad Técnica de Ambato.Ecuador.
- Álvaro, G. J. (2019). Porque es importante conocer la textura del suelo. Laboratorio *FERTIBOX*. Análisis de suelos agrícolas . Obtenido de <https://www.fertibox.net/single-post/textura-del-suelo>
- Avilés Rodríguez, A. (2018). Calidad del suelo empleado con fines agrícolas en el valle de Joa, cantón Jipijapa. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador.
- Balmaseda Espinosa, C., & Ponce de León Lima , D. (2019). Características de los suelos del centro de producción y prácticas río verde, Santa Elena.Revista científica. *Journal of science and researc*, 4(3). 20 de Mayo de 2019.Universidad Estatal Peninsula de Santa Elena.Ecuador.
- Cooper , L., & Dra. Abi-Ghanem, R. (2017). Características de los suelos del centro de producción y prácticas río verde, Santa Elena, Ecuador. *Journal of Science and Research*, 4(3), 18 - 26.



- Dominguez, S. L. (2011). Macrofauna y propiedades físico-químicas del suelo en sistemas agroforestales con cacao y bosques secundarios en el Sur Occidente de Guatemala . Universidad San Carlos de Guatemala.
- Gabriel, J., Valverde, A., Indacochea, B., Castro, C., Vera, M., Alcívar, J., Vera, R., (2021).
- Diseños experimentales: Teoría y práctica para experimentos agropecuarios. Segunda edición, Editorial Grupo Compás. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Guayaquil, Ecuador. 207 p.
- Gauggel Arévalo , G., & Castellanos , M. (2011). *Fertilizantes y enmiendas*. Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central "PROMIPAC" Honduras.
- Guzmán Cedeño , A. (2019). Características de los suelos en las llanuras del sistema Carrizal-Chone, Escuela Politécnica Superior Agropecuaria de Manabí (ESPAM) Manabí,Ecuador.
- Izquierdo Rodas , J. J. (2017). Contaminación de los suelos agrícolas provocados por el uso de los agroquímicos en la Parroquia San Joaquín.Universidad Politécnica Salesiana Cuenca .Ecuador
- Juárez, M. V. (2018). Correlación entre variables físicas y químicas para la determinación del nivel de fertilidad de suelos cultivados con Banano en el Valle de Chira Piura. Universidad de Piura Perú.
- López Párraga, M., & Zamora Mera, R. (2016). Diagnóstico de la fertilidad del suelo en el área de investigación, innovación y desarrollo. Escuela Politécnica Superior Agropecuaria de Manabí (ESPAM) Calceta. Ecuador.



- Montano Cañola , D. J., & Rodríguez Solórzano , J. W. (2015). Variabilidad entre los suelos de uso forestal y ganadero del sitio Zapote Cantón Bolívar. Escuela Politécnica Superior Agropecuaria de Manabí (ESPAM) .Manabí.Ecuador.
- Quimis , G. A. (2018). Calidad del suelo empleado con fines agrícolas en el Valle de Joa, Universidad Estatal del Sur de Manabí. Cantón Jipijapa.Ecuador.
- Redondo , S. (2019). La textura en los suelos agrícolas. Universidad Internacional de Riego. <https://www.universidadderiego.com/la-textura-en-los-suelos-agricolas/>
- Rodas Izquierdo, J. (2017). Contaminación de los Suelos Agrícolas. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca Ecuador. 9 de 2017.
- Rodríguez Litardo, E. C. (2016). La agricultura convencional del cultivo de cacao y su efecto en la erosión del suelo agrícola Versus Bosque Primario en Jauneche-Ecuador.
- Vera Velázquez, Raquel; Castro Landin, Alfredo Lesvel; Valverde Lucio, Yhony Alfredo y Chóez, Jesús Eduardo. (2021). Efecto del uso de cuatro tipos de sustratos para la producción de plántulas de papaya (*Carica papaya* L.) en condiciones de vivero. Revista científico - educacional de la provincia Granma. Cuba.
- Vera Velázquez, Raquel; Maldonado Zúñiga, Kirenía; Batista Garcet, Yoiler; Javier del Valle, Wilfrido. (2020).Relaciones interdisciplinarias para el estudio del suelo en la parroquia rural La América. Revista científico - educacional de la provincia Granma. Cuba.

