



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Maestría en Agroecología y Desarrollo Sostenible

Evaluación cualitativa del estado del suelo mediante cromatografía en un sistema de producción convencional y agroecológico en el sector norte de la ciudad de Loja.

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Magíster en Agroecología y Desarrollo Sostenible

AUTOR:

Diana Paulina Iñiguez Ordóñez

DIRECTOR:

Ing. Narcisa de Jesús Urgiles Gómez, PhD

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 24 de julio de 2023

Ing. Narcisa de Jesús Urgiles Gómez, PhD.
DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **“Evaluación cualitativa del estado del suelo mediante cromatografía en un sistema de producción convencional y agroecológico en el sector norte de la ciudad de Loja.”**, de autoría de la estudiante **Diana Paulina Iñiguez Ordóñez**, con cédula de identidad Nro. **1104236748**, previa a la obtención del título de Magíster en Agroecología y Desarrollo Sostenible. Una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Ing. Narcisa de Jesús Urgiles Gómez, PhD.
DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Diana Paulina Iñiguez Ordóñez**, declaro ser autora del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.



Cédula de Identidad: 1104236748

Fecha: 24 de julio de 2023

Correo electrónico: diana.iniguez17@unl.edu.ec

Celular: 0993334562

Carta de autorización por parte de la autora para la consulta, reproducción parcial o total y/o publicación electrónica de texto completo del Trabajo de Titulación.

Yo, **Diana Paulina Ñíguez Ordóñez**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado **Evaluación cualitativa del estado del suelo mediante cromatografía en un sistema de producción convencional y agroecológico en el sector norte de la ciudad de Loja**, como requisito para optar el título de **Magister en Agroecología y Desarrollo Sostenible** autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinticuatro días del mes de julio de dos mil veintitrés.

Firma:



Firmado electrónicamente por:
**DIANA PAULINA
ÑIGUEZ ORDONEZ**

Autor: Diana Paulina Ñíguez Ordóñez

Cédula: 1104236748

Dirección: Alexander Humbolt y Albert Einstein

Correo electrónico: diana.iniguez17@unl.edu.ec

Teléfono: 072 548029

Celular: 0993334562

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Narcisa de Jesús Urgiles Gómez, PhD.

Dedicatoria

A mis padres por guiarme siempre y ser mi fortaleza en cada decisión tomada, sin soltar nunca mi mano.

A mi esposo Oscar, por su paciencia y apoyo incondicional a lo largo de este camino. A mis hijos Mateo y Paula por los sacrificios que han tenido que afrontar con mi ausencia durante mi etapa de formación. A mi pequeñito Sebastián que me acompañó desde su desarrollo en mi vientre y que hoy está junto a nosotros complementando la felicidad de nuestro hogar.

A todos ustedes dedico este trabajo, por su amor incondicional que ha contribuido de una forma u otra a culminar con éxito esta nueva etapa de mi formación profesional.

Diana Paulina Iñiguez Ordóñez

Agradecimiento

A Dios por darme la sabiduría y la fortaleza necesaria para alcanzar cada uno de los objetivos propuestos en mi vida.

A mi familia por su apoyo incondicional en cada momento y por los sacrificios afrontados durante mi ausencia, siendo mi pilar fundamental en cada logro alcanzado.

A mis compañeros de aula por los gratos momentos compartidos a lo largo de nuestra formación académica, especialmente a Beatriz por estar siempre presente apoyándome.

A los Docentes de la Maestría de Agroecología y Desarrollo Sostenible por el gran aporte de sus conocimientos y su valiosa contribución para afianzar los conocimientos adquiridos en las aulas de clase.

A mi Directora de Trabajo de Titulación Ing. Narcisa Urgirles Gómez, PhD. por el tiempo dedicado, orientación y contribución al desarrollo de mi trabajo de investigación.

Finalmente, a los productores agroecológicos y convencionales que me dieron la apertura para realizar la presente investigación en sus fincas.

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	x
índice de anexos	xii
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	7
4.1 El suelo	7
4.1.1 <i>Fertilidad del suelo</i>	8
4.1.2 <i>Biodiversidad del suelo</i>	9
4.2 Sistemas de producción agrícolas.....	10
4.2.1 <i>Sistemas de producción convencional</i>	10
4.2.2 <i>Sistemas de producción agroecológico</i>	11
4.3 Evaluación cualitativa del suelo.....	11
4.3.1 <i>Cromatografía de Pfeiffer</i>	11
4.3.2 <i>Interpretación de la cromatografía</i>	12
4.3.3 <i>Interpretación de la cromatografía por colores</i>	15
5. Metodología	16
5.1. Localización del área de estudio.....	16
5.1.1. Condiciones climáticas.....	16
5.2. Diseño de investigación.....	17
5.3. Tipo de investigación.....	17
5.4. Diseño experimental	18
5.5. Metodología para el primer objetivo	19

5.5.1. Toma de muestras.....	19
5.6. Metodología para el segundo objetivo.....	20
6. Resultados.....	21
6.1 Primer objetivo: Caracterización del manejo del suelo en sistemas de producción convencionales y agroecológicos para determinar su uso agrícola en el Sector Norte de la ciudad Loja.....	21
6.2 Segundo objetivo: Determinar cualitativamente el estado del suelo mediante cromatografía para evaluar la calidad en un sistema de producción convencional y agroecológico en el sector norte de la ciudad Loja	23
7. Discusión.....	26
8. Conclusiones.....	31
9. Recomendaciones.....	32
10. Bibliografía.....	33
11. Anexos.....	40

Índice de tablas

Tabla 1. Descripción de los tratamientos evaluados	18
Tabla 2. Características edafoclimáticas de los sistemas de producción agroecológico y convencional del barrio Amable María, sector norte del cantón de Loja.	21
Tabla 3. Características generales de los sistemas de producción agroecológico y convencional del barrio Amable María, sector norte del cantón de Loja.	22
Tabla 4. Tipo de fertilización y uso de plaguicidas en los sistemas de producción agroecológico y convencional del barrio Amable María, sector norte del cantón de Loja	22
Tabla 5. Propiedades físico - químicas del suelo de los sistemas de producción agroecológico y convencional	23
Tabla 6. Características de las zonas presentes en los cromatogramas de los sistemas agroecológicos.	24
Tabla 7. Características de las zonas presentes en los cromatogramas de los sistemas convencionales.....	25

Índice de figuras

Figura 1. Fertilidad de suelos. Fuente: Astier-Calderón et al., 2002.....	8
Figura 2. La biodiversidad del suelo, tomado de Laban et al., 2018.....	9
Figura 3. Identificación esquemática de las principales zonas de un cromatograma de suelo.....	13
Figura 4. Interacción de la materia orgánica y minerales en un cromatograma.....	14
Figura 5. Tonalidades deseables y no deseables de un cromatograma de suelo.	15
Figura 6. Localización del lugar de estudio, sector Amable María, parroquia El Valle, cantón Loja, provincia de Loja.	16
Figura 7. Fases del desarrollo del trabajo.....	17

Índice de anexos

Anexo 1. Encuesta.....	40
Anexo 2. Cromatografía Finca Agroecológica 1	41
Anexo 3. Cromatografía Finca Agroecológica 2	42
Anexo 4. Cromatografía Finca Agroecológica 3	43
Anexo 5. Cromatografía Finca Convencional 1.....	44
Anexo 6. Cromatografía Finca Convencional 2.....	45
Anexo 7. Cromatografía Finca Convencional 3.....	46
Anexo 8. Certificado de Traducción	47

1. Título

Evaluación cualitativa del estado del suelo mediante cromatografía en un sistema de producción convencional y agroecológico en el sector norte de la ciudad de Loja.

2. Resumen

El sector norte de la ciudad de Loja constituye un escenario agrícola de sistemas de producción convencionales y agroecológicos. Los sistemas convencionales se caracterizan por el uso de agroquímicos, labranza intensiva, monocultivos y otras prácticas que pueden afectar al ecosistema. En cambio, los sistemas agroecológicos se caracterizan por aporte de materia orgánica, agrobiodiversidad, reciclaje de nutrientes y otras actividades que permiten asegurar la sostenibilidad del medio ambiente, salud humana y la economía campesina. De estos sistemas estudiados se desconoce el estado del suelo, por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar cualitativamente el estado del suelo mediante la cromatografía de Pfeiffer. Para caracterizar el manejo y uso del suelo de los sistemas productivos se realizaron encuestas a los agricultores. Además, se obtuvo muestras de suelo en parcelas de los dos sistemas de producción para análisis cromatográfico. Se interpretaron los cromatogramas evidenciando que los sistemas estudiados proporcionan características propias de acuerdo al manejo del suelo. Los cromatogramas de los sistemas agroecológicos mostraron un suelo sano y equilibrado, debido a las formas, colores y armonía que presentaron las diferentes zonas. Por el contrario, los cromatogramas de los sistemas convencionales revelaron colores más oscuros y poca integración entre sus zonas, lo que evidenció menor contenido de materia orgánica y actividad biológica. La cromatografía de Pfeiffer permitió demostrar la diferencia del estado del suelo en estos dos sistemas productivos, evidenciando la importancia de un buen manejo del suelo para preservar su estado y equilibrio dentro de los servicios ecosistémicos.

Palabras claves: suelos, cromatogramas, producción convencional, producción agroecológica.

2.1. Abstract

The northern place of the city of Loja constitutes an agricultural scenario of conventional and agroecological production systems. Conventional systems are characterized by the use of agrochemicals, intensive tillage, monocultures and other practices that can affect the ecosystem. On the other hand, agroecological systems are characterized by the contribution of organic matter, agrobiodiversity, nutrient recycling and other activities that ensure the sustainability of the environment, human health and the peasant economy. The state of the soil is unknown of these systems studied, so the objective of this study was to qualitatively evaluate the state of the soil using Pfeiffer chromatography. In order to characterize the management and use of the soil of the productive systems, surveys were carried out with farmers. In addition, soil samples were obtained in plots of the two production systems for chromatographic analysis. The chromatograms were interpreted, evidencing that the studied systems have their own characteristics according to soil management. The chromatograms of the agroecological systems showed a healthy and balanced soil, due to the shapes, colors and harmony that the different zones appeared. On the contrary, the chromatograms of the conventional systems revealed darker colors and little integration between their zones, which evidenced lower organic matter content and biological activity. Pfeiffer chromatography demonstrated the difference in the state of the soil in these two productive systems, evidencing the importance of good soil management to preserve its state and balance within ecosystem services.

Key words: soils, chromatograms, conventional production, agroecological production.

3. Introducción

El desarrollo de la economía ecuatoriana está fuertemente ligado a la agricultura. El Ecuador es un país fundamentalmente agrícola, principalmente en la región sierra se concentra su población eminentemente rural, dedicada en la mayor parte a la producción de sus tierras (Pino et al., 2019). Existen diversos sistemas de producción para cultivos, de los cuales hemos considerado los sistemas de producción convencional y sistemas de producción agroecológico.

Los sistemas convencionales son los más extenso a escala nacional. Se caracteriza por el dominio de monocultivos y el uso de plaguicidas y fertilizantes químicos. Si bien su hegemonía es clave en el aporte del Producto Interno Bruto, debido al interés del pequeño agricultor por ser parte de las cadenas de producción se pone en riesgo la seguridad y soberanía alimentaria, con un abandono de policultivos y de cultivos de autoconsumo (MAE, 2012).

Los sistemas agroecológicos manejan técnicas ancestrales, más ligadas al ambiente y más sensibles socialmente. El 11 % de la superficie productiva nacional está abarcada por los sistemas agroecológicos (Espinosa et al., 2021). La agroecología ha tomado renombre en las últimas décadas ante la demanda de productos limpios y libres de residualidad de químicos. Productos que no afecten la salud de las personas, animales y promuevan la biodiversidad del suelo. El objetivo es mejorar el bienestar, la calidad de vida y la equidad entre los agricultores (Cevallos et al., 2019).

La base fundamental para el desarrollo de los cultivos es el suelo. Sin embargo, a nivel mundial el 33 % del suelo está degradado en una escala de moderada a alta. Efecto de la erosión, pérdida de materia orgánica, agotamiento de nutrientes, acidificación, salinización, compactación y contaminación química. Estos factores prevalecen debido al incremento de uso de agroquímicos para control de malezas, plagas y enfermedades que se producen por un mal manejo de este recurso (FAO, 2017).

Los agricultores necesitan saber las condiciones de fertilidad y vitalidad, incluyendo la actividad biológica (microorganismos en procesos bioquímicos) y transformación de elementos minerales de los suelos (Aguirre et al., 2019). En los sistemas de producción convencional y agroecológicos requieren de análisis del suelo. Los productores agrícolas no los realizan por los elevados costos que representan y el distanciamiento de las unidades productivas hacia los laboratorios (Hernández et al., 2021).

Los métodos tradicionales para la evaluación de los suelos se enfocan netamente en las propiedades físicas y químicas. Se evidencia al suelo como un ente inerte, con orientación solo

a la productividad. No se considera los servicios ecosistémicos que brindan y los aspectos vinculados a la biología del suelo. Los microorganismos desempeñan un papel fundamental en la fragmentación y transformación de materiales orgánicos. Éstos aportan considerables cantidades de biomasa al suelo y mejoran algunas de sus propiedades físicas (Calderón et al., 2018).

Es necesario buscar nuevas técnicas que nos permitan evaluar de manera integral el recurso suelo, no solamente enfocadas a determinar las características físicas y químicas, sino las características biológicas y sus interacciones. Una alternativa válida resulta la técnica de análisis cualitativa de cromatografía de Pfeiffer Hernández et al. (2021), que nos permite observar la relación entre microorganismos, materia orgánica y minerales. Si bien no cuantifica la cantidad de cada elemento, es una forma simple, económica y validada de observar de forma íntegra el estado del suelo. Es decir, muestra elementos del suelo que no son considerados por los análisis convencionales (Aguirre et al., 2019).

Con estos antecedentes se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el estado cualitativo del suelo, en un sistema de producción convencional y agroecológico?

La presente investigación se enfoca en evaluar cualitativamente el suelo de un sistema de producción convencional y agroecológico. Conocer el estado actual del suelo y sus interacciones entre los microorganismos, materia orgánica y actividad mineral. La técnica de análisis más sencilla, económica y viable, basada en los principios de la química verde como es la cromatografía. La misma que ayuda a tomar alternativas de mejora del uso y manejo de suelo.

Los beneficiarios directos de este proyecto de investigación sobre la evaluación cualitativa del estado del suelo mediante cromatografía serán los pequeños productores ubicados en el sector norte de la ciudad y provincia de Loja, Ecuador, quienes contarán con información que permita tomar decisiones sobre el uso y manejo sostenible del suelo a largo plazo. Se contará con referentes de fertilidad de este valioso recurso natural no renovable que repercute en la producción agrícola, la salud y calidad de los ecosistemas terrestres.

Objetivos de la Investigación

Objetivo general

- Evaluar cualitativamente el estado del suelo mediante la cromatografía de Pfeiffer en un sistema de producción convencional y agroecológico en el sector norte de la ciudad Loja.

Objetivos específicos

- Caracterizar el manejo del suelo en sistemas de producción convencionales y agroecológicos para determinar su uso agrícola en el sector norte de la ciudad Loja.
- Determinar cualitativamente el estado del suelo mediante cromatografía para evaluar la calidad en un sistema de producción convencional y agroecológico en el sector norte de la ciudad Loja.

Hipótesis

- H1: La calidad del suelo es igual en el sistema agroecológico y en el sistema convencional.
- Ho: La calidad del suelo no es igual en el sistema agroecológico y en el sistema convencional.

4. Marco Teórico

4.1 El suelo

El suelo es un medio natural para el crecimiento de plantas, se lo puede definir como un componente fundamental del ambiente natural, formado por varias capas llamadas horizontes. El suelo está compuesto de minerales, aire, agua, materia orgánica, macro, meso y microorganismos que realizan varios procesos indispensables para el desarrollo del planeta (FAO, 2018).

El suelo es parte esencial de los ciclos biogeoquímicos, indispensable para la estructura y el funcionamiento de los ciclos del aire, agua y de nutrientes y de igual manera para la biodiversidad. Este recurso esencial, en los servicios ecosistémicos, provee múltiples beneficios a la humanidad, debido a que, suministra nutrientes para las plantas, permite regular el clima y mantiene la biodiversidad de los ecosistemas (Silva et al., 2015).

El suelo constituye la base fundamental para el desarrollo de diferentes especies y es proveedor de las condiciones necesarias para el crecimiento de las plantas, entre ellas las que nos proporcionan alimentos y que son sustento de vida, son los suelos los que proporcionan los nutrientes esenciales, el agua, el oxígeno y el sostén para las raíces de las plantas destinadas a la producción del 95 % de los alimentos de origen vegetal según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2017).

Se debe considerar al suelo como un organismo vivo (Sarandón, 2020), equilibrado y dinámico, que facilita la descomposición de la materia orgánica y la transformación de minerales en nutrientes. A partir de esto, se establece un equilibrio en todo el sistema favoreciendo al rendimiento de los cultivos (Medina et al., 2018).

Este recurso esencial para la vida llamado suelo, se puede deteriorar y su recuperación es difícil, costosa, toma mucho tiempo y en algunos casos es imposible volver a las condiciones de su estado inicial. La degradación de los suelos, el uso excesivo de los mismos y a su vez la reducción de la biodiversidad ponen en riesgo nuestra capacidad para cultivarlo y producir alimentos (FAO, 2018).

4.1.1 Fertilidad del suelo

La fertilidad del suelo integra atributos químicos, físicos y biológicos del suelo, asociados básicamente con su capacidad de producir alimentos sanos y abundantes o ser sostén de la vegetación natural en óptimas condiciones (Astier-Calderón et al., 2002).

La fertilidad biológica se relaciona directamente con la biomasa microbiana, siendo el motor de descomposición de la materia orgánica presente en residuos animales y vegetales. La materia orgánica influye directamente en las propiedades físicas (estructura, agregación, espacio poroso), y químicas (disponibilidad de nutrientes) como se indica en la Figura 1. Es por ello que no puede evaluarse la fertilidad del suelo individualmente, sino de manera integral. El suelo fértil conserva las propiedades físicas, químicas y biológicas necesarias para el desarrollo de las plantas, a su vez que les provee de sostén mecánico y las abastece adecuadamente de agua y nutrientes (Astier-Calderón et al., 2002).

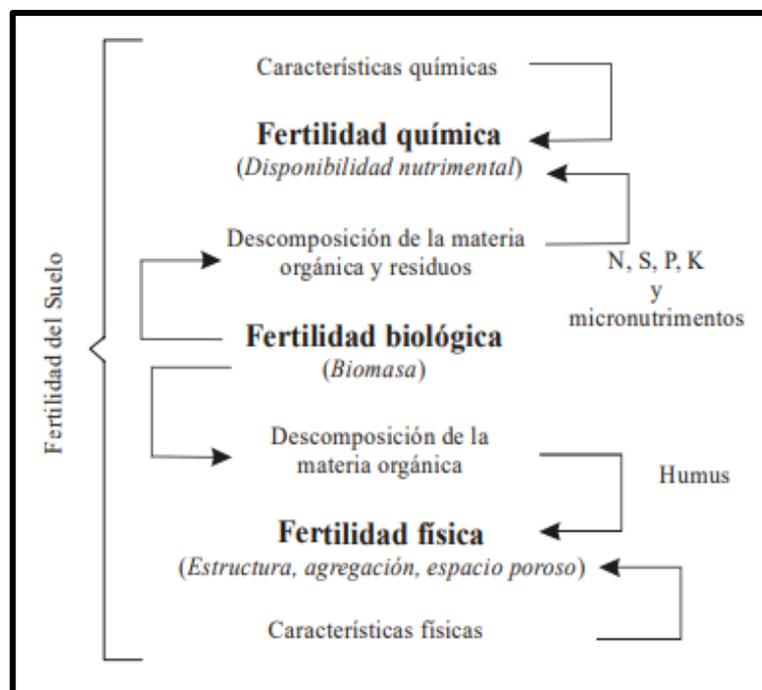


Figura 1. Fertilidad de suelos. Fuente: Astier-Calderón et al., 2002.

Según Trujillo et al., (2018) son varios los indicadores de fertilidad agrícola, prestándole mayor atención al pH, la conductividad eléctrica y los nutrientes disponibles para el desarrollo de las especies vegetales, pues su modificación depende de la mayoría de las propiedades asociadas al manejo de los cultivos.

La degradación de los suelos influye directamente en la fertilidad de los mismos. Una alternativa real y válida para evitar su degradación sería la implementación de prácticas de conservación y de manejo ecológico del suelo, con aportes eficaces de materia orgánica, menor intensidad de laboreo, empleo de coberturas vegetales permanentes y una limitación en el uso de agroquímicos. De esta manera, se consigue disminuir los daños de erosión, pérdida de nutrientes, susceptibilidad a la compactación, etc., aumentando la calidad del suelo y mejorando su fertilidad (Vallejo, 2013).

4.1.2 Biodiversidad del suelo

El suelo es un sistema vivo, heterogéneo y dinámico que incluye en los componentes físicos, químicos, biológicos y sus interacciones. En la Figura 2, se puede observar que en el suelo se puede encontrar una variedad de organismos vivos, tales como hongos, bacterias, insectos, lombrices y varios invertebrados y vertebrados, que forman una red de actividad biológica al interactuar unos con otros, así como con las plantas y otros animales pequeños. En la capa superior del suelo, se encuentran la mayoría de estas especies, debido al alto contenido de materia orgánica y de raíces (Laban et al., 2018.).

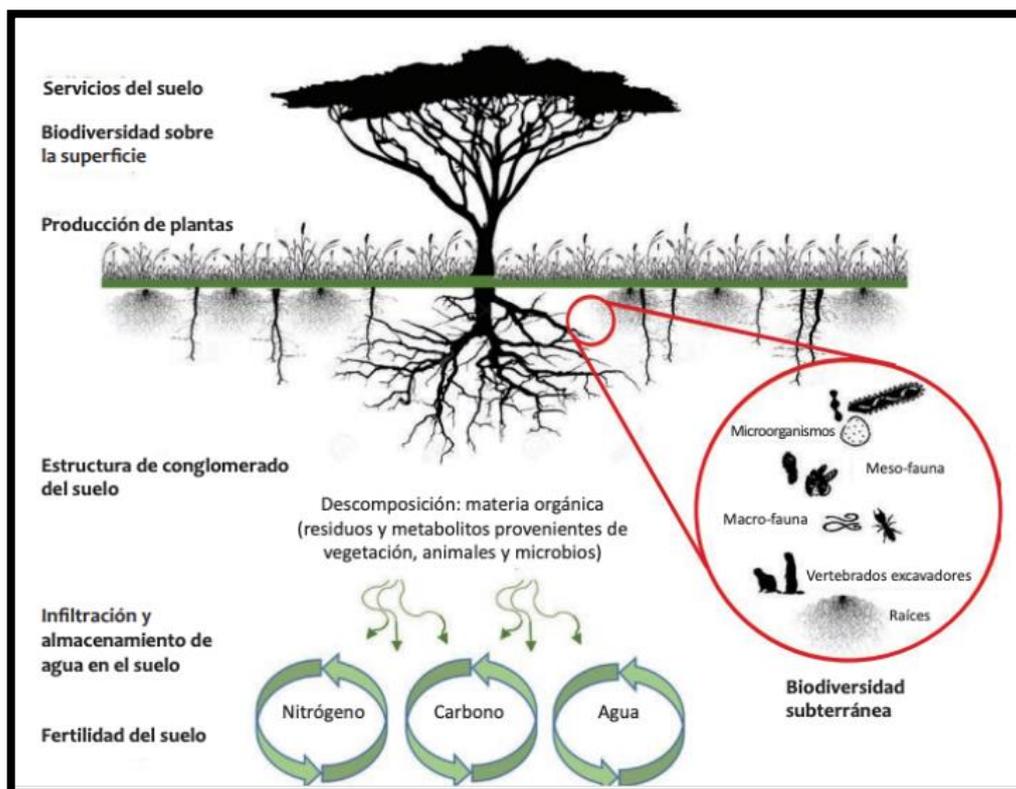


Figura 2. La biodiversidad del suelo, tomado de Laban et al., 2018.

4.2 Sistemas de producción agrícolas

Los sistemas de producción agrícolas representan un conjunto de insumos, técnicas, mano de obra, tenencia de la tierra y organización, para obtener productos agrícolas, en un medio sustentable deben conservar los recursos productivos al mismo tiempo que cuida el ambiente y se justifica socialmente (Medina et al., 2018).

Según el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP, 2016) el Ecuador produce cerca del 95 % de los bienes alimenticios consumidos internamente. La mayoría de los productos, cerca del 60 % de los alimentos consumidos proviene de la Agricultura Familiar Campesina (AFC), que representa más del 64 % de la producción agrícola en Ecuador (FAO, 2023; Morales y Mideros, 2021).

4.2.1 Sistemas de producción convencional

El término "convencional" se aplica ampliamente a una gama de modernos sistemas de gestión para significar cualquier agricultura no orgánica. Sistema característico de una región agrícola particular que se basa en insumos externos para lograr un alto rendimiento (Sumberg y Giller, 2022).

Se considera a la agricultura convencional como un sistema productivo de carácter artificial, altamente dependiente de insumos externos, como abonos químicos energía fósil, herbicidas y pesticidas, etc. En estos sistemas de producción es común que suceda el proceso de degradación de la materia orgánica a sus constituyentes minerales, favoreciendo la oxidación del carbono y liberación de CO₂ (Medina et al., 2018).

Los sistemas agrícolas convencionales están basados en uso intensivo de agroquímicos. Estos maximizan la producción agrícola e incluyen la labranza intensiva para manipular la física del suelo y para controlar malezas. Se caracterizan por presencia de monocultivos y reciclaje limitado de nutrientes. Los efectos negativos de los sistemas y prácticas convencionales son: la degradación física y biológica del suelo. Estas prácticas disminuyen la biodiversidad y por ende la salud del suelo. Se presenta una disminución de la capacidad del suelo para superar las perturbaciones climáticas, como la sequía y los eventos húmedos severos. Estos efectos conllevan a presentar impactos negativos en la productividad de los cultivos (Sumberg y Giller, 2022).

La producción de los sistemas convencionales se caracteriza por el manejo de agroquímicos, mecanización, monocultivos, agricultura dependiente de combustibles fósiles,

cada vez más caros y escasos. Los sistemas agroecológicos son biodiversos no solo en especies vegetales, sino también en microorganismos, resilientes, eficientes energéticamente, socialmente justos y que constituyen la base de una estrategia energética y productiva fuertemente vinculada a la soberanía alimentaria, lo que le da un uso del suelo diferente a los que mantienen una sola especie vegetal, ampliando los servicios ecosistémicos (Cevallos et al., 2019).

4.2.2 Sistemas de producción agroecológico

Los sistemas de producción agroecológicos, son sistemas sustentables en el tiempo, que promueven el manejo racional de los recursos naturales, respetando la biodiversidad biológica y evitando el uso de productos de síntesis química. Lo fundamental es brindar alimentos sanos y abundantes, manteniendo o incrementando la fertilidad del suelo (INTA, 2019).

En los sistemas agroecológicos se favorece la humificación de la materia orgánica. Los bioelementos quedan atrapados y posteriormente los nutrientes se liberan lentamente para que las plantas los puedan absorber. Se utiliza como herramienta el conocimiento ancestral, con métodos sencillos de bajo costo, insumos propios, se obtienen muy buenos resultados en la producción. La característica principal pero principalmente en la obtención de alimentos sanos, promoviendo la seguridad alimentaria (INTA, 2019).

La agroecología es un punto de convergencia de múltiples objetivos que reaccionó en gran medida a la agricultura, la cultura y el medio ambiente. Busca alternativas a las industrias ambientalmente destructivas, como elemento clave en la lucha por el reconocimiento cultural y la soberanía alimentaria.

La agroecología surge ante la necesidad de la formación de alianzas para crear redes alimentarias alternativas destinadas a los agricultores para cultivar y vender sus productos libres de pesticidas en condiciones social y económicamente favorables (Deaconu et al., 2021).

4.3 Evaluación cualitativa del suelo

4.3.1 Cromatografía de Pfeiffer

La cromatografía es un método físico de separación entre dos fases, la fase móvil y la fase estacionaria. Los primeros experimentos cromatográficos nos remontan a los años 1850; sin embargo, Tswett en 1903 realizó un experimento considerado como el nacimiento de la

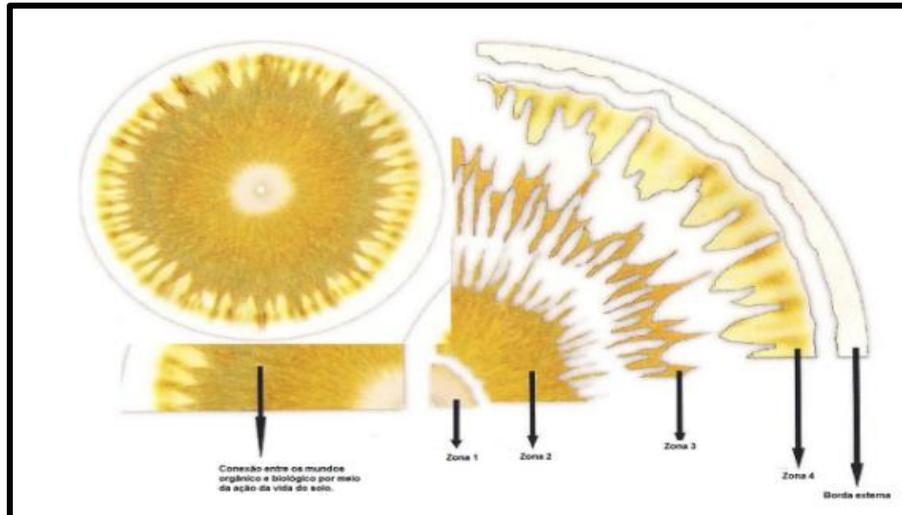
cromatografía, logrando por primera vez separar completamente dos compuestos de clorofila al cambiar agregando solvente puro después de inhibir la muestra (Kokornaczyk et al., 2017). Ehrenfried Pfeiffer (1899–1961) desarrolló el test de cromatografía circular (CCP) para el análisis de la calidad de suelos, compost y cultivos a través de la formación de patrones y su posterior evaluación.

Kokornaczyk et al., (2017) y Medina Saavedra et al., (2018) sugieren que la CCP es una forma simple, económica y rápida para observar la calidad suelo como el contenido de materia orgánica y sus interacciones. Es un instrumento muy valioso que permite analizar de forma íntegra el suelo. Los análisis convencionales no consideran ni describen la actividad biológica (microorganismos en procesos bioquímicos) y transformación de elementos minerales que debe ser estudiada con mayor profundidad.

La cromatografía circular plana, o también llamada cromatografía de Pfeiffer, es una forma simple, rápida y económica de observar detalles de la actividad enzimática específica durante la fermentación y el equilibrio de proteínas en la formación de materia orgánica del suelo y compuestos orgánicos (Costa-Burle y Tavares-Figueiredo, 2017). Lo interesante de la cromatografía es que debido a su simplicidad, además de ser realizada por técnicos o equipo especializado, es a menudo utilizado por los propios agricultores, que trabajan principalmente en el contexto biodinámico (Kokornaczyk et al., 2017).

4.3.2 Interpretación de la cromatografía.

La cromatografía sobre papel nos permite obtener una idea visual de como interacciona el suelo con los procesos dinámicos que ocurren en el mismo. El cromatograma que se obtiene posee particularidades afines a cada suelo, debido a la integración de los microorganismos, materia orgánica y nutrientes. En la Figura 3 se pueden observar las zonas que posee un cromatograma, la interpretación se realiza con base en las zonas que lo conforman, su tamaño, colores revelados y formas. Un cromatograma posee cuatro zonas, que van desde adentro hacia afuera, teniendo una zona central, zona interna, una zona intermedia, una zona externa y una zona periférica.



*Figura 3 Identificación esquemática de las principales zonas de un cromatograma de suelo.
Fuente: Restrepo y Pinheiro, 2011.*

a) Zona 1

Llamada también Zona Central, su clasificación como zona de oxigenación y aireación refleja los microorganismos del suelo encargados de descomponer la materia orgánica en humus. No existe una zona central en el suelo compactado porque la circulación de oxígeno está restringida y la actividad microbiológica disminuye. El color ideal es blanco crema, indicador de buena salud del suelo (adecuada porosidad y estructura). Los suelos compactados revelan cromatogramas oscuros y no reflejan buenos síntomas, suelen ser excesivamente mineralizados sin cobertura vegetal (Aguirre et al., 2019).

b) Zona 2

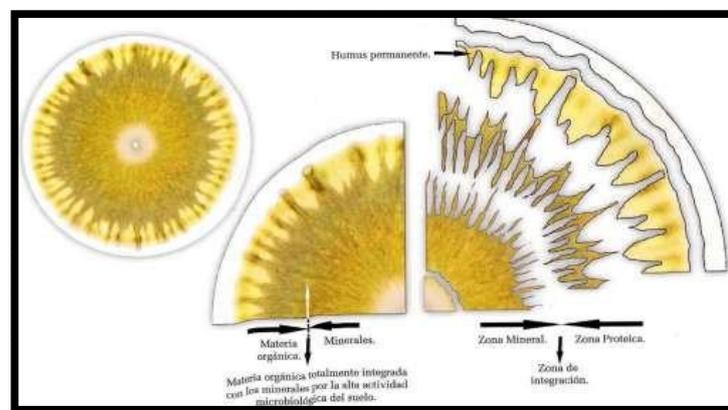
En un suelo con características ideales se evidencia la zona interna o mineral. Es el segundo anillo, por lo que se la llama Zona 2 y aquí podemos observar la presencia de la mayoría de las reacciones minerales. Cuando un suelo está altamente mineralizado y destruido presenta una coloración pardo negruzco, debido a la ausencia de materia orgánica y baja actividad biológica. Cuando su color es crema suave (amarillo), evidencia integración con las otras zonas, cuando la microbiología de la zona 1 está interactuando con los minerales Zona 2, se observa armonía en color e integración cromática (Aguirre et al., 2019).

c) **Zona 3**

Llamada también zona intermedia, de materia orgánica o zona proteica. El anillo que se forma es un indicador de que se existe materia orgánica, pero dependiendo del color que adquiere se puede decir si tiene una alta presencia de materia orgánica cruda o en descomposición, puede tener buena cantidad de M.O., pero no estar activa, porque no se dispone de descomponedores para que la transformen y suelos mineralizados; en este caso no hay integración y se presentara tonos oscuros muy distintos entre ellos. Colores oscuros con puntas agudas en lugar de dientes, no son deseables (Aguirre et al., 2019).

d) **Zona 4**

En la Figura 4 se aprecia un cromatograma donde existe una interacción de la materia orgánica y mineral, designada como zona externa, enzimática o nutricional. Aquí se puede observar lunares suaves o nubes onduladas, dientes y nubecillas señalando que se posee un suelo de calidad ideal, indican abundancia y variedad de nutrientes, si se observan tonos café y nubecillas al final de los dientes es la expresión de diversidad microbiológica que permite la formación enzimática y descomposición de MO. Al existir armonía en las cuatro diferentes zonas, es porque estamos ante un suelo con condiciones ideales, existiendo un equilibrio tanto de microorganismos como minerales, permitiendo obtener buena productividad. Si las nubecillas están separadas de los dientes, indican abundante nutrientes en el suelo de forma estable por mucho tiempo, lo cual es una característica muy deseada (Aguirre et al., 2019).



*Figura 4 Interacción de la materia orgánica y minerales en un cromatograma.
Fuente: Restrepo y Pinheiro, 2011.*

Al observar el cromatograma se debe analizar detalladamente las formas de los radios y las líneas ramificadas debido a que la ausencia de estas indica un suelo de mala calidad o

excesivo uso de agroquímicos. Una buena lectura e interpretación de las tonalidades representadas por cada cromatograma es determinante a la hora de tomar decisiones en el suelo. Con esta herramienta, podemos verificar la salud del suelo.

4.3.3 Interpretación de la cromatografía por colores.

En la Figura 5 se pueden observar varias tonalidades, los tonos adquiridos en la revelación de los cromatogramas, se deben a diversos factores, teniendo suelos con colores amarillos, dorados, anaranjados, café claro o rojizos, indicadores de suelos sanos, colores cenizos, negro, lilas, gris o tonalidades azuladas son indicadores de que el suelo no se encuentra saludable indicando una mala calidad de este recurso.

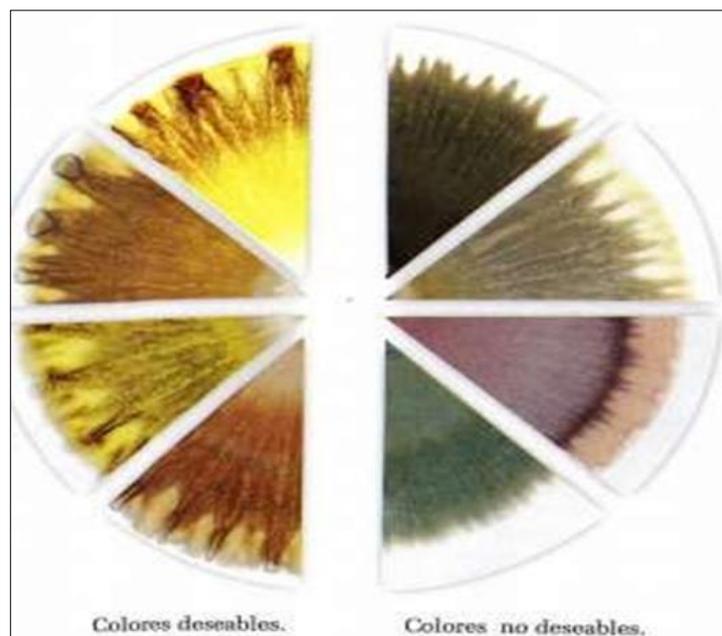


Figura 5 Tonalidades deseables y no deseables de un cromatograma de suelo.

Fuente: Restrepo y Pinheiro, 2011.

5. Metodología

5.1. Localización del área de estudio

La presente investigación se realizó en fincas con manejo agroecológico y fincas convencionales, ubicadas en el sector norte, parroquia El Valle, barrio Amable María, tal como lo muestra la Figura 6, cantón Loja, provincia de Loja.

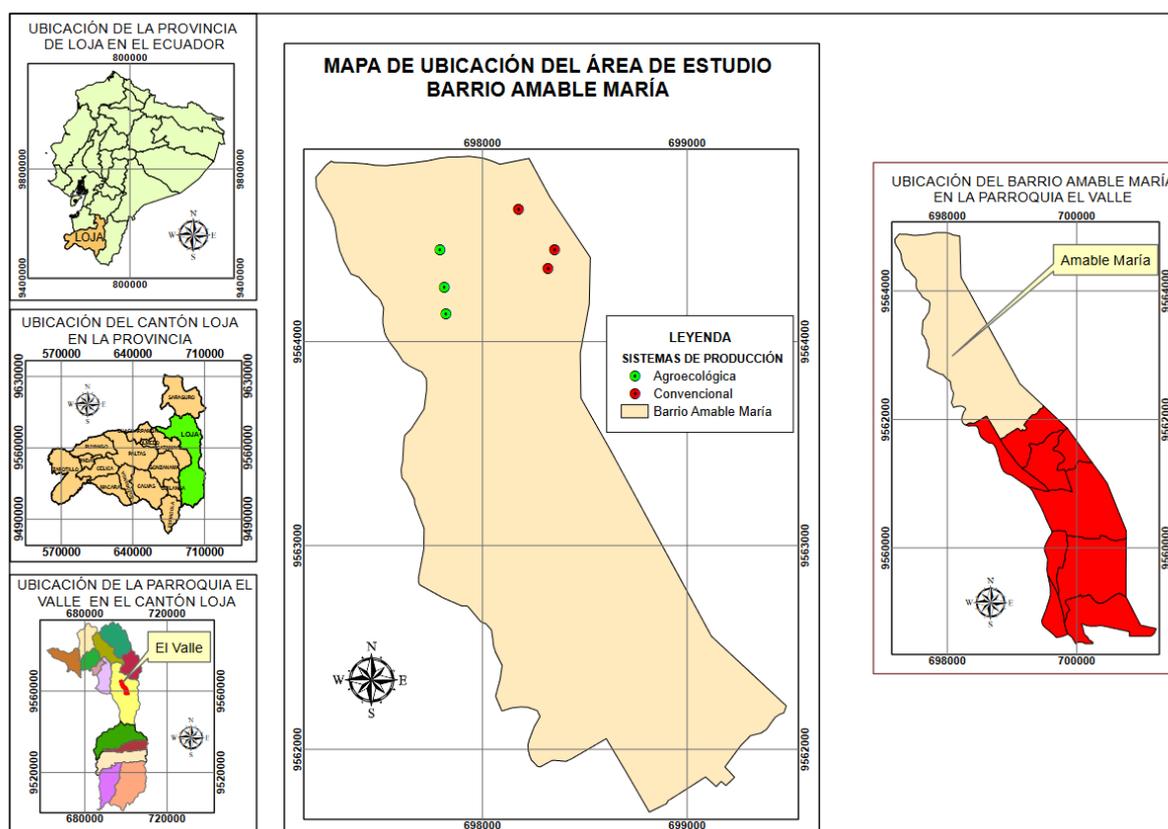


Figura 6 Localización del lugar de estudio, sector Amable María, parroquia El Valle, cantón Loja, provincia de Loja.

5.1.1. Condiciones climáticas

El cantón Loja tiene un tipo de clima Ecuatorial Mesotérmico Semi – Húmedo, se encuentra a una altura de 2 100 m s.n.m., con una precipitación anual de 906,9 mm/año, temperatura media anual de 15,5 °C, temperatura máxima de 27,8 °C, temperatura mínima 3 °C, humedad relativa máxima de 78 %, humedad relativa mínima de 72 %, humedad relativa media 74 % y una velocidad del viento media 3,1 m/s.

El barrio Amable María geográficamente se localiza entre 3°56'25''S de latitud y 79°13'07''W de longitud. Su territorio está destinado a la producción agrícola y pecuaria, aunque también está ganando terreno en el asentamiento poblacional con la construcción de nuevas viviendas.

5.2. Diseño de investigación

Se eligieron tres sistemas de producción convencionales y tres sistemas de producción agroecológicos, con base en que cumplan varios parámetros de similitud en ubicación, accesibilidad, cercanía, tipo de suelo, cultivos de ciclo corto, tiempo de producción mayor a 5 años, entre otros.

En el desarrollo de este trabajo se consideró tres fases como se indica en la Figura 7.

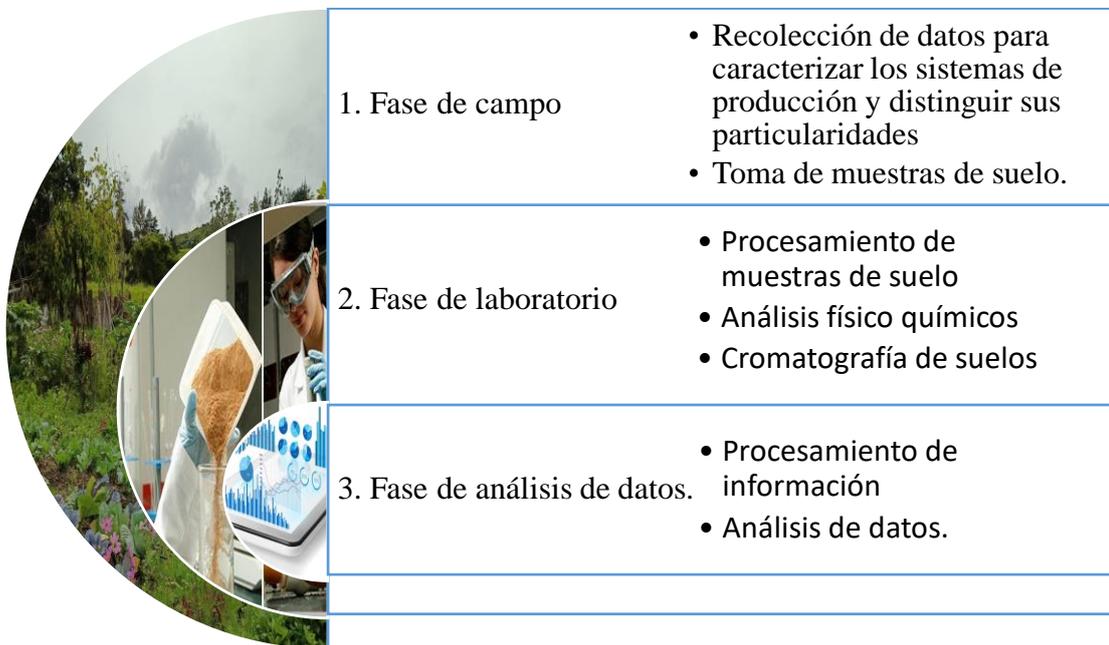


Figura 7 Fases del desarrollo del trabajo.

5.3. Tipo de investigación

La investigación desarrollada fue de tipo descriptiva, debido a que se realizó una observación directa para conocer las condiciones edafoclimáticas de los sistemas convencionales y agroecológico. Este método también permitió determinar el estado del suelo mediante cromatografía de Pfeiffer.

Además, fue interrogativa, porque se aplicó encuestas a los productores, para obtener la información detallada sobre el manejo del suelo y los cultivos que obtienen. Así mismo, la presente investigación fue de tipo experimental, ya que a partir de la recolección de las muestras de suelo se realizó ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físico químicas del suelo.

5.4. Diseño experimental

Para realizar la caracterización del suelo se realizó un análisis físico químico del mismo, empleando un Diseño de Bloques Completamente al Azar (Tabla 1), para obtener resultados confiables y representativos.

Las especificaciones de las unidades experimentales fueron las siguientes:

Número de tratamientos: 2

Número de bloques: 3

Número de repeticiones: 15 submuestras

Tabla 1 Descripción de los tratamientos evaluados

Tratamientos	Repetición	Codificación
Agroecológica	Finca agroecológica	F1A1
	Finca agroecológica	F2A2
	Finca agroecológica	F3A3
Convencional	Finca Convencional	F4C1
	Finca Convencional	F5C2
	Finca Convencional	F6C3

Modelo matemático del diseño estadístico experimental DBCA.

$$\gamma_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

μ = media general.

β_j = efecto del j – ésimo bloque.

τ_i = Efecto del i – ésimo tratamiento.

ε_{ij} = Efecto aleatorio del error.

Los datos fueron analizados mediante el programa InfoStat a través del análisis de varianza ANOVA que sirvió para comparar cada una de las variables: pH, nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), materia orgánica (MO), capacidad de intercambio catiónico (CIC) y densidad aparente (Da); de los sistemas de producción agroecológico y convencional, seguido de una prueba de Tukey (p- valor < 0,05).

5.5. Metodología para el primer objetivo: Caracterización del manejo del suelo en sistemas de producción convencionales y agroecológicos para determinar su uso agrícola en el sector norte de la ciudad Loja.

Para caracterizar el manejo y uso del suelo en los sistemas de producción convencionales y agroecológicos se tomó en cuenta aspectos edafoclimáticos: temperatura, altitud, coordenadas geográficas y características físico químicas del suelo (textura, color, % de materia orgánica, pH, nitrógeno, fósforo y potasio) empleó una encuesta, con el fin de obtener información de los siguientes parámetros: prácticas de manejo de suelo, fertilización, siembra, cultivos, riego, control de plagas y enfermedades, uso de agroquímicos. Además, se realizó un análisis físico químico de las muestras de suelo de los sistemas de producción, siguiendo el procedimiento detallado a continuación:

5.5.1. Toma de muestras

Para la toma de muestras de suelo se siguió dos procedimientos distintos para muestras disturbadas y muestras no disturbadas.

- Muestras disturbadas

Se tomó 15 submuestras en forma de zigzag, a una profundidad de 0-30 cm por cada finca evaluada. Se homogenizó las submuestras y a través del método de los cuartos opuestos Agrocalidad (2018), se obtuvo una muestra representativa para cada sistema de producción.

De cada muestra se realizaron análisis físico químicos y cromatográficos. Dentro de las variables físico químicas se determinó pH por el método del potenciómetro; Nitrógeno mediante el método fotocolorimétrico-azul indofenol en extracto Olsen modificado pH 8.5; Fósforo por fotocolorimetría-Azul de fosfomolibdato en extracto Olsen modificado pH 8.5; Potasio, Calcio y Magnesio a partir de Olsen Modificado, pH 8.5, por Espectrofotometría de Absorción Atómica en el Laboratorio de Manejo de Suelos y Aguas de la Estación Experimental "Santa Catalina" perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP). Los análisis de textura se realizaron por el método de Bouyoucos; el color se determinó con tablas munsell para suelos; la materia orgánica por el método volumétrico de Walkey y Black y Capacidad de Intercambio Catiónico por el método de Acetato de Amonio 1N a pH 7, en el Laboratorio de Suelos, Aguas y Bromatología de la Universidad Nacional de Loja (INIAP, 2002).

- **Muestras no disturbadas:**

Con el equipo de muestreo de cilindros Kopecky se tomó 3 muestras no disturbadas en cada sistema de producción (convencional y agroecológico), con 3 repeticiones (18 muestras), se codificaron y se llevó al Laboratorio de Suelos de la UNL para determinar propiedades físicas como: Densidad Aparente y Porosidad Total.

5.6. Metodología para el segundo objetivo: Determinar cualitativamente el estado del suelo mediante cromatografía para evaluar la calidad en un sistema de producción convencional y agroecológico en el sector norte de la ciudad Loja.

Una vez caracterizado el suelo de los sistemas de producción, se procedió a determinar el estado del mismo, a partir de las muestras disturbadas mediante análisis cualitativo, empleando la técnica de Cromatografía de Pfeiffer, de acuerdo a la metodología descrita por (Restrepo y Pinheiro, 2011) y modificada por (Kokornaczyk et al., 2017a), en el Laboratorio de la Asociación Artesanal de Productores Ecológicos de Café Especial del Cantón Loja, caracterizándose las muestras por sistema. Para lo cual, se observó la formación de diferentes zonas o círculos radiantes y se realizó la descripción del color, formación de dientes e integración de las cuatro zonas: Zona central de oxigenación o de estructura del suelo (Z1), Zona interna o zona mineral (Z2), Zona intermedia, proteica o zona de materia orgánica (Z3) y Zona externa, enzimática o nutricional (Z4), de acuerdo a lo descrito en el apartado 4.3.2 del marco teórico.

6. Resultados

6.1 Primer objetivo: Caracterización del manejo del suelo en sistemas de producción convencionales y agroecológicos para determinar su uso agrícola en el Sector Norte de la ciudad Loja.

En la Tabla 2 se representan las características edafoclimáticas de los sistemas de producción agroecológicos y convencionales, ubicados en el barrio Amable María, sector Norte del cantón de Loja. Los sistemas de producción agroecológico se encuentran en condiciones similares en cuanto a altitud, temperatura y color de suelo; mientras que los sistemas convencionales presentaron un incremento en altitud y similitud en cuanto a temperatura y color de suelo.

Tabla 2. Características edafoclimáticas de los sistemas de producción agroecológico y convencional del barrio Amable María, sector norte del cantón de Loja.

Sistema de Producción		Coordenadas	Altitud m s.n.m	Temperatura °C	Color del suelo
Agroecológica	1	3° 56' 29" S 79° 13' 6" O	2000	18	Gris muy oscuro
	2	3° 56' 29" S 79° 13' 6" O	2000	18	Marrón grisáceo muy oscuro
	3	3° 56' 29" S 79° 13' 6" O	2000	18	Marrón grisáceo muy oscuro
Convencional	1	3° 56' 21" S 79° 12' 49" O	2017	17,5	Marrón
	2	3° 56' 21" S 79° 12' 49" O	2018	17,5	Marrón
	3	3° 56' 21" S 79° 12' 47" O	2022	17,5	Marrón

Fuente: Iñiguez. D. 2023

En la Tabla 3 se indica los resultados de las encuestas aplicadas a los productores de los sistemas de producción agroecológico y convencional del barrio Amable María, sector norte del cantón de Loja, en cuanto a área de cultivo, análisis de suelos, sistema de riego, tipo de labranza y cobertura vegetal.

Tabla 3 Características generales de los sistemas de producción agroecológico y convencional del barrio Amable María, sector norte del cantón de Loja.

SISTEMA DE PRODUCCIÓN	Área de Cultivo m ²	Análisis de Suelos	Sistema de Riego	Tipo de Labranza	Uso agrícola	
Agroecológico	1	800	NO	Aspersión	Manual	Frutas, hortalizas y leguminosas
	2	800	NO	Aspersión	Manual	Frutas, hortalizas y leguminosas
	3	800	NO	Aspersión	Manual	Frutas, hortalizas y leguminosas
Convencional	1	1900	NO	Goteo	Mecanizada	Frutas y hortalizas
	2	1000	NO	Aspersión	Mecanizada	Frutas y hortalizas
	3	1500	NO	Goteo	Mecanizada	Frutas y hortalizas

Fuente: Iñiguez. D. 2023

En cuanto al tipo de fertilización y uso de plaguicidas empleados en los sistemas de producción, se pudo obtener la siguiente información (Tabla 4): los sistemas agroecológicos utilizan gallinaza y humus y para combatir las plagas emplea ceniza y agua con detergente, mientras que los sistemas convencionales utilizan agroquímicos para la fertilización y control de plagas.

Tabla 4 Tipo de fertilización y uso de plaguicidas en los sistemas de producción agroecológico y convencional del barrio Amable María, sector norte del cantón de Loja

Sistema de producción	Insumos para fertilizar o abonar el suelo	Frecuencia de aplicación	Tipo de Plaguicida	Frecuencia de aplicación de plaguicidas	
Agroecológico	1	Abonos orgánicos y compost	2 meses	Ceniza	Presencia de plaga
	2	Abonos orgánicos y compost	2 meses	Ceniza	Presencia de plaga
	3	Abonos orgánicos y compost	2 meses	Agua jabonosa	Presencia de plaga
Convencional	1	Úrea - Gallinaza	6 meses	Bala 55	Presencia de plaga
	2	Cal - Gallinaza	3 meses	Bala 55- Herbicida	Presencia de plaga
	3	Úrea – Borozinco - Gallinaza	3 meses	Bala 55 Azufrol Herbicida	Preventiva y presencia de plaga

Fuente: Iñiguez. D. 2023

En la Tabla 5 se muestran los resultados de los análisis físico químicos de suelos de los sistemas de producción agroecológico y convencional. En esta tabla se puede observar que no existe diferencias estadísticamente significativas en cuanto a pH, nitrógeno, potasio, magnesio y densidad aparente, mientras que, para fósforo, calcio, materia orgánica y CIC, se encontró diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 5 Propiedades físico - químicas del suelo de los sistemas de producción agroecológico y convencional

Propiedades físico químicas	pH	N ppm	P ppm	K meq/100	Ca meq/100	Mg meq/100	MO %	CIC meq/100 suelo	Da g/cm³
Agroecológico	7,55 a	63,90 a	115,79 a	2,25 a	29,91 a	7,33 a	5,29 a	49,83 a	1,11 a
Convencional	6,48 a	61,90 a	42,30 b	1,71 a	13,70 b	6,21 a	4,21 b	34,60 b	1,19 a

Fuente: Iñiguez. D. 2023

6.2 Segundo objetivo: Determinar cualitativamente el estado del suelo mediante cromatografía para evaluar la calidad en un sistema de producción convencional y agroecológico en el sector norte de la ciudad Loja

A continuación, se presentan los cromatogramas y las características de las zonas central, interna (mineral), intermedia (proteica o materia orgánica), zona externa (enzimática) de los sistemas agroecológicos (Tabla 6) y convencionales (Tabla 7), evidenciando que existe una similitud en los tres cromatogramas agroecológicos obtenidos en cuanto a los parámetros evaluados: color, presencia de dientes e integración de las zonas; mientras que en los cromatogramas convencionales se encontró diferencias en la finca 3, en cuanto a las características de la zona central.

Tabla 6 Características de las zonas presentes en los cromatogramas de los sistemas agroecológicos.

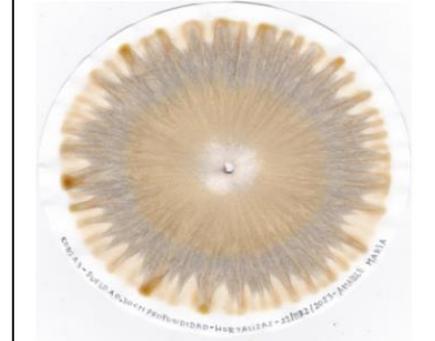
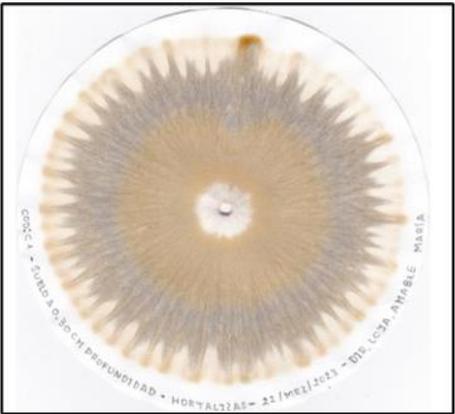
Cromatografía de Sistemas Agroecológicos	Características
	<p>Z1: color cremoso, buena integración con la siguiente zona</p> <p>Z2: color café oscuro, y buena disposición radial.</p> <p>Z3: presencia de dientes, buena integración entre las zonas.</p> <p>Z4: bordes irregulares, diversidad de formas y figuras y nubecillas.</p>
	<p>Z1: color claro, buena integración con la siguiente zona.</p> <p>Z2: color café oscuro, y buena integración anterior y posterior.</p> <p>Z3: presencia de dientes y buena integración entre zonas.</p> <p>Z4: bordes irregulares, diversidad de formas y figuras, presencia de nubecillas</p>
	<p>Z1: color cremoso, buena integración con la siguiente zona.</p> <p>Z2: color café oscuro, e integración con la siguiente zona</p> <p>Z3: presencia de dientes, integración con la zona anterior y posterior.</p> <p>Z4: bordes irregulares y presencia de nubecillas</p>

Tabla 7 Características de las zonas presentes en los cromatogramas de los sistemas convencionales.

Cromatografía de Sistemas Convencionales	Características
	<p>Z1: color blanco, no hay integración adecuada con la siguiente zona, presencia de anillo para la zona mineral.</p> <p>Z2: color degradado de naranja y poca integración con la siguiente zona.</p> <p>Z3: color oscuro, distinto a la zona anterior, no existe integración con la zona anterior.</p> <p>Z4: pequeñas e irregulares agujas que sobresalen y falta de nubecillas</p>
	<p>Z1: color blanco, presencia de anillo para la zona mineral.</p> <p>Z2: color degradado naranja, y buena integración con la siguiente zona.</p> <p>Z3: poca integración con la zona anterior.</p> <p>Z4: pequeñas e irregulares agujas que sobresalen y falta de nubecillas.</p>
	<p>Z1: Centro escaso, color gris y no hay integración con la siguiente zona.</p> <p>Z2: Color degradado naranja oscuro, no existe integración con la siguiente zona, presencia de anillo para la zona intermedia.</p> <p>Z3: Borde circular, no existe integración con la zona anterior.</p> <p>Z4: Ausencia de nubecillas, agujas irregulares y puntiagudas.</p>

7. Discusión

7.1 Caracterización del manejo del suelo en sistemas de producción convencionales y agroecológicos para determinar su uso agrícola en el sector norte de la ciudad Loja.

Los sistemas agroecológicos y convencionales ubicados en el sector norte de la ciudad de Loja se encuentran en condiciones edafoclimáticas favorables para la producción de frutas y hortalizas, esto coincide con Garza-Alonso et al. (2020); Sangama-Sangama (2020), quienes manifiestan que temperaturas óptimas de 15- 20 °C y altitudes de 2000 – 2500 m s.n.m. son favorables para un adecuado desarrollo de frutas y hortalizas.

Las características generales de los sistemas agroecológicos y convencionales muestran superficies más pequeñas para los sistemas de producción agroecológicos, lo que concuerda con lo descrito por Altieri y Nicholls, (2012); Sarandón y Flores (2014), quienes señalan que debido a que los sistemas agroecológicos pueden maximizar la producción de alimentos manteniendo la sostenibilidad, generalmente tienen superficies de tierra más pequeñas que los sistemas convencionales. Los sistemas agroecológicos se basan en la asociación de los cultivos y la utilización efectiva de los recursos. Además, los agricultores agroecológicos evitan el uso de la mecanización agrícola debido a que causa compactación del suelo, disminuye su capacidad para retener agua y, en general, tiene un impacto negativo en el crecimiento de las plantas y la salud del suelo (Gliessman et al., 1998).

Los sistemas agroecológicos se caracterizan por el uso de prácticas agrícolas sostenibles para enriquecer el suelo y controlar las plagas y enfermedades, emplean técnicas como uso de abonos orgánicos, compost, cultivos de cobertura, la rotación y asociación de cultivos, utilizan ceniza y agua jabonosa para eliminar la plaga presente en los cultivos; estas prácticas promueven la salud del suelo y ayudan a prevenir la proliferación de plagas y enfermedades (Altieri y Nicholls, 2012; Sarandón y Flores, 2014). Mientras que los sistemas convencionales usan agroquímicos (urea, cal, bala 55, herbicidas y azufrol), para maximizar la producción de alimentos a corto plazo, prevenir y combatir la aparición de plagas en los cultivos (Gliessman et al., 1998; Herrera-Pérez et al., 2017), sin medir las consecuencias de su uso, pues afectan la calidad del suelo, salud de los agricultores y aumentan de plagas. Según lo descrito por Restrepo, et al., (2000), el uso de estos productos a más de causar contaminación química provoca aumento de plagas debido a la creciente inmunidad biológica a los plaguicidas.

En lo referente a los análisis de suelos ningún sistema de producción analizado cuenta con este requerimiento, por lo que desconocen el estado de sus suelos. Al ser consultadas las razones por las que no se realizan estos análisis todos coincidieron que es por los elevados costos y la dificultad de llevar las muestras a los laboratorios, corroborando lo descrito por Hernández et al., (2021), sobre las razones del desconocimiento de este recurso por los agricultores.

Dentro de las propiedades físico - químicas del suelo de los sistemas agroecológicos y convencional, no se observan diferencias estadísticamente significativas para pH y N; sin embargo, en la finca convencional 3, se obtiene un valor de pH de 4.82 (medianamente ácido) y N de 106,19 (alto). Este resultado puede ser debido a que el agricultor sin conocer el contenido de estos parámetros en su suelo, aplica constantemente urea. Según Morales-Morales et al., (2019), la urea es la principal fuente de fertilización nitrogenada, pero al ser un fertilizante de reacción ácida, se puede utilizar en suelos neutros o ligeramente alcalinos más no en suelos ácidos. Resultados similares observaron Larios-González et al. (2014); Márquez de la Cruz et al. (2022) en lo referente a pH y N, quienes al comparar estas propiedades en sistemas convencionales y agroecológicos no encontraron diferencias estadísticamente significativas.

Los contenidos de P presentaron mayor concentración en los sistemas agroecológicos que en los sistemas convencionales. Este comportamiento también lo encontraron Sarandón y Flores (2014) en condiciones edafoclimáticas propias de Argentina, al obtener valores superiores de fósforo en los sistemas agroecológicos que en los sistemas convencionales. De igual manera, Hanco-Pérez (2019), realizó un estudio comparativo de los sistemas de producción y encontró mayor contenido de fósforo en los sistemas agroecológicos que en los convencionales. Esto puede ser debido a que mientras mayor sea la incorporación de abonos orgánicos y el contenido de materia orgánica en los suelos, mayor será la fijación de fósforo en los suelos (Aguirre et al., 2019).

En cuanto al K y Mg no se encontró diferencia estadísticamente significativa, lo cual estaría relacionado a que los suelos de los dos sistemas agroecológico y convencional presentaron un suelo de textura arcillosa, que según Cáceres-Alvarán (2017), las arcillas son fuente de reserva de estos minerales. Resultados similares encontró Hanco-Pérez (2019), en su estudio realizado al no encontrar diferencias estadísticamente significativa para estos dos minerales.

Los sistemas agroecológicos presentaron mayor contenido de Ca, cuyo incremento podría deberse a la frecuente incorporación de compost ya que estos contienen alta cantidad de este nutriente, mientras que los sistemas convencionales al agregar agroquímicos afectan la actividad microbiana del suelo, lo que disminuye la retención de calcio en el suelo. Estudios similares muestran que los sistemas agroecológicos presentan mayor contenido de este mineral que los sistemas convencionales (Ponce-González, 2019).

Los sistemas agroecológicos obtuvieron mayor porcentaje de MO y CIC que los sistemas convencionales, esto se atribuye principalmente a las prácticas de manejo que los productores de estas fincas realizan. Los sistemas agroecológicos incluyen rotación de cultivos, el uso de abonos orgánicos y la aplicación de compost, que son ricos en materia orgánica y aportan nutrientes al suelo de manera gradual, esto favorece el desarrollo de microorganismos y la descomposición de los residuos orgánicos, lo que incrementa la materia orgánica y a su vez contribuye al aumento de la CIC, al estar directamente relacionadas (Altieri y Nicholls, 2012; Gliessman et al., 1998; Sarandón y Flores, 2014). Mientras que los sistemas convencionales al usar labranza mecanizada y agregar agroquímicos al suelo provocan un efecto negativo en los microorganismos del suelo, que son responsables de la descomposición de los residuos orgánicos, por lo que se corrobora el menor contenido de MO y CIC en estos sistemas (López-Báez et al., 2019). En estudios similares Larios-González et al. (2014); Taipe-Velasco (2018) compararon la materia orgánica y CIC de un suelo agroecológico y convencional, obteniendo la misma tendencia a la disminución en el sistema convencional.

En cuanto a la densidad aparente no se encontraron diferencias estadísticamente significativas; sin embargo, las pequeñas diferencias numéricas observadas pueden estar relacionadas con el manejo del suelo y las prácticas agrícolas en cada tipo de sistema. Los sistemas convencionales emplean mecanización agrícola que implican remover el suelo, lo que rompe los agregados del suelo y compactan las partículas aumentando la densidad aparente; mientras que los sistemas agroecológicos se caracterizan por minimizar o evitar la labranza mecanizada adoptando enfoques de manejo de suelo más conservadores, manteniendo la estructura natural del suelo evitando la compactación, esto conduce a una menor densidad aparente (Aguirre et al., 2019). En estudios similares Taipe-Velasco (2018) comparó la densidad aparente de un suelo agroecológico y un convencional, y obtuvo valores superiores de Da en sistemas convencionales que en agroecológicos.

7.2 Determinación cualitativa del estado del suelo mediante cromatografía para evaluar la calidad en un sistema de producción convencional y agroecológico en el sector norte de la ciudad Loja.

La cromatografía de Pfeiffer en los sistemas agroecológicos presenta similitud en la Z1 presentando un color cremoso y buena integración con la próxima zona, indica que existe presencia de microbiología activa y biodiversa, zona oxigenada, con buena estructuración indicadora de que el suelo no está compactado. La Z2, al presentar un color café oscuro y buena disposición radial, indica que existe una buena solubilización de minerales biodisponibles para la planta, además al existir una integración con la zona anterior se evidencia interacción de los minerales y microorganismos. En relación con la Z3, por sus formas e integración con las zonas anterior y posterior, manifiesta presencia de abundante materia orgánica disponible para las plantas debido a la interacción con los microorganismos descomponedores. La Z4 presenta diversidad de formas y figuras, considerados como buenos indicadores de la calidad del suelo, la presencia de nubecillas indica abundancia y variabilidad nutricional disponible para los cultivos. Este comportamiento coincide con Medina-Saavedra et al. (2018) quienes al estudiar el estado del suelo de un sistema agroecológico, encontró una buena integración entre las 4 zonas, indicando una buena salud del suelo, con buena estructura, abundante materia orgánica y minerales disponibles de manera constante por la presencia de actividad biológica.

Estas semejanzas en las 4 zonas de los cromatogramas de los sistemas agroecológicos se deben a las prácticas de manejo propias de este sistema, como la incorporación de abonos orgánicos (estiércol de los animales) y compost, uso de insecticidas naturales (ceniza - agua jabonosa), labranza manual, conservación de la actividad microbiana en el suelo, rotación y asociación de cultivos (Gliessman et al., 1998; Altieri y Nicholls, 2012; Sarandón y Flores, 2014).

Los resultados de los cromatogramas para el sistema convencional 3, mostraron una escasa zona central lo que indica un suelo compactado, con poca actividad microbiológica, mala aireación para el sistema radicular, escasa materia orgánica y no existe integración con la siguiente zona; también se observa un suelo mayormente mineralizado por prácticas de uso intensivo de agroquímicos, lo que concuerda con la información obtenida en las encuestas aplicadas en esta investigación donde se evidencia que en el sistema convencional 3 aplican mayor cantidad de agroquímicos y con mayor frecuencia. Esto coincide con lo mencionado por Chávez y Burbano (2021); Sarandón y Flores (2014) quienes manifiestan que los sistemas convencionales utilizan agroquímicos y labranza mecanizada para obtener mayores

rendimientos a corto plazo; sin embargo, en algunos sistemas convencionales (C1 y C2) se evidencia presencia de materia orgánica momificada, debido a que ocasionalmente algunos productores aplican también abonos orgánicos (gallinaza) al suelo.

Con la finalidad de realizar una comparación de los resultados obtenidos en cuanto al cromatografía de un suelo convencional, a continuación, se exponen algunas investigaciones, por ejemplo, según Celestino-García et al. (2021) realizó la cromatografía de un suelo convencional, donde demostró que las prácticas de manejo propias de este sistema (usos de agroquímicos, labranza mecanizada y el monocultivo) provocan la disminución de la actividad microbiana, menor materia orgánica y compactación de los suelos. Así mismo, Torres y Minga (2017), contrastaron el contenido de MO y la salud del suelo en sistemas de monocultivos de maíz mediante la cromatografía de Pfeiffer, obteniendo como resultados pérdida progresiva de interacción entre materia orgánica, humedad y microorganismos del suelo.

8. Conclusiones

El uso del suelo y el manejo del mismo de acuerdo a los sistemas de producción agroecológica y convencional determinan la calidad y la sostenibilidad de este recurso indispensable para el desarrollo de cultivos.

Los agricultores de los sistemas de producción agroecológicos y convencionales estudiados no cuentan con análisis de los suelos que sirva como referente para un plan de fertilización aplicados a potenciar cultivos como frutas y hortalizas.

Los sistemas de producción agroecológicos mostraron mejores resultados en cuanto al contenido de materia orgánica, nutrientes y densidad aparente, como resultado de las buenas prácticas de manejo agronómico de los cultivos y de los suelos por parte de los productores.

La cromatografía de Pfeiffer en suelos constituye una alternativa para determinar el estado del suelo en los diversos sistemas de producción; sin embargo, se puede complementar con los análisis físico - químicos convencionales para obtener una visión completa del estado del suelo, que permita potenciar la producción de los cultivos agrícolas, frutícolas o forestales.

9. Recomendaciones

Incrementar los sistemas de producción agroecológicos en el sector norte de la ciudad de Loja, en vista de que ayudan a mejorar los servicios ecosistémicos y a preservar la salud de los productores.

Para futuras investigaciones se sugiere realizar levantamiento de información sobre manejo de los suelos en diferentes zonas, con condiciones edafoclimáticas distintas para evaluar sus propiedades físico - químicas y microbiológicas.

Continuar con el uso de la cromatografía de Pfeiffer para determinar la calidad de los suelos, considerando que es una técnica sencilla y económica de realizar, misma que se puede aplicar en diferentes sistemas de producción convencional, agroecológica y forestal.

Adicionar a los posteriores estudios la parte de evaluación biológica de los suelos, con el fin de contrarrestar la cromatografía con la presencia de microorganismos en los suelos para evaluar la biodiversidad microbiana.

10. Bibliografía

- Agrocalidad. (2018). Instructivo INT/SFA/10 muestreo para análisis de suelos. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/agua8.pdf>
- Aguirre, S. E., Piraneque, N. V., y Díaz, C. J. (2019). Valoración del Estado del Suelo en Zona de Bosque Seco Tropical Mediante Técnicas Analíticas y Cromatogramas. *Información tecnológica*, 30(6), 337-350. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000600337>
- Aguirre, S. E., Piraneque, N. V., y Díaz, C. J. (2019). Valuation of soil state in dry tropical forest zone by analytical techniques and chromatograms. *Informacion Tecnologica*, 30(6), 337-350. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000600337>
- Altieri, M. A., y Nicholls, C. I. (2012). Agroecología: Única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia. *Agroecología*, 7(2), 65-83.
- Astier-Calderón, M., Maass-Moreno, M., y Etchevers-Barra, J. (2002). Derivation of soil quality indicators in the context of sustainable agriculture. *Agrocencia*, 36(5).
- Cáceres Alvaran, H. F. (2017). Evaluación de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo en plantaciones de pinus radiata, en tres sitios de la Región Sierra Ecuatoriana [BachelorThesis]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/7445>
- Calderón Medina, C. L., Bautista Mantilla, G. P., y Rojas González, S. (2018). Propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo , indicadores del estado de diferentes ecosistemas en una terraza alta del departamento del Meta Chemical , physical and biological soil properties , indicators of the status of different ecosystem in. 1(Cc), 141-157.
- Celestino-García, S., Rodríguez-Vargas, G., y Silva-Flores, M. (2021). Impacto del manejo Agroecológico, de los cultivos, en el suelo.
- Cevallos, M., Urdaneta Ortega, F., y Jaimes, E. (2019). Desarrollo de sistemas de producción agroecológica: Dimensiones e indicadores para su estudio. XXV.

- Chávez Caiza, J. P., y Burbano Rodríguez, R. T. (2021). Cambio climático y sistemas de producción agroecológico, orgánico y convencional en los cantones Cayambe y Pedro Moncayo. *Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*, 29, Article 29. <https://doi.org/10.17141/letrasverdes.29.2021.4751>
- Costa Burle, E., y Tavares Figueiredo, R. (2017). Vista do Uso da Cromatografia Circular Plana em diferentes concentrações para análise de solo e de compostos orgânicos. <https://periodicos.set.edu.br/cadernoexatas/article/view/6312/3238>
- Deaconu, A., Berti, P. R., Cole, D. C., Mercille, G., y Batal, M. (2021). Agroecology and nutritional health: A comparison of agroecological farmers and their neighbors in the Ecuadorian highlands. *Food Policy*, 101. <https://doi.org/10.1016/J.FOODPOL.2021.102034>
- Espinosa, C. B., Pinos, N. Q., y Eiter Cercado Quiñonez. (2021). Evaluación cualitativa de suelos de la parroquia Colonche mediante cromatografía de Pfeiffer. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.5979699>
- FAO. (2017). *Apreciar el suelo sobre el que caminamos | Historias de la FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <https://www.fao.org/fao-stories/article/es/c/1071075/>
- FAO, O. de las N. U. para la A. y la A. (2018). *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales*. En Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO, O. de las N. U. para la A. y la A. (2023). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: Ecuador en una mirada*. <https://www.fao.org/ecuador/fao-en-ecuador/ecuador-en-una-mirada/es/>
- Garza-Alonso, C. A., Olivares-Sáenz, E., Vázquez-Alvarado, R. E., García-Treviño, N. E., Garza-Alonso, C. A., Olivares-Sáenz, E., Vázquez-Alvarado, R. E., y García-Treviño,

- N. E. (2020). Clasificación de regiones para la producción en invernaderos utilizando análisis multivariado. *Nova scientia*, 12(24), 0-0. <https://doi.org/10.21640/ns.v12i24.2125>
- Gliessman, S. R., Engles, E., y Krieger, R. (1998). *Agroecology: Ecological processes in sustainable agriculture*. Ann Arbor Press.
- Hanco-Pérez, E. (2019). Comparativo de dos sistemas de producción agrícola (Agroecológica y Convencional). En comunidades campesinas de Poques y Lamay QOSQO, Distrito Lamay – Calca – Cusco.
- Hernández Rodríguez, A., Ochoa Rodríguez, B., Ojeda Barrios, D., Jiménez Castro, J., Sánchez Rosales, R., Rodríguez Roque, M. J., y Sánchez Chávez, E. (2021). Patterns for estimating soil fertility using Pfeiffer's chromatography technique. *Terra Latinoamericana*, 39(April), 0-12. <https://doi.org/10.28940/TERRA.V39I0.844>
- Herrera-Pérez, L., Valtierra-Pacheco, E., Ocampo-Fletes, I., Tornero-Campante, M. A., Hernández-Plascencia, J. A., Rodríguez-Macías, R., Herrera-Pérez, L., Valtierra-Pacheco, E., Ocampo-Fletes, I., Tornero-Campante, M. A., Hernández-Plascencia, J. A., y Rodríguez-Macías, R. (2017). Prácticas agroecológicas en Agave tequilana Weber bajo dos sistemas de cultivo en Tequila, Jalisco. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 8(SPE18), 3711-3724. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i18.216>
- INTA. (2019). ¿Qué se entiende por producción agroecológica? <https://inta.gob.ar/documentos/¿que-se-entiende-por-produccion-agroecologica>
- Kokornaczyk, M. O., Primavera, F., Luneia, R., Baumgartner, S., y Betti, L. (2017). Analysis of soils by means of Pfeiffer's circular chromatography test and comparison to chemical analysis results. *Biological Agriculture and Horticulture*, 33(3), 143-157. <https://doi.org/10.1080/01448765.2016.1214889>
- Laban, P., Metternicht, G., y Davies, J. (s. f.). *Biodiversidad de suelos*. 2018. UICN.

- Larios-González, R. C., Salmerón-Miranda, F., y García-Centeno, L. (2014). Fertilidad del suelo con prácticas agroecológicas y manejo convencional en el cultivo de café. *La Calera*, 14(23), Article 23. <https://doi.org/10.5377/calera.v14i23.2660>
- López Báez, W., Reynoso Santos, R., López Martínez, J., Villar Sánchez, B., Camas Gómez, R., y García Santiago, J. O. (2019). Caracterización físico-química de suelos cultivados con maíz en Villaflores, Chiapas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(4), 897-910. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i4.1764>
- MAGAP, Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2016). *LA POLITICA Agropecuaria Ecuatoriana: Hacia el desarrollo territorial rural sostenible: 2015-2025*. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/ecu183434.pdf>
- Márquez de la Cruz, J. E. M. de la, Mendoza, M. de las N. R., Cué, J. L. G., Escudero, J. S., y Rueda, J. Á. T. (2022). Impacto del manejo de agroecosistemas cafetaleros en la calidad del suelo en las cuatro estaciones del año en Tlapacoyan, Veracruz. *Ciencia ergo-sum*, 29(2), Article 2. <https://doi.org/10.30878/ces.v29n2a8>
- Medina Saavedra, T., Arroyo Figueroa, G., y Peña Caballero, V. (2018). Cromatografía de Pfaiffer en el análisis de suelos de sistemas productivos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(3), 665-673. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i3.1223>
- Medina Saavedra, T., Arroyo Figueroa, G., Peña Caballero, V., Medina Saavedra, T., Arroyo Figueroa, G., y Peña Caballero, V. (2018a). Cromatografía de Pfaiffer en el análisis de suelos de sistemas productivos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(3), 665-673. <https://doi.org/10.29312/REMEXCA.V9I3.1223>
- Medina Saavedra, T., Arroyo Figueroa, G., Peña Caballero, V., Medina Saavedra, T., Arroyo Figueroa, G., y Peña Caballero, V. (2018b). Cromatografía de Pfaiffer en el análisis de suelos de sistemas productivos. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(3), 665-673. <https://doi.org/10.29312/remexca.v9i3.1223>

- Morales, M., y Mideros, A. (2021). Análisis de la pobreza multidimensional en los hogares de la agricultura familiar campesina en el Ecuador, 2009- 2019. *Revista Economía*, 73(118), Article 118. <https://doi.org/10.29166/economia.v73i118.3379>
- Morales-Morales, E. J., Rubí-Arriaga, M., López-Sandoval, J. A., Martínez-Campos, Á. R., Morales-Rosales, E. J., Morales-Morales, E. J., Rubí-Arriaga, M., López-Sandoval, J. A., Martínez-Campos, Á. R., y Morales-Rosales, E. J. (2019). Urea (NBPT) una alternativa en la fertilización nitrogenada de cultivos anuales. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 10(8), 1875-1886. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i8.1732>
- Pino, S., René, H., Azuero, A., Enrique, G., Loayza, A., Arcelia, L., y Morejón, S. (2019). Contribution of the agricultural sector to the economy of Ecuador Critical analysis of its evolution in the period of dollarization. Years 2000 -2016.
- Ponce González, D. M. (s. f.). “Evaluación de las poblaciones microbiológicas predominantes en suelos asociados a cacao en la zona de Buena Fe”.
- Restrepo, J., Ángel S., D. I., y Prager M., M. (2000). *Antología del cuento dominicano* (2. ed. corr). Ed. Manatí.
- Restrepo Rivera, Jaime, y Pinheiro, S. (2011). *Cromatografía imágenes de la vida y de la destrucción del suelo*.
- Sangama Sangama, C. (2020). Aplicación de tres dosis de cuyasa en el rendimiento del cultivo de col crespa (*Brassica oleracea* L.), variedad Savoy Perfection, en el distrito de Lamas. Repositorio - UNSM. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/4035>
- Sarandón, S. J. (Ed.). (2020). *Biodiversidad, agroecología y agricultura sustentable*. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). <https://doi.org/10.35537/10915/109141>

- Sarandón, S. J., y Flores, C. C. (2014). Agroecología: Bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables. Universidad Nacional de la Plata. <https://libros.unlp.edu.ar/index.php/unlp/catalog/view/72/54/181-1>
- Silva - Laya, S. J., Pérez Martínez, S., y Ríos Osorio, L. A. (2016). Evaluación agroecológica de sistemas hortícolas de dos zonas del oriente antioqueño, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(2), 355-366. <https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i2.5752>
- Silva, E. da, Velásquez, E., Santos, A., Bartz, M. L. C., Lavelle, P., y Brown, G. G. (2015). Indicador general de calidad del suelo en diferentes sistemas de uso del suelo en el Sur de Brasil. V Congreso Latinoamericano de Agroecología - SOCLA, 1, 6-10.
- Sumberg, J., y Giller, K. E. (2022). What is 'conventional' agriculture? *Global Food Security*, 32. <https://doi.org/10.1016/J.GFS.2022.100617>
- Taipe Velasco, C. M. (2018). Estimación de impactos ambientales basado en el análisis de ciclo de vida de la fase agrícola de la cadena agroalimentaria convencional y agroecológica del tomate en las juntas parroquiales «La Esperanza» y «Tabacundo», cantón Pedro Moncayo. Universidad Politécnica Salesiana sede Quito.
- Torres, M. E., y Minga, N. (2017). La cuestión tecnológica en la matriz productiva del maíz. Agronegocio y agroecología en Pindal y Calvas. Loja- Ecuador. *Sur Academia: Revista Académica-Investigativa de la Facultad Jurídica, Social y Administrativa*, 4(7), Article 7. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/suracademia/article/view/477>
- Trujillo González, J. M., David Mahecha Pulido, J., y Aurelio Torres-Mora, M. (2018). El recurso suelo; un análisis de las funciones, capacidad de uso e indicadores de calidad. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9(2), 31-38. <https://doi.org/10.22490/21456453.2095>

Vallejo Quintero, V. E. (2013). Importancia y utilidad de la evaluación de la calidad de suelos a través del componente microbiano: Experiencias en sistemas silvopastoriles. Colombia Forestal, 16(1), 83.
<https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2013.1.a06>

11. Anexos

Anexo I Encuesta

Encuesta

Mi nombre es Diana Iñiguez, soy estudiante de la Universidad Nacional de Loja, y me encuentro realizando el proyecto de investigación titulado “Evaluación cualitativa del estado del suelo mediante cromatografía en un sistema de producción convencional y agroecológico en el sector norte de la ciudad de Loja”, para lo cual solicito su ayuda para obtener información acerca de las prácticas de manejo de suelos que usted realiza en sus sistemas de producción. La información proporcionada será confidencial y solo se usará para los fines del proyecto.

Acepta participar en esta entrevista Si () No ()

Encuesta N°

1. Información general del sitio

a. Ubicación:

b. Área de terreno (m2):

2. Prácticas de manejo de suelos:

a. Cuenta con análisis de suelo Si () No ()

b. Cuenta con sistema de riego Si () No ()

Si la respuesta es sí, que tipo de riego aplica

Aspersión () Goteo () Otro ()

c. Tipo de labranza: Manual () Mecanizada ()

d. Uso agrícola de suelo:

Frutas () Hortalizas () Leguminosas () Medicinales ()

Otros ()

e. Qué tipo de fertilizantes o abonos utiliza:

Orgánicos () ¿Cuáles?

Químicos () ¿Cuáles?

Con qué frecuencia los aplica:

Mensual () Cada 2 meses () Cada 3 meses () Cada 6 meses ()

Qué tipo de plaguicidas utiliza:

Naturales () ¿Cuáles?

Químicos () ¿Cuáles?

Con qué frecuencia los aplica:

Aparición de plagas () Preventivo () Otro

Anexo 2 Cromatografía Finca Agroecológica 1

 ASOCIACION ARTESANAL DE PRODUCTORES ECOLOGICOS DE CAFÉ ESPECIAL DEL CANTON LOJA		INTERPRETACIÓN ANÁLISIS DE CUALITATIVO DE SUELOS	
SOCIO/CLIENTE: NOMBRE: DIANA IÑIGUEZ DIRECCIÓN: LOJA TELEFONO: 0993334562		PREDIO: NOMBRE/LOTE: AGROECOLOGICO 1 AMABLE MARIA LUGAR: LOJA - AMABLE MARIA CÓDIGO MUESTRA: 024 - 03 - 2023	
		PUNTO DE MUESTREO: <input type="text" value="AMABLE MARIA"/>	FECHA RECIBIDO: 20/03/2023
		TIPO DE MUESTRA: <input type="text" value="Suelo - A1 - 001"/>	FECHA ENTREGA: 02/04/2023
ZONAS		CARACTERISTICAS MUESTRA-HUERTA: Cultivo anterior: Hortalizas Cultivo actual: Hortalizas Especies agroforestales: Cipre, Tomate de arbol Altitud: 2015 msnm. Textura: Arcilloso Profundidad toma de muestra: 30 cm	
ZONA 1 - CENTRAL	Zona con presencia de oxigenación y presencia de microbiología, hay presencia de microbiología y el suelo sigue en continua estructuración, existe buena integración con la siguiente zona y color deseado.		
ZONA 2 - INTERNA - MINERAL	Suelo con buena integración de la zona anterior y posterior, existe presencia de humedad, se observan figuras de pinos lo cual indica buena solubilización de minerales biodisponibles para la planta con un color deseado y buena disposición radial.		
ZONA 3 - INTERMEDIA - PROTEICA - MATERIA ORGANICA	Materia orgánica abundante, y con buena integración hacia las dos zonas, la materia orgánica sirve como alimento y estructuración para que la microbiología realice su trabajo y esta inter conectada con las zonas anterior y posterior.		
ZONA 4 - EXTERNA - ENZIMATICA	En esta existe presencia de humus y enzimas, metabolitos secundarios, reserva de nutrientes para un buen tiempo, se observa diversidad de formas y figuras como buenos indicadores.		
ANÁLISIS GENERAL DEL CROMATOGRAMA			
Color e interacción	Muy aceptable		
Nivel de fertilidad del suelo	Alto		

(f):



Charles Ludeña I. Técnico Responsable

Recomendaciones: Seguir manejando la microbiología especialmente en consorcios, aprovechando la fase lunar de mas activación biológica, elaborar abonos orgánicos sólidos remineralizados y líquidos, para seguir aportando una buena carga que permita solubilizar aun mas la materia orgánica y minerales, tomar en cuenta las fases lunares para las diferentes actividades.

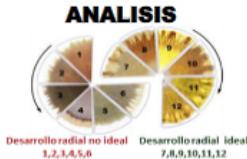
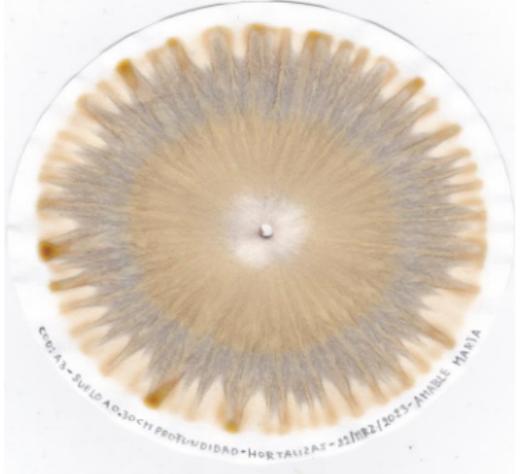
Anexo 3 Cromatografía Finca Agroecológica 2

		ASOCIACION ARTESANAL DE PRODUCTORES ECOLOGICOS DE CAFÉ ESPECIAL DEL CANTON LOJA INTERPRETACIÓN ANÁLISIS DE CROMATOGRAFIA					
SOCIO/CLIENTE:		PREDIO:		PUNTO DE MUESTREO:		FECHA RECIBIDO	
NOMBRE: DIANA ÑIGUEZ		NOMBRE/LOTE: AGROECOLOGICO 2		AMABLE MARIA		20/03/2023	
DIRECCIÓN: LOJA		LUGAR: LOJA - AMABLE MARIA		TIPO DE MUESTRA:		FECHA ENTREGA	
TELEFONO: 0993334562		CÓDIGO MUESTRA: 025 - 03 - 2023		Suelo - A2 - 002		02/04/2023	
ZONAS		ANALISIS  <p>Desarrollo radial no ideal 1,2,3,4,5,6 Desarrollo radial ideal 7,8,9,10,11,12</p>		CARACTERISTICAS MUESTRA-HUERTA: Cultivo anterior: Hortalizas Cultivo actual: Hortalizas Especies agroforestales: No Altitud: 2010 msnm. Textura: Arcilloso Profundidad toma de muestra: 30 cm			
ZONA 1 - CENTRAL		Se observa presencia de zona oxigenada, microbiología activa, suelo estructurado y aireado, color deseado y con buena integración.					
ZONA 2 - INTERNA - MINERAL		Croma con zona que muestra muy buena integración anterior y posterior, color deseado y minerales que la planta esta aprovechando con solubilidad por parte de la microbiología nativa.					
ZONA 3 - INTERMEDIA - PROTEICA - MATERIA ORGANICA		Muy buena cantidad de materia orgánica aprovechable por la microbiología, para formar coloides y mayor CIC, existe humedad en el suelo las ramas de figuras formadas indican buena integración entre zonas.					
ZONA 4 - EXTERNA - ENZIMATICA		Terminación radial con formas deseables, presencia de enzimas, metabolitos secundarios y componentes humicos como componentes biodisponibles por un buen tiempo para el cultivo.					
ANALISIS GENERAL DEL CROMATOGRAMA							
Color e interacción		Muy aceptable					
Nivel de fertilidad del suelo		Alto					
							

(f): 
Charles Ludeña I. Técnico Responsable

RECOMENDACIONES: Mantener la disposición de materia orgánica ya sea con bonos verdes o mulch, elaborar abonos sólidos y líquidos con bastante carga mineral, tomar en cuenta las fases de la luna para el desarrollo de las diferentes actividades, elaborar cocteles con microbiología para reforzar el manejo y la buena actividad biológica existente y de esta manera ir fermentando, descomponiendo la buena cantidad de materia orgánica existente.

Anexo 4 Cromatografía Finca Agroecológica 3

 ASOCIACION ARTESANAL DE PRODUCTORES ECOLOGICOS DE CAFÉ ESPECIAL DEL CANTON LOJA		INTERPRETACIÓN ANÁLISIS DE CROMATOGRAFIA	
SOCIO/CLIENTE: NOMBRE: DIANA IÑIGUEZ DIRECCIÓN: LOJA TELEFONO: 0993334562		PREDIO: NOMBRE/LOTE: AGROECOLOGICO 3 AMABLE MARIA LUGAR: LOJA - AMABLE MARIA CÓDIGO MUESTRA: 026 - 03 - 2023	
		PUNTO DE MUESTREO: AMABLE MARIA TIPO DE MUESTRA: Suelo - A3 - 003	FECHA RECIBIDO: 20/03/2023 FECHA ENTREGA: 02/04/2023
ZONAS		CARACTERÍSTICAS MUESTRA-HUERTA: Cultivo anterior: Hortalizas Cultivo actual: Hortalizas Especies agroforestales: No Altitud: 2010 msnm. Textura: Arcilloso Profundidad toma de muestra: 30 cm	
ZONA 1 - CENTRAL	Centro de color deseable, existe presencia de microbiología activa y biodiversa, el suelo no está compactado y tiene buena estructuración, presencia de oxígeno e integración deseable con la siguiente zona.		
ZONA 2 - INTERNA - MINERAL	Se observa integración con la siguiente zona, los minerales están siendo asimilados por la planta. Además presenta buena disposición radial con ramificación deseada lo cual indica una integración aceptable entre las zonas que la rodean.		
ZONA 3 - INTERMEDIA - PROTEICA - MATERIA ORGANICA	Buena presencia de materia orgánica, se observa que la materia orgánica está en proceso de descomposición y humificación, presencia de humedad, la microbiología está trabajando en la asimilación de esta, desarrollando estructura, hay integración con la zona anterior y posterior lo cual indica que la microbiología integra las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.		
ZONA 4 - EXTERNA - ENZIMATICA	Se observa, disponibilidad de nutrientes, de factores enzimáticos para proveer de nutrientes a las plantas, disponibilidad de humus y presencia de oxígeno en la rizosfera. Disposición buena de metabolitos secundarios, y reservas para un buen tiempo para las plantas.		
ANÁLISIS GENERAL DEL CROMATOGRAMA			
Color e interacción	Muy Aceptable		
Nivel de fertilidad del suelo	Alto		

(f): 
Técnico Responsable

RECOMENDACIONES: Se recomienda seguir continuando con las prácticas de abonamiento orgánico con sólidos y líquidos, tomar en cuenta las fases lunares para las diferentes prácticas, mantener el suelo siempre cubierto con abonos verdes y mulch, aplicar microorganismos activados periódicamente al suelo y sistema foliar.

Anexo 5 Cromatografía Finca Convencional 1

		ASOCIACION ARTESANAL DE PRODUCTORES ECOLOGICOS DE CAFÉ ESPECIAL DEL CANTON LOJA		
INTERPRETACIÓN ANÁLISIS DE CROMATOGRAFIA				
SOCIO/CLIENTE:		PREDIO:		FECHA RECIBIDO
NOMBRE:	DIANA ÑIGUEZ	NOMBRE/LOTE:	CONVENCIONAL 1	20/03/2023
DIRECCIÓN:	LOJA	LUGAR:	LOJA - AMABLE MARIA	FECHA ENTREGA
TELEFONO:	0993334562	CÓDIGO MUESTRA:	027 - 03 - 2023	02/04/2023
ZONAS			CARACTERISTICAS MUESTRA-HUERTA: Cultivo anterior: Hortalizas Cultivo actual: Hortalizas Especies agroforestales: No Altitud: 2064 msnm. Textura: Franco Arcloso Profundidad toma de muestra: 30 cm.	
ZONA 1 - CENTRAL	Zona con un ambiente aerobico, no hay integracion adecuada con la siguiente zona. Hay partes que se manifiestan compactadas y con anillo para la zona mineral.			
ZONA 2 - INTERNA - MINERAL	A pesar que se observa integracion con la zona de materia organica, esta zona manifiesta un color que posiblemente puede haber aplicacion de xenobioticos, aun se observa solubilizacion de minerales.			
ZONA 3 - INTERMEDIA - PROTEICA - MATERIA ORGANICA	Hay presencia de materia organica con proceso de descomposicion aunque se ve materia organica momificada, y con menor aportacion de coloides, la disposicion radial no es tan buena.			
ZONA 4 - EXTERNA - ENZIMATICA	Terminacion radial no tan deseable, presenta pocas reservas para nutricion tipo humus y metabolitos secundarios.			
ANALISIS GENERAL DEL CROMATOGRAMA				
Color e interacción	Aceptable			
Nivel de fertilidad del suelo	Medio			

(f): 
Técnico Responsable

RECOMENDACIONES: Aplicar biofertilizantes líquidos, realizar fumigaciones de microorganismos activados al menos una vez por semana, aplicar bocashi remineralizado con harina de rocas, y roca fosforica, realizar un plan de nutricion organica de acuerdo al cultivo, utilizar caldos minerales especialmente a base de azufre, fosforo, calcio, boro para nutricion y control de enfermedades fungosas y alternar con bioles, manejar el recubrimiento del suelo con la biomasa de las gramineas, mantener cubierto el suelo. Tener en cuenta las fases lunares.

Anexo 6 Cromatografía Finca Convencional 2

 ASOCIACION ARTESANAL DE PRODUCTORES ECOLOGICOS DE CAFÉ ESPECIAL DEL CANTON LOJA	
INTERPRETACIÓN ANÁLISIS DE CROMATOGRAFIA	
SOCIO/CLIENTE: NOMBRE: DIANA IÑIGUEZ DIRECCIÓN: LOJA TELEFONO: 0993334562	
PREDIO: NOMBRE/LOTE: CONVENCIONAL 2 LUGAR: LOJA - AMABLE MARIA CÓDIGO MUESTRA: 028 - 03 - 2023	
PUNTO DE MUESTREO: AMABLE MARIA TIPO DE MUESTRA: Suelo - C2 - 005	
FECHA RECIBIDO: 20/03/2023 FECHA ENTREGA: 02/04/2023	
ZONAS	
ZONA 1 - CENTRAL	Presencia de zona central, con oxigenación, suelo poco compactado aceptable coloración, microbiología activa activa, sin embargo se observa un anillo hacia la siguiente zona, que no permite la integración armonica.
ZONA 2 - INTERNA - MINERAL	Zona con buena disposición radial, suelo con minerales en solubilización, se observa integración con la siguiente zona, disposiciones simétricas de integración hasta la última zona. Hay un anillo de coloración poco deseada.
ZONA 3 - INTERMEDIA - PROTEICA - MATERIA ORGANICA	Zona en descomposición de materia orgánica en proceso, aunque puede ser que exista poca momificación de esta, hay materia orgánica, sin embargo se ve presencia de microbiología que está descomponiendo lentamente esta materia orgánica.
ZONA 4 - EXTERNA - ENZIMATICA	La terminación radial más o menos aceptable, existe reserva enzimática y de humus, en bajas cantidades para la rizosfera.
ANÁLISIS GENERAL DEL CROMATOGRAMA	
Color e interacción	Aceptable
Nivel de fertilidad del suelo	Medio
	
RECOMENDACIONES: Elaborar abonos orgánicos tipo biol remineralizados para las hojas y flores, elaborar planes de manejo con cocteles de microbiología especialmente la parte aérea, e incorporar microorganismos activados una vez por semana, elaborar caldos minerales a base especialmente de azufre, fósforo y silicio, incorporar abonos verdes y mulch para la rizosfera y la microbiología, realizar un plan de manejo con abonos orgánicos líquidos según el cultivo. Tomar en cuenta las fases lunares para las diferentes actividades.	
(f):  Técnico Responsable	

Anexo 7 Cromatografía Finca Convencional 3

 ASOCIACION ARTESANAL DE PRODUCTORES ECOLOGICOS DE CAFÉ ESPECIAL DEL CANTON LOJA							
INTERPRETACIÓN ANÁLISIS DE CROMATOGRAFIA							
SOCIO/CLIENTE: NOMBRE: DIANA ÑIGUEZ DIRECCIÓN: LOJA TELEFONO: 0993334562		PREDIO: NOMBRE/LOTE: CONVENCIONAL 3 AMABLE MARIA LUGAR: LOJA - AMABLE MARIA CÓDIGO MUESTRA: 029 - 03 - 2023		PUNTO DE MUESTREO: AMABLE MARIA TIPO DE MUESTRA: Suelo - C3 - 006		FECHA RECIBIDO: 20/03/2023 FECHA ENTREGA: 02/04/2023	
ZONAS		ANÁLISIS 		CARACTERÍSTICAS MUESTRA-HUERTA: Cultivo anterior: Hortalizas Cultivo actual: Papas Especies agroforestales: No Altitud: 2100 msnm. Textura: Profundidad toma de muestra: 30 cm			
ZONA 1 - CENTRAL		Centro escaso, suelo compactado con poca actividad microbiológica, no hay buena airciaon para el sistema radicular, ambiente anaerobico de reduccion, no hay integracion con la siguiente zona.					
ZONA 2 - INTERNA - MINERAL		Suelo mayormente mineralizado posiblemente por practicas de uso de agroquimicos, hay integracion con la zona de materia organica pero esta restringida por anillos, color no deseado.					
ZONA 3 - INTERMEDIA - PROTEICA - MATERIA ORGANICA		Escasa presencia de materia organica posiblemente momificada, terminacion no deseada, poca descomposicion y aporte para la estructuracion del suelo, procesos escasos de presencia de coloides y escasa microbiologia para el amarre del suelo, poca presencia de glomalina. Posible presencia de xenobioticos.					
ZONA 4 - EXTERNA - ENZIMATICA		Poca presencia de humus coloidal y enzimas para provisión de la planta, terminacion radial no deseada, menor disposicion de nutrientes para las plantas.					
ANÁLISIS GENERAL DEL CROMATOGRAMA							
Color e interacción		Poco - aceptable					
Nivel de fertilidad del suelo		Bajo					

(f): 
Técnico Responsable

Recomendaciones: Trabajar constantemente en promover crecimiento para la incorporacion de materia organica en el lugar, realizar abonos liquidos tipo biol para quelatizar y microorganismos para aplicacion constante en los cultivos al menos dos veces por semana, establecer biodiversidad de cultivos elaborar caldos minerales a base principalmente de azufre, silicio, calcio, fosforo, y microelementos, tomar en cuenta las fases lunares, y elaborar planes de acompañamiento en nutricion organica para los cultivos a sembrar.

Loja, 21 de julio de 2023

Quien suscribe la presente René Mauricio Iñiguez Granda con cédula de identidad No. 1150034302, DOCENTE DE INGLÉS a petición de la parte interesada y en forma legal,

CERTIFICA

Que el numeral 2.1 ABSTRACT, del trabajo de investigación titulado “Evaluación cualitativa del estado del suelo mediante cromatografía en un sistema de producción convencional y agroecológico en el sector norte de la ciudad de Loja”, de autoría de la Ing. Diana Paulina Iñiguez Ordóñez, estudiante de la Maestría en Agroecología y Desarrollo Sostenible de la Universidad Nacional de Loja, ha sido correctamente traducido del idioma español al idioma inglés. Por lo que autorizo su presentación para los fines pertinentes.

Facultando a la interesada hacer uso del presente documento para lo que estime conveniente.

FIRMA



firmas electrónicas por:
RENÉ MAURICIO
IÑIGUEZ GRANDA

René Mauricio Iñiguez Granda

Licenciado en Ciencias de la Educación Mención Inglés