



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

TESIS DE GRADO

**Incidencia del deterioro del suelo por uso de agroquímicos en
finca cafetalera “El Manantial” comunidad La Pintada,
Matagalpa durante el primer semestre del año 2025**

Martínez, H; Jarquín, G

Tutor

Ing. Anielka Chavarría López.

ÁREA DE CONOCIMIENTO

Departamento de ciencia tecnología y salud

Universidad del Pueblo y para el Pueblo!



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Área de Conocimiento

Centro Universitario Regional de Matagalpa

CUR Matagalpa

Departamento de Ciencias, Tecnología y Salud

Recinto Universitario “Rubén Darío”

Nombre de tesis

Incidencia del deterioro del suelo por uso de agroquímicos en finca cafetalera “El Manantial” comunidad
La Pintada, Matagalpa durante el primer semestre del año 2025

Tesis para optar al grado de

Ingeniero Agrónomo

Autores

Br. Heliam Areyson Martínez Samayoa

Br. German Ignacio Jarquín López

Tutora

Ing. Anielka Karina Chavarría López





Universidad del Pueblo y para el Pueblo!





DEDICATORIA

A Dios primeramente por ser él guiando mi camino y mis decisiones que me llevaron a cumplir mis metas.

A mi abuela Mercedes, Mamamerchu, quien siempre me demostró su amor incondicional y su pleno apoyo en cada paso de mi vida, siempre estará presente en mi corazón.

A mi madre Ana Mercedes y a mi padre Oscar Martínez quienes fueron parte de mi crecimiento y formación académica, por el amor que me brindan y su apoyo.

A mi novia Melany Gomez Ballesteros, por su apoyo, que siempre está conmigo apoyándome e instruyéndome en cada paso de mi vida.

A mi hermana Natalia, que espero pueda servirle de ejemplo para que siga cumpliendo sus metas.

Br. Heliam Areyson Martínez Samayo

En el nombre de Jehová y de su hijo Jesucristo, dedico este logro con todo mi corazón a:

Mi amada madre, María Concepción López Matamoros, por su amor incondicional, su fortaleza y su guía constante.

A mi querido hermano, Jonathan David Jarquín López, compañero de vida y de sueños.

A mis abuelos, Ignacio López Luna y María Magdalena Matamoros Ríos, por su sabiduría, su legado y el amor que sembraron.

A mis amistades, maestros, y a todos los que de alguna manera hicieron posible este camino. También a aquellos que ya no están físicamente, pero cuyo recuerdo y enseñanza viven en mí.

Br. German Ignacio Jarquín López

Agradecimiento

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la profesora Eveling Calvo, por su apoyo constante, orientación y palabras de aliento a lo largo de toda nuestra carrera universitaria. Su compromiso con la formación académica y personal de sus estudiantes ha sido una fuente de inspiración para nosotros.

A Ing. Anielka Karina Chavarría López, gracias por cada observación, sugerencia y por estar siempre dispuesta a brindar su ayuda en todo momento.

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento al PhD Francisco Chavarría por su invaluable apoyo, orientación y compromiso durante nuestro desarrollo profesional. Su experiencia, paciencia y exigencia académica nos retaron a dar lo mejor de nosotros en cada etapa del proceso. Gracias por su disposición constante para compartir su conocimiento, por sus observaciones siempre oportunas. Ha sido un privilegio aprender bajo su tutela. Su ejemplo como investigador y ser humano será siempre una referencia en nuestra vida profesional y personal.

Extendemos también nuestro agradecimiento al señor Boanerges Martínez, propietario de la finca donde se llevó a cabo este estudio, por permitirnos acceder a sus instalaciones y colaborar generosamente con este proyecto. Su disposición fue clave para llevar a cabo la parte práctica de esta investigación.

A todos ustedes, gracias por contribuir de manera significativa a la culminación de esta etapa tan importante en nuestra vida académica.

Br. Heliam Areyson Martínez Samayoa

Br. German Ignacio Jarquín López

AVAL DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora, por este medio me permito emitir valoración técnica metodológica del trabajo de tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo, realizado por los Egresados **Heliam Areyson Martínez Samayoa y German Ignacio Jarquín López**, bajo el título “Incidencia del deterioro del suelo por uso de agroquímicos en finca cafetalera “El Manantial” comunidad La Pintada, Matagalpa durante el primer semestre del año 2025”

Considero que el trabajo desarrollado por **Martínez Samayoa y Jarquín López**, cumple con lo estipulado por la UNAN Managua en el Reglamento de Régimen Académico. Existe coherencia entre su título, planteamiento del problema, sus objetivos, hipótesis, resultados, conclusiones y recomendaciones.

Me siento contenta por su dedicación y esfuerzos para el logro de su investigación. Mis mejores deseos es que continúen cosechando muchos más éxitos a nivel personal y que de esa manera aporten al desarrollo socioeconómico y ambiental de nuestro país. Qué Dios Jehová les bendiga y guíe siempre.



Anielka Karina Chavarría López

Tutora

Resumen

La presente investigación se desarrolló durante el primer semestre del año 2025 en la finca cafetalera “El Manantial”, ubicada en la comunidad La Pintada, municipio de Matagalpa, Nicaragua. Su propósito fue analizar la incidencia del uso de agroquímicos en el deterioro del suelo, motivado por la problemática del uso excesivo e inadecuado de insumos agrícolas que afecta las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, comprometiendo su fertilidad y sostenibilidad. Se utilizó una metodología descriptiva con enfoque mixto, incorporando análisis de laboratorio, observación directa y revisión bibliográfica. Las variables analizadas incluyeron pH, materia orgánica, macro y micronutrientes, acidez intercambiable y capacidad de intercambio catiónico. Los resultados mostraron una disminución significativa de la materia orgánica, desequilibrio nutricional, compactación del suelo y pérdida de vida microbiana. Ante esta situación, se propuso la implementación de un sistema agroecológico como alternativa sostenible, con prácticas como fertilización orgánica, rotación de cultivos, uso de coberturas vegetales y control biológico de plagas. En conclusión, el estudio evidenció que el manejo empírico de agroquímicos ha deteriorado las condiciones edáficas del suelo en la finca, afectando su productividad y sostenibilidad. Se recomienda adoptar prácticas agrícolas responsables para restaurar la salud del suelo y asegurar la calidad de la producción cafetalera en el largo plazo.

Palabras clave:

Agroquímicos, suelo, deterioro, caficultura, agroecología.

ÍNDICE

Capítulo I	1
I. Introducción	1
II. Planteamiento del problema	3
III. Justificación	5
IV. Objetivos:.....	7
4.1 General:.....	7
4.2 Específicos:.....	7
V. Preguntas directrices	8
Capítulo II	9
VI. Marco referencial	9
6.1 Antecedentes	9
VII. Marco teórico	12
7.1 Conceptos generales:	12
7.1.1 Suelo	12
7.1.2 Edafología:.....	22
7.1.4 Agroquímicos:.....	23
Capítulo III.....	32
VIII. Diseño Metodológico	32
8.1 Ubicación geográfica del estudio	32
8.2 Descripción de la zona de estudio	32
8.2.1 Ubicación Geográfica y Contexto Regional	32
8.2.2 Altitud y Condiciones Climáticas	32
8.2.3 Superficie Total y Distribución del Cultivo	33
8.2.4 Topografía y Manejo del Terreno	33
8.2.5 Calidad y Composición del Suelo	34
8.2.6 Diseño de Siembra y Marco de Plantación	34

8.2.8 Manejo Nutricional y Fitosanitario	34
8.3 Ámbito de Estudio	35
8.3.1 Ámbito temático.....	35
8.3.2 Ámbito geográfico	35
8.3.3 Ámbito técnico y metodológico	35
8.4 Tipo de estudio.....	36
8.4.1 Técnicas de Investigación	37
8.5 Población y Muestra	39
8.5.1 Población.....	39
8.5.2 Muestra	39
8.6 Plano de campo	42
8.7 Operacionalización de Variables	43
Capítulo IV	44
IX. Análisis y discusión de resultados	44
9.1 Propiedades físicas	45
9.2 Propiedades químicas	47
9.3 Propiedades biológicas	49
9.4 Uso de agroquímicos	52
9.5 Plan de finca agroecológico	56
Capítulo v	60
X. Conclusiones.....	60
XI. Recomendaciones	61
XII. Bibliografía	62
XIII. Anexos	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los plaguicidas según toxicidad	13
Tabla 2. Pesticidas extremadamente peligrosos utilizados en la agricultura	29
Tabla 3. Pesticidas extremadamente peligrosos utilizados en la agricultura	29
Tabla 4. Interpretación de análisis de laboratorio de suelo	46
Tabla 5. Conteo de macroorganismos	50
Tabla 6. Índice de diversidad de Shannon	51
Tabla 7. Entrevista vs Observación Directa – Finca “El Manantial”	52

I. Introducción

Meena et al. (2020) afirman que, en las naciones en desarrollo, hay tres millones de casos de intoxicación por agroquímicos. El uso intensivo e indiscriminado prolongado de agroquímicos afectó negativamente la biodiversidad del suelo, la sostenibilidad agrícola y la seguridad alimentaria, lo que trajo consigo efectos nocivos a largo plazo en la seguridad nutricional y la salud humana y animal.

La mayoría de los agroquímicos afectan negativamente las funciones microbianas del suelo y los procesos bioquímicos. La alteración de la diversidad y composición de la comunidad microbiana beneficiosa puede ser desfavorable para el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya sea al reducir la disponibilidad de nutrientes o al aumentar la incidencia de enfermedades. Actualmente, varios agroquímicos (es decir, herbicidas, fungicidas, insecticidas, nematicidas, molusquicidas, rodenticidas, fertilizantes químicos) se están utilizando de manera poco juiciosa que han afectado negativamente a la (micro)biota beneficiosa del suelo. (Meena et al., 2020)

Uno de los principales problemas identificados en el sector agrícola es el uso excesivo e inadecuado de agroquímicos, como fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas, los cuales, si bien han contribuido al control de plagas y al incremento de rendimientos, también han generado un deterioro progresivo en la calidad de los suelos.

La degradación del suelo es un fenómeno preocupante a nivel global, que compromete no solo la fertilidad y estructura del suelo, sino también la biodiversidad microbiana, la calidad del agua subterránea y, en consecuencia, la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. En este contexto, Nicaragua no ha sido la excepción. La actividad agrícola representa una parte fundamental de su economía, y dentro de esta, el cultivo del café destaca como uno de los rubros más importantes, tanto por su impacto económico como por la cantidad de mano de obra que emplea y la extensión territorial que ocupa.

En el departamento de Matagalpa, una zona emblemática para la caficultura nicaragüense, se ha observado una tendencia creciente en el uso intensivo de agroquímicos como respuesta a la presión del mercado por aumentar la productividad. No obstante, muchas veces este uso se realiza sin el

respaldo de un manejo técnico adecuado ni la consideración de las consecuencias a mediano y largo plazo que estos productos pueden tener sobre el suelo, el ecosistema y la salud humana.

La finca cafetalera “El Manantial”, ubicada en la comunidad La Pintada del municipio de Matagalpa, con coordenadas geográficas 12°52'46"N 85°54'24"W, representa un caso típico donde se ha hecho uso constante de agroquímicos para mantener y mejorar la producción cafetalera. No obstante, las prácticas empleadas han sido mayoritariamente empíricas, sin seguimiento técnico ni monitoreo sistemático del estado del suelo. Esto ha generado una creciente preocupación entre los productores y técnicos sobre el posible deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que puede comprometer su capacidad productiva y su resiliencia frente al cambio climático y otros factores ambientales.

En este marco, la presente investigación tuvo como objetivo principal analizar la incidencia del uso de agroquímicos en el deterioro del suelo de la finca “El Manantial”, durante el primer semestre del año 2025. Para ello, se adoptó un enfoque metodológico mixto, que combina herramientas cualitativas y cuantitativas. Se realizaron análisis de laboratorio para evaluar parámetros edáficos clave como pH, contenido de materia orgánica, macro y micronutrientes, acidez intercambiable, capacidad de intercambio catiónico, entre otros. Además, se aplicaron técnicas de observación directa en campo y se recolectó información mediante hojas de campo, apoyándose también en una revisión bibliográfica exhaustiva sobre el tema.

El estudio busca no solo evidenciar el estado actual del suelo en relación con el uso de agroquímicos, sino también proponer alternativas viables basadas en la agroecología y en prácticas sostenibles de manejo del suelo. En un contexto donde la producción agrícola debe equilibrarse con la conservación ambiental, los resultados de esta investigación indicaron que aunque no hay deterioro del suelo por el de uso de agroquímicos al momento del muestreo, es importante el tener un control y registros de los mismos, para permitir tomar decisiones más responsables y sostenibles en torno al uso de agroquímicos y al manejo del recurso suelo.

II. Planteamiento del problema

A nivel mundial, el deterioro del suelo es un desafío creciente que compromete la calidad y fertilidad de nuestras tierras agrícolas. Este fenómeno conlleva la pérdida de cultivos, la contaminación de fuentes de agua y la devastación de ecosistemas naturales. Una de las principales causas de esta degradación es el uso indiscriminado de agroquímicos, aplicados sin una supervisión adecuada ni consideración de sus efectos sobre el suelo. Esta práctica conlleva pérdidas significativas para los productores, que en ocasiones pueden resultar irreparables o requerir costosas medidas de remediación.

Nacionalmente tal y como afirma Reyes (2020) los suelos agrícolas sufren durante todo el proceso de producción cambios que influyen de forma directa en el comportamiento de la producción a lo largo de los años. El seguimiento de estos cambios en la evolución del suelo es de suma relevancia para la identificación de los mismos y desarrollar medidas correctivas en el momento preciso en que se presentan, evitando así una degradación del suelo.

Como indica Corrales (2018) la problemática de la contaminación de los suelos se está convirtiendo en un tema prioritario para gobiernos, universidades y organizaciones. El manejo, regulación y control de productos químicos utilizados en el control de plagas y en los procesos productivos industriales y empresariales.

Dado que Nicaragua es una nación con una importante actividad agrícola y agroindustrial, es crucial contar con materia prima de calidad, libre de residuos de agroquímicos. Lamentablemente, la falta de un adecuado manejo, regulación y monitoreo de los suelos ha llevado a que el uso de agroquímicos esté descontrolado. Esta situación plantea desafíos significativos para la seguridad alimentaria y la sostenibilidad ambiental del país. sin residuos de agroquímicos en su composición. El mal manejo, falta de regulación y monitoreo de los suelos han provocado que el uso de agroquímicos esté fuera de control.

Según Reyes (2020) Nicaragua ha sido un país con una larga trayectoria agrícola y ganadera fundamentada en las excelentes características de los suelos; abundantes recursos hídricos superficiales y subterráneos para el riego; condiciones climáticas favorables, aunque afectadas en algunas zonas por sequías interestacionales y un potencial humano con alta tradición agropecuaria.

Como afirma Reyes (2020) en Nicaragua el recurso suelo es uno de los más deteriorados por el mal uso de los suelos con prácticas agrícolas inadecuadas y no reguladas, lo cual afecta los relieves que son sensibles a las fuerzas del viento y el agua. Aunque se conoce la importancia de los suelos en las actividades agrícolas, pecuarias y forestales, muy poco se hace para el manejo y la conservación.

El deterioro del suelo en Matagalpa, al igual que en otras regiones del país, constituye un desafío de magnitud creciente que demanda una atención urgente. A medida que observamos la expansión de la actividad agrícola y agroindustrial, se hace evidente la necesidad de implementar prácticas de manejo del suelo que garanticen su salud y productividad a largo plazo. Sin embargo, en muchas fincas de la zona, se observa una falta de control y supervisión en el manejo de agroquímicos, lo que conlleva a un deterioro acelerado de las propiedades del suelo.

Este problema se agudiza en cultivos emblemáticos como el café, donde la presión por aumentar la producción ha llevado a un uso excesivo e indiscriminado de agroquímicos, sin considerar adecuadamente sus impactos a largo plazo, lo que a su vez repercute en la rentabilidad y sostenibilidad de las fincas. Siendo así que La situación se agrava aún más por la escasez de regulaciones efectivas y la ausencia de un monitoreo riguroso que garantice el cumplimiento de prácticas ambientalmente responsables. Como resultado, el suelo productivo se ve comprometido, con efectos adversos que incluyen la disminución de la fertilidad, la pérdida de biodiversidad y la contaminación de recursos hídricos cercanos. Estos impactos no solo afectan la viabilidad económica de las fincas, sino que también ponen en riesgo la seguridad alimentaria y la salud ambiental de toda la comunidad.

¿Cuál es la incidencia del uso de agroquímicos sobre la calidad de suelos en la finca cafetalera “El Manantial” comunidad La Pintada, Matagalpa durante el primer semestre del año 2025?

III. Justificación

Con el transcurso de los años, se ha sido testigos de la creciente incidencia del deterioro del suelo debido al uso indiscriminado de agroquímicos y al deficiente manejo agronómico en las fincas. La falta de un control adecuado en cuanto a las cantidades y tipos de agroquímicos utilizados, así como la ausencia de una comprensión completa de las consecuencias de su uso, ha contribuido a esta problemática. A menudo, estos productos son empleados con el fin de aumentar la producción agrícola o controlar plagas, sin embargo, sus efectos adversos están dejando un impacto perjudicial en la salud del suelo en las fincas.

La degradación de los suelos se debe en parte a la utilización inadecuada de agroquímicos, que son perjudiciales con el suelo y por su impacto directos sobre las propiedades físicas, biológicas, químicas, debido a la cantidad y periodicidad recomendada para su uso y aplicación, dichos agroquímicos en ocasiones el productor no tiene pleno conocimiento acerca de las consecuencias que esos tendrán a largo plazo en sus suelos y no toman en cuenta el tener un buen manejo agronómico que defina los períodos, niveles y medidas de aplicación de los agroquímicos.

Es de suma importancia el investigar esta temática para todos los productores de Matagalpa, puesto que existe una amplia gama de agroquímicos ofertados en el mercado y que los usuarios no conocen el daño que están causando a sus suelos al emplearlos; por lo cual se debe exponer en un escrito los agroquímicos que han causado deterioro del suelo realmente en una finca; siendo de igual forma de importancia para estudiantes de agronomía el reconocer mediante un estudio aplicado de qué forma los agroquímicos sin previo control y conocimiento son altamente perjudiciales para el suelo de las fincas.

Este escrito es de importancia como un antecedente para futuras investigaciones de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua FAREM-Matagalpa, a su vez esto como futuros ingenieros agronómicos aporta un amplio conocimiento acerca de agroquímicos, su uso y su aplicación controlada.

El propósito de este estudio es profundizar en la comprensión sobre cómo el uso de agroquímicos afecta la calidad del suelo y contribuye a su degradación. Esto se logrará mediante la caracterización detallada de una finca agrícola, examinando su historial de manejo agronómico. Además, se llevará a cabo una evaluación de diversos parámetros edáficos para identificar posibles signos de deterioro del suelo debido al uso de agroquímicos.

Este estudio no solo busca detectar problemas, sino también ofrecer soluciones viables. Se pretende sugerir prácticas agrícolas más sostenibles y menos invasivas en cuanto al uso de agroquímicos. Para lograrlo, se realizarán análisis de laboratorio del suelo de la finca, lo que permitirá fundamentar recomendaciones específicas sobre el uso, aplicación y medidas correctivas de los agroquímicos. De esta manera, se aspira a promover una gestión más responsable y consciente de los recursos agrícolas, en beneficio tanto del suelo como de la producción agrícola a largo plazo.

IV. Objetivos:

4.1 General:

- Analizar la incidencia de agroquímicos en el deterioro de suelos en finca cafetalera “El Manantial” comunidad La Pintada, Matagalpa durante el primer semestre del año 2025

4.2 Específicos:

- Evaluar las propiedades físicas del suelo de finca cafetalera “El Manantial” comunidad La Pintada, Matagalpa.
- Identificar la forma en que los agroquímicos alteran las propiedades químicas del suelo de finca cafetalera “El Manantial” comunidad La Pintada, Matagalpa.
- Estimar el posible deterioro de propiedades biológicas del suelo de finca cafetalera “El Manantial” comunidad La Pintada, Matagalpa.
- Proponer sistema agroecológico para la finca cafetalera “El manantial” comunidad La Pintada, Matagalpa.

V. Preguntas directrices

¿Cuál es la situación de las propiedades físicas del suelo en finca cafetalera “El Manantial” comunidad La Pintada, Matagalpa durante el primer semestre del año 2025 después del uso desmedido de agroquímicos?

¿En qué condición se encuentran las propiedades químicas del suelo debido al inapropiado uso de los agroquímicos en finca cafetalera “El Manantial” comunidad La Pintada, Matagalpa?

¿Cuál es el estado de las propiedades biológicas del suelo de finca cafetalera “El Manantial” comunidad La Pintada, Matagalpa por el uso incorrecto de agroquímicos?

VI. Marco referencial

6.1 Antecedentes

En el ámbito internacional:

Se han realizado amplios estudios acerca de la incidencia en la degradación de suelos por el uso inadecuado de agroquímicos, Medina y Vélez (2018) en su estudio realizado en Colombia en el año 2018, titulado “Evaluación de la calidad del suelo por el empleo de agroquímicos, en sistemas productivos de arroz y plátano de la trocha cuatro del municipio de Granada (meta)” tuvieron por objeto conocer las características químicas y biológicas del suelo en dos terrenos situados en la trocha cuatro del municipio de Granada-Meta (Finca la Montaña y Pensilvania). En estos lugares se llevan a cabo sistemas de producción relacionados con el cultivo de arroz (*Oryza sativa*) y plátano (*Musa AAB*). El objetivo fue determinar cómo la aplicación de agroquímicos sintéticos a lo largo del desarrollo del cultivo y en diferentes condiciones climáticas (lluvias y sequías) afecta las propiedades del suelo, donde mediante la examinación y sobre todo valoración de las propiedades químicas (como el pH, la materia orgánica, el potasio y el fósforo), las biológicas (evaluando la presencia de lombrices de tierra) y la textura según *Bouyoucos*, utilizando los valores establecidos en los indicadores de calidad, se concluyó que la calidad del suelo en la zona donde se llevaron a cabo estos sistemas productivos es deficiente.

Como afirma Izquierdo (2017) en su investigación realizada en Cuenca en el año 2017, titulado “Contaminación de los suelos agrícolas provocados por el uso de los agroquímicos en la Parroquia San Joaquín”, tuvieron por objeto establecer la contaminación de suelo ocasionado por el uso indiscriminado de plaguicidas para determinar la presencia de agroquímicos en suelos agrícolas. Se partió de encuestas que fueron aplicadas en los principales centros agrícolas, donde obtuvieron valores que se encontraban por debajo de los límites de detección del equipo.

En el ámbito nacional:

Tal como exponen Caceres & Guzman (2023) en sus investigación realizada en Managua en el año 2023, titulada “Evaluación de las condiciones que se encuentran los suelos de la finca experimental “El Plantel” con fines de confrontación de uso según la metodología de la USDA, Managua, 2022-2023” tuvieron como objetivo la evaluación de las condiciones en que se encuentran los suelos de la finca Experimental El Plantel con el fin de confrontación de uso según la metodología de la

Comentado [u1]: Revisar el uso correcto de signos de puntuación

USDA, cuyo alcance está dirigido a toda la finca El Plantel, perteneciente a la Universidad Nacional Agraria, con la finalidad de identificar el uso actual de los suelos, y determinar la potencialidad de los suelos mediante la metodología de USDA para lograr diseñar una matriz de conflicto de uso del suelo de la finca, este estudio se realizó mediante recorridos por toda el área logrando observar el uso actual de las diferentes actividades agropecuarias implementadas en la finca, también se realizó un muestreo a través de barrenadas utilizando el método de transeptos con un total de 51 barrenadas para lograr determinar el uso potencial por medio de la clasificación agrologica, luego se realizó la confrontación de uso del suelos utilizando el diseño una matriz de conflicto de uso. Se generaron planos de uso de suelo empleado en el software ArcGIS versión 10. 3. 1 estableciendo los valores cuantitativos y sus áreas correspondientes entre las que se destacan el Bosque con un 28.1%, Pasto con un 8.8%, cultivo con un 63.10%, obteniendo través de un muestreo aleatorio según los cultivos y las cotas de altura junto con los análisis adaptados de la metodología USDA en la finca se presentan suelos de clase III, IV, y VI. Por lo que se recomendó que los trabajadores manejen estrategias de agricultura que permitan sacar el mejor provecho posible de los usos de suelo diversificando los cultivos existentes y manteniendo una estricta revisión de la calidad de este asegurando la sostenibilidad del recurso suelo.

En el ámbito local:

No se encontró ningún estudio o escrito que sea un antecedente local para la presente investigación, lo cual subraya la novedad y la importancia de este trabajo. Al no existir un referente previo en el contexto nacional, esta investigación pretende convertirse en un punto de partida crucial para futuras exploraciones en esta temática, que resulta fundamental para el desarrollo de la agronomía en el país. La creciente preocupación por el impacto ambiental y la sostenibilidad agrícola hace que este estudio sea no solo pertinente, sino también urgente.

La falta de estudios previos destaca la necesidad de generar conciencia sobre cómo el uso desmedido y sin el conocimiento adecuado de agroquímicos como plaguicidas, herbicidas, rodenticidas, y otros productos similares, puede tener consecuencias negativas significativas en la salud y fertilidad de los suelos agrícolas. Este deterioro en la calidad del suelo no solo afecta la productividad agrícola a corto plazo, sino que también compromete la sostenibilidad de las prácticas agrícolas a largo plazo.

Por lo tanto, este estudio busca llenar un vacío en la literatura existente, proporcionando datos y análisis que pueden guiar tanto a agricultores como a estudiantes en la implementación de prácticas más responsables y sostenibles. Al establecer un referente local, se espera que esta investigación sirva como un recurso valioso para futuras investigaciones, promoviendo un enfoque más consciente y sostenible en la gestión de suelos agrícolas en el país.

VII. Marco teórico

7.1 Conceptos generales:

7.1.1 Suelo

Según Cubero (2019), el suelo es un material no consolidado que está en constante cambio, de origen variable, que sirve de nexo entre lo inorgánico (minerales provenientes de la descomposición de las rocas) y lo orgánico (material vegetal, animal) formando un ecosistema semirenovable, susceptible de clasificarse, proveedor de calor, aire, humedad, minerales, soporte a las plantas, transformador de energía solar, y es un cuerpo tridimensional. El suelo, es una combinación ordenada de minerales, materia orgánica, aire, agua y organismos vivos. (Chacón. 2015)

El suelo es mucho más que un simple medio para el crecimiento de las plantas; es un sistema complejo y dinámico que refleja la interacción de múltiples fuerzas naturales a lo largo del tiempo. Constituido por una variedad de componentes y procesos, su estructura y función son el resultado de la influencia conjunta de una serie de factores. Estos incluyen no solo el clima, los organismos vivos, el relieve y el tiempo, sino también una serie de interacciones sutiles entre ellos.

Sin embargo, este valioso recurso no está exento de amenazas. El uso indiscriminado de agroquímicos, la deforestación, la urbanización y otros impactos humanos han puesto en peligro la salud y la integridad de los suelos en todo el mundo. Enfrentar estos desafíos requiere un enfoque holístico y colaborativo que reconozca la importancia del suelo como un recurso finito y vital para la supervivencia de las generaciones presentes y futuras.

7.1.1.1 Propiedades físicas

- Textura

La textura del suelo está relacionada con el tamaño de las partículas minerales y se refiere específicamente a la proporción que ocupan estos grupos de partículas clasificados por su tamaño. La estructura se refiere a la disposición de las partículas agregados. Estas propiedades determinan la facilidad con el suelo abastece de nutrientes, agua y aire a las plantas que sustenta. (Mendoza, 2015)

Tabla 1.

Tipos de suelo y textura de acuerdo a la clasificación americana

Tipos de suelo	Textura	Relación arena-limo-arcilla (%)	Símbolo
Livianos	Arenoso	90-5-5	a
	Arenoso franco	80-15-5	aF
Medios	Franco arenoso	65-25-10	Fa
	Franco	40-40-20	F
	Franco limoso	20-65-15	FL
	Franco arcilloso arenoso	35-35-30	FAa
	Franco arcilloso	35-30-35	FA
Pesados	Franco arcillo limoso	10-35-55	FAL
	Limoso	10-85-5	L
	Arcillo arenoso	55-5-40	Aa
	Arcillo limoso	5-50-45	AL
	Arcilloso	10-20-60	A

Fuente: INTI (2021)

- Estructura

Se define como la manera en que se reúnen las partículas del suelo en forma de agregados naturales o peds (terroncitos), está asociada con el espacio poroso del suelo y el movimiento de agua que hay dentro de este, como plantea Cubero (2019).

Estas propiedades están directamente relacionadas con la cantidad de oxígeno, agua, nutrientes, resistencia y soporte que un suelo puede ofrecer a las raíces de las plantas, contribuyendo a una óptima germinación, desarrollo, crecimiento y producción de los cultivos. (Mendoza, 2015)

- Pendiente

La pendiente de un terreno se expresa como el grado de declive o sea una relación entre las distancias vertical y horizontal de dos puntos en términos porcentuales.

- Categorías de pendiente en función del relieve.

1. Plano o casi plano: 0-3%.
2. Ligeramente ondulado: 3-8%.
3. Moderadamente ondulado: 8-15%.
4. Ondulado: 5-30%.
5. Fuertemente ondulado: 30-60%.
6. Escarpado: 60-75%.
7. Fuertemente escarpado: más de 75%. (Cubero, 2019)

La inclinación o pendiente del terreno en un punto específico, dentro del contexto agronómico, se define como el ángulo formado entre el plano horizontal y el plano tangente a la superficie del suelo en esa ubicación particular. Esta medida es fundamental para comprender la topografía del terreno y sus efectos en la producción agrícola. En esencia, proporciona información sobre la inclinación o desnivel del suelo en esa área específica, lo que puede influir en la erosión, el drenaje del agua, la distribución de nutrientes y la selección de cultivos adecuados. Por lo tanto, comprender y gestionar la pendiente del terreno es crucial para optimizar las prácticas agrícolas y maximizar la productividad en entornos agronómicos.

- **Velocidad de infiltración**

Es la velocidad con que el agua que penetra en el suelo, la cual depende de la textura y estructura de éste, jugando un papel determinante la proporción de poros gruesos y finos y los pequeños canales hechos por organismos vegetales y animales. (CATIE, 2017)

- **Densidad Aparente**

La densidad de la fase sólida del suelo, es la masa de una unidad de volumen de la misma, dicha masa depende de la composición mineralógica y de la cantidad de sustancias orgánicas, pero no depende de la estructura del suelo. La densidad de la fase sólida del suelo es el índice más estable que caracteriza en cierta medida la composición mineralógica del suelo. (Chún & López, 2020). Es la relación del peso de suelo entre el volumen del mismo. (García ,2017)

- **Profundidad Efectiva**

Se define como la profundidad efectiva al grosor de las capas del suelo y subsuelo en las cuales las raíces pueden penetrar sin dificultad, en busca de agua, nutrientes y sostén. (Cubero, 2019)

- Categorías:
 1. Muy profundo, más de 1-20cm.
 2. Profundo, 90-120cm.
 3. Moderadamente profundo, 60-90cm.
 4. Poco profundo, 30-60cm.
 5. Superficial, menos de 30cm.

- Temperatura:

La temperatura del suelo afecta al clima, al crecimiento de las plantas, al momento en que aparecen los brotes o se cae la hoja, a la velocidad de descomposición de los desechos orgánicos y a otros procesos químicos, físicos y biológicos que suceden en el suelo, como afirma (GLOBE, 2015)

La temperatura es una variable fundamental en los procesos agronómicos del suelo, ya que influye en una amplia gama de fenómenos físicos, químicos y biológicos que ocurren en este entorno. En el contexto agronómico, la temperatura del suelo es un factor crítico que afecta directamente la actividad biológica de los microorganismos del suelo, la disponibilidad de nutrientes para las plantas, la tasa de descomposición de la materia orgánica y la germinación de las semillas.

Una temperatura más alta en el suelo suele acelerar los procesos biológicos y químicos, como la mineralización de los nutrientes y la descomposición de la materia orgánica, lo que puede aumentar la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Además, la temperatura del suelo también puede influir en la actividad de los microorganismos beneficiosos para la salud del suelo.

Por otro lado, temperaturas extremadamente altas o bajas pueden ser perjudiciales para la salud de las plantas y la estructura del suelo. El calor excesivo puede provocar la desecación del suelo y la pérdida de humedad, mientras que el frío extremo puede causar daños en las raíces y reducir la actividad biológica del suelo. Por lo tanto, monitorear y gestionar adecuadamente la temperatura del suelo es fundamental para optimizar la producción agrícola y mantener la salud a largo plazo del suelo.

7.1.1.2 Propiedades químicas

Las propiedades químicas de los suelos permiten conocer los contenidos de los componentes orgánicos e inorgánicos en el suelo y su influencia en la producción y productividad de los cultivos.

Comentado [AC2]: Justificar texto

- pH

El índice de acidez o alcalinidad de los suelos determina considerablemente la movilidad de una serie de elementos de los mismos, su asimilación por las plantas, el crecimiento y desarrollo de estas. La reacción del suelo, acidez o basicidad, se indica en términos de pH, y significa la concentración de iones hidronio en el filtrado de una solución de suelo. (García,2017)

- Materia orgánica

Se puede definir como el total de compuestos orgánicos en el suelo, desechos de plantas son los que aportan mayor cantidad de materia orgánica y estos aportes son constantes, como planteó Cubero (2019). Incluye residuos orgánicos de origen vegetal y animal. Generalmente abarca residuos sin descomponer o parcialmente descompuestos denominados mantillo y los residuos totalmente descompuestos llamados humus. (García,2017)

- Nitrógeno

El nitrógeno es el nutriente más importante en la producción de cultivos, pero también uno de los más difíciles de manejar. El compuesto es fundamental para la producción agrícola mundial, tanto en las plantas como en los seres humanos, el nitrógeno se usa para producir aminoácidos, que producen las proteínas que construyen las células, y es uno de los componentes básicos del ADN. También es esencial para el crecimiento de las plantas porque es un componente importante de la clorofila, el compuesto por el cual las plantas usan la energía de la luz solar para producir azúcares a partir del agua y dióxido de carbono (fotosíntesis). (Orchardson, 2020)

- Fósforo

El fósforo (P) es el segundo nutriente mineral en importancia en la agricultura nacional y mundial; la razón es porque el fósforo es un elemento muy reactivo en el suelo y rápidamente pasa a formas más complejas que son de difícil absorción para las plantas. En otras palabras, gran parte de la superficie agrícola mundial tiene un alto potencial de retención del fósforo. (INTAGRI, 2017)

Una vez que la planta absorbe el fósforo, ya sea como $H_2PO_4^-$ o HPO_4^{2-} , desempeña las siguientes funciones esenciales en la planta: 1. Forma parte de fosfo-proteínas, fosfolípidos (membranas), fitinas (reserva); 2. Es parte esencial de los ácidos nucleicos; 3. Es constituyente esencial de los nucleótidos; 4. Estimula el desarrollo radicular; 5. Promueve la floración y formación de semilla; y, finalmente es demandado por las plantas para la fijación biológica del

nitrógeno (N). Un suministro bajo de fósforo en la planta causa severos daños en: crecimiento vegetativo, expansión de las hojas, órganos reproductivos, iniciación floral y número de flores, formación de semillas y germinación de semillas. Típicamente la deficiencia de fósforo en los cultivos se manifiesta con una coloración púrpura en las hojas maduras, debido a que es un nutriente móvil.

- Potasio

El potasio, según INTAGRI (2017), (K^+) es uno de los nutrientes más importantes en el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que participa en diferentes procesos bioquímicos y fisiológicos de los vegetales. Desempeña funciones esenciales en la activación enzimática, síntesis de proteínas, fotosíntesis, osmorregulación, actividad estomática, transferencia de energía, transporte en el floema, equilibrio anión-catión y resistencia al estrés biótico y abiótico.

El potasio es un nutriente clave en la relación agua-planta al ayudar a los vegetales a mantener altos niveles de turgencia, es decir, niveles adecuados de agua en las plantas. Lo anterior es posible debido a que participa fuertemente en la regulación de la apertura y cierre de los estomas (Figura 1), lo cual es esencial para la fotosíntesis.

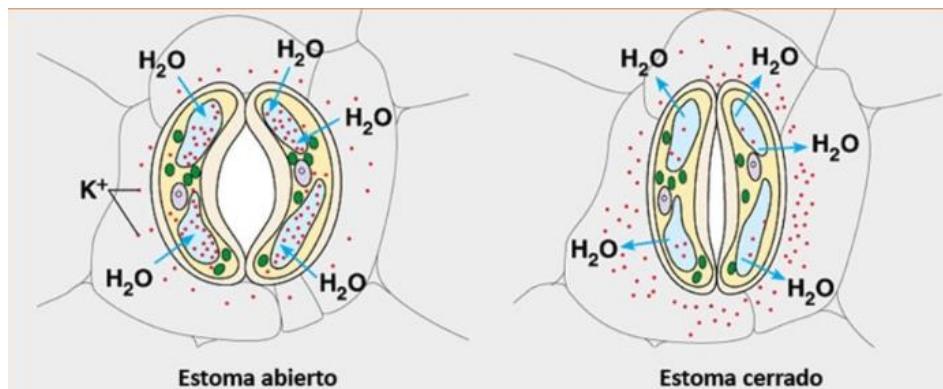


Figura 1. Rol de potasio en la apertura y cierre de estomas

Fuente: INTAGRI (2017)

- Calcio

Como afirma INTAGRI (2019) las funciones críticas del calcio (Ca^{2+}) en las plantas son bien conocidas desde hace mucho tiempo, y se le relaciona directamente con el crecimiento de la raíz

y la calidad de los frutos después del amarre, aunque es un nutriente que está involucrado en un mayor número de procesos. En la producción de cultivos un aporte nutricional completo contempla la adición de este elemento esencial, ya que las deficiencias de este nutriente en los vegetales provocan: mal desarrollo radical, desarrollo anormal de hojas y enrollamientos, deformación y falta de tamaño de frutos, pudrición apical o blossom end rot, depresión amarga o bitter pit, rajado de frutos, mala vida de anaquel y frutos aguados. Tanto en la planta como nutriente estructural y en el suelo como mejorador, el calcio cumple funciones de gran importancia que son irremplazables.

- **Magnesio**

El magnesio (Mg) es uno de los elementos esenciales para los cultivos, cuyas funciones son similares en diferentes especies, incluidos los cultivos de frutales. En estos cultivos, alrededor del 70 % del magnesio de los tejidos vegetales se transporta por la planta y está asociado con aniones inorgánicos y ácidos orgánicos tales como el malato y citrato. (INTAGRI, 2016)

- **Hierro**

Según SEIPASA (2021), el hierro en las plantas es un microelemento esencial para su desarrollo. Su papel es clave porque interviene en la síntesis de la clorofila y participa en otros procesos enzimáticos y metabólicos sin los cuales las plantas no pueden llevar a cabo su ciclo vital.

La deficiencia de hierro se manifiesta en forma de clorosis férrica, pero ésta no se produce por su ausencia en el suelo sino a causa de su baja disponibilidad como hierro asimilable por la planta. El hierro en las plantas tiene como función principal la generación de clorofila. Cuando existe carencia de hierro las hojas más jóvenes se vuelven de un color amarillento ante la incapacidad de la planta de producir clorofila. (SEIPASA, 2021)

- **Cobre**

El cobre, como afirma Herogra (2022), es un elemento fundamental muy utilizado a nivel agronómico de manera nutricional como controlador de fitopatógenos. Las plantas durante su desarrollo necesitan el cobre para lograr un equilibrio en concentraciones adecuadas. Dentro de los diferentes grupos de elementos, el cobre entraría dentro de los micronutrientes, que se necesitan en menor concentración, pero son igual de importantes. Aunque el cobre es esencial en la nutrición,

es mayoritariamente utilizado por su capacidad de inhibir el desarrollo de enfermedades en planta, principalmente como acción fungicida.

- Zinc

El Zinc (Zn) es uno de los micronutrientes que las plantas necesitan para tener crecimiento y reproducción normales. Sin embargo, a pesar de su importancia, el Zn es el micronutriente más deficiente en todo el mundo, aun cuando las necesidades de los cultivos son muy pequeñas. (INTAGRI, 2015)

Una de las funciones más reconocidas del Zn, según INTAGRI (2015), está relacionada con su impacto en el correcto funcionamiento y estabilidad estructural de muchas proteínas, donde cerca del 10 % de ellas necesitan a este elemento (2,800 proteínas aproximadamente) para desarrollar acciones reguladoras, catalíticas y estructurales. Por lo tanto, la integridad estructural y funcional de las membranas biológicas depende de una cantidad suficiente de Zn.

- Manganese

El manganeso (Mn) es un micronutriente crucial para la nutrición vegetal. A pesar de requerirse en cantidades menores, el manganeso desempeña un papel importante en el crecimiento y el rendimiento de las plantas. El manganeso activa enzimas importantes que participan en la fotosíntesis, lo que ayuda a convertir la luz solar en energía. El manganeso también participa en el metabolismo del nitrógeno, crucial para la síntesis de proteínas. Además, contribuye a la síntesis de lignina, que fortalece las paredes celulares de las plantas, haciéndolas más resistentes a las enfermedades y al estrés ambiental. (CROPNUTS, 2025)

- Boro

El boro (B), afirma INTAGRI (2015), que es un micronutriente esencial para las plantas y cuando se encuentra deficiente, diversas funciones y procesos fisiológicos se deterioran en las plantas. Desempeña un papel fundamental en la estabilidad de las paredes y membranas celulares, donde el 90 % del B contenido en la planta se asocia con la pared celular, al formar enlaces con pectinas y polisacáridos.

El boro participa en el metabolismo de fenoles, protegiendo a las membranas celulares e impidiendo que se acumulen en los tejidos de las plantas, ya que los fenoles son inhibidores de la elongación de raíces. Cabe destacar que las deficiencias de boro en las plantas pueden ocasionar

una mayor susceptibilidad al ataque de enfermedades en las raíces, ya que las paredes celulares se hacen más débiles y son rápidamente penetrables por agentes patógenos. (INTAGRI, 2015)

- Azufre

El azufre (S) es un elemento secundario constituyente estructural de compuestos orgánicos, algunos de los cuales son únicamente sintetizados por las plantas, como es el caso de los aminoácidos cisteína, cistina y metionina, requeridos para sintetizar proteínas. Es importante también para algunas vitaminas y coenzimas, y actúan como grupo funcional directamente involucrado en reacciones metabólicas. Tiene funciones que sirven a la planta como sistema de defensa y detoxificación. El azufre es importante en la protección de las células, ya que evita la deshidratación por calor y sequía y también juega un papel en la protección de los daños de las células por frío. (INTAGRI, 2017)

- Saturación de Acidez

La saturación de acidez según Sela (2021), se refiere al porcentaje de los sitios de intercambio en el suelo que están ocupados por iones ácidos (principalmente aluminio e hidrógeno). Indica la proporción de acidez intercambiable presente en el suelo. A medida que la saturación de acidez aumenta, el suelo se vuelve más ácido, lo que puede afectar negativamente el crecimiento de las plantas.

- Acidez intercambiable

La Acidez Intercambiante se refiere a la cantidad de iones de H⁺ intercambiables por fracciones de Materia Orgánica en suelo y determina “la cantidad” de Dolomita o Mejoradores necesarios a aplicar para combatir el pH. (CASEMAG, 2017)

- Aluminio intercambiable

El aluminio intercambiable se refiere al aluminio en el suelo que está presente en la forma de iones (Al³⁺) y que puede ser fácilmente intercambiado por otros cationes en la solución del suelo. Este aluminio es un componente clave en la acidez del suelo y puede ser tóxico para las plantas si está presente en altas concentraciones. (Castellanos, 2015)

- Capacidad de intercambio catiónico

Afirma INTAGRI (2015), que esta propiedad química del suelo se refiere a la cantidad total de cargas negativas que están disponibles sobre la superficie de las partículas en el suelo. También se

puede definir como el número total de cationes intercambiables que un suelo en particular puede o es capaz de retener (cantidad total de carga negativa). Conocer la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) de un suelo es fundamental, pues este valor nos indica el potencial de un suelo para retener e intercambiar nutrientes. Además, la CIC afecta directamente la cantidad y frecuencia de aplicación de fertilizantes. se reserva el derecho de su publicación y reproducción total o parcial.

- Conductividad eléctrica

La CE mide la capacidad del suelo para conducir corriente eléctrica al aprovechar la propiedad de las sales en la conducción de esta; por lo tanto, la CE mide la concentración de sales solubles presentes en la solución del suelo. Su valor es más alto cuanto más fácil se mueva dicha corriente a través del mismo suelo por una concentración más elevada de sales. (INTAGRI, 2017)

7.1.1.3 Propiedades biológicas

Según, INATEC (2017), los restos de origen animal y vegetal llegan al suelo como materiales frescos e inertes, que en presencia de humedad y temperatura, quedan sujetos a la descomposición provocada por los macro y microorganismos del suelo, sometiendo estos restos a un estado dinámico de desintegración y resintetización. Al final de este proceso, se crea una unidad integrada de componentes orgánicos e inorgánicos en la nueva composición del suelo.

- Materia orgánica: es la descomposición de residuos vegetales o animales por la acción de micro organismos que poseen propiedades físicas y químicas.
- Macro organismo: son organismos que poseen un tamaño mayor a 6 mm y constituyen parte importante en la formación y calidad del suelo.
- Micro organismo: son seres vivos invisibles al ojo humano. Pueden ser parte de distintas clases, abarcando hongos, bacterias, algas, etc.

La materia orgánica ejerce enormes acciones benéficas sobre los suelos, entre ellas:

1. Posee una gran capacidad de mantener los nutrientes en forma intercambiable, en equilibrio fácil y rápido con la solución del suelo, es decir tiene una alta CIC.
2. Mejora las condiciones físicas del suelo (textura, estructura, porosidad).
3. Aumenta la infiltración y retención de agua disminuyendo los efectos de las sequías, la aireación del suelo y la percolación del agua en el perfil.
4. Incrementa la actividad biológica y con ello la disponibilidad de los nutrientes.

7.1.2 Edafología:

Según Navarro (2020) “la edafología constituye una de las asignaturas básicas de las ciencias agropecuarias puesto que se encarga de describir el medio de producción y el medio donde se desenvuelven todos los factores relacionados con los recursos naturales.”

Esta disciplina, desempeña un papel crucial y extenso en el ámbito de las ciencias agronómicas y pecuarias. Su enfoque se centra en el análisis detallado del entorno de producción, así como en el estudio del medio ambiente en el que todos los elementos relacionados con los recursos naturales interactúan. Esta disciplina no solo se dedica a describir las condiciones del entorno de producción, sino que también se adentra en cómo se llevan a cabo las interacciones entre los diversos componentes naturales dentro de este contexto. En esencia, la edafología proporciona una comprensión profunda de los sistemas agrícolas y ganaderos, considerando factores como el suelo, el clima, los cultivos, la ganadería y la gestión de recursos naturales. Gracias a su enfoque amplio y multidisciplinario, la edafología contribuye a la formulación de prácticas agrícolas y pecuarias más efectivas y sostenibles.

7.1.2.1 Degradación:

La degradación de los suelos, según Muñoz (2017) “se entiende la reducción o la pérdida de su productividad biológica o económica, debido a procesos como la erosión y el deterioro de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, junto con la pérdida duradera de la vegetación natural.”

La degradación del suelo es un proceso complejo que conlleva la disminución o pérdida de su productividad biológica y económica. Este fenómeno resulta de diversos factores, incluyendo la erosión y el deterioro de sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Además, implica la pérdida sostenida de la vegetación natural, lo que contribuye aún más a su deterioro. Uno de los principales desencadenantes de este problema es el uso excesivo y descontrolado de insumos de agroquímicos, que pueden alterar el equilibrio natural del suelo y afectar su capacidad para sostener la vida vegetal y animal. La degradación del suelo representa una amenaza significativa para la sostenibilidad ambiental y la seguridad alimentaria, destacando la necesidad urgente de implementar prácticas agrícolas y de gestión del suelo más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

7.1.2.2 Erosión:

La erosión de suelos constituye un proceso dinámico complejo que ocasiona el deterioro de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, pérdida de nutrientes, reducción de la productividad agrícola y eleva los costos de producción. El deterioro de la calidad de los suelos, a través de la pérdida de fertilidad y su erosión, puede limitar la autosuficiencia, la seguridad y soberanía alimentaria, lo cual afecta principalmente a pequeños agricultores que dependen de sus rendimientos para su subsistencia, tal y como afirman Galeana, Corona, & Cotler (2020)

La erosión del suelo representa un proceso dinámico y multifacético que conlleva al deterioro progresivo de sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Esta realidad tiene implicaciones profundas, ya que resulta en la pérdida gradual de nutrientes esenciales, la disminución de la productividad agrícola y un aumento en los costos asociados con la producción. Además, este fenómeno no solo afecta la calidad intrínseca del suelo, sino que también tiene repercusiones significativas en la autosuficiencia, seguridad y soberanía alimentaria de las comunidades.

La merma en la calidad del suelo, inducida por la pérdida de fertilidad y la erosión, puede tener consecuencias de largo alcance. Estas incluyen la reducción de la capacidad del suelo para sostener cultivos saludables y la alteración de los ciclos naturales del ecosistema. Es importante destacar que los pequeños agricultores se ven especialmente afectados por este problema, ya que su subsistencia y seguridad alimentaria dependen en gran medida de los rendimientos de sus cultivos. Por lo tanto, la erosión del suelo no solo amenaza la estabilidad económica de estas comunidades, sino que también socava su capacidad para mantenerse a sí mismas y contribuir al suministro de alimentos a nivel local y nacional. En consecuencia, abordar este desafío de manera efectiva requiere estrategias integrales que promuevan prácticas agrícolas sostenibles, conservación del suelo y gestión eficiente de los recursos naturales.

7.1.4 Agroquímicos:

De acuerdo con Guzmán, Guevara, Olguín, & Mancilla (2016) “los agroquímicos son sustancias de uso común en las actividades agrícolas para favorecer y mejorar el desarrollo de cultivos e incrementar la producción.”

Los productos agroquímicos son sustancias que se utilizan de manera extendida en las actividades agrícolas con el fin de fomentar y optimizar el desarrollo de los cultivos, así como incrementar su rendimiento. Estas sustancias, que abarcan desde fertilizantes hasta pesticidas, juegan un papel

fundamental en la agricultura moderna al proporcionar a los agricultores herramientas para enfrentar desafíos como plagas, enfermedades y deficiencias nutricionales en los cultivos. Además de su función principal de mejorar la productividad agrícola, los productos agroquímicos también pueden contribuir a la conservación de recursos al ayudar a reducir la necesidad de tierras adicionales para la agricultura y minimizar las pérdidas de cultivos debido a factores adversos. Sin embargo, su uso debe realizarse de manera responsable y con precaución, ya que un manejo inadecuado puede tener impactos negativos en la salud humana, la biodiversidad y el medio ambiente en general. Por lo tanto, es crucial adoptar prácticas de aplicación seguras y sostenibles, así como explorar alternativas más amigables con el medio ambiente para garantizar una agricultura saludable y sostenible a largo plazo.

7.1.4.1 Tipos de agroquímicos:

La categorización de cada tipo de agroquímico es esencial, ya que su tipificación proporciona información crucial para identificar qué tipo puede tener un mayor impacto en el deterioro y la degradación del suelo en las fincas. Este proceso de clasificación es fundamental para comprender los riesgos asociados con el uso desmedido y descontrolado de estos productos, especialmente cuando no se cuenta con un adecuado manejo agronómico.

Los agroquímicos pueden ser clasificados en varias categorías, cada una con características y efectos específicos en el suelo y el medio ambiente. Estas categorías incluyen:

- Herbicidas:

De acuerdo con Universidad de Valencia, (2015), estos son empleados para eliminar las plantas nocivas, y los hay de varios tipos en función de sus cualidades tales como la persistencia al aplicarlos, el grado en el que afecta a la planta o el momento en el que se emplean.

Estos compuestos agroquímicos son diseñados para controlar y eliminar las malezas en los cultivos, y existen diversas variedades que se diferencian según sus características, como la persistencia después de la aplicación, el nivel de afectación a la planta o el momento específico en el que son aplicados. Aunque son efectivos para combatir las malezas, su uso indiscriminado puede provocar la contaminación del suelo y el agua, así como la reducción de la biodiversidad

- **Fungicidas:**

Como afirman Aqueveque & Medina, (2022), los fungicidas son sustancias que se utilizan como terapia para el control de enfermedades fungosas, al inhibir o eliminar al agente fitopatógeno, debido a su alta capacidad de penetración.

Se emplean para eliminar hongos y mohos perjudiciales tanto para el ámbito agrícola como el pecuario. Estos productos suelen clasificarse según su modo de acción, composición o área específica de efectividad, es decir el tipo de hongo o moho a tratar. Aunque son útiles para proteger los cultivos de enfermedades, su uso excesivo puede resultar en la aparición de cepas resistentes de hongos y la contaminación del suelo y el agua.

- **Insecticidas:**

Según Gobierno de México, (2020), los insecticidas son compuestos químicos utilizados para controlar o matar insectos portadores de enfermedades. El origen etimológico de la palabra insecticida deriva del latín y significa literalmente matar insectos (hormigas, cucarachas, mosquitos, moscas, piojos, polillas, escarabajos, pulgas, avispas, termitas, ácaros, caracoles, babosas, pulgones, orugas, trips, moscas blancas, infecciones parasitarias de gusanos, polillas, escarabajos y otras plagas).

Estos son de suma importancia para combatir insectos potencialmente dañinos, este tipo de sustancias resulta fundamental para eliminar plagas que causan estragos en los cultivos. De manera general, se pueden clasificar como ovicidas, cuando afectan a los huevos; larvicidas, si atacan a las larvas; o adulticidas, si tienen como objeto eliminar a los insectos en su fase adulta. A pesar de su eficacia en el control de plagas, los insecticidas pueden tener efectos adversos en los organismos beneficiosos del suelo, como los microorganismos y los insectos benéficos.

- Aldrin

El aldrín, afirma Lewis, Tzilivakis, Warner, & Green (2016) es un insecticida organoclorado obsoleto. Está prohibido en la mayor parte del mundo desarrollado. Es prácticamente insoluble en agua, bastante volátil, pero es improbable que se filtre a las aguas subterráneas. Estudios de campo han demostrado que el aldrín puede persistir en el suelo. Es altamente tóxico para los mamíferos y tiene un alto potencial de bioacumulación. Se considera carcinógeno y neurotóxico. Es altamente tóxico para la mayor parte de la biodiversidad.

- DDT

El DDT afirma PRTR (2017), es conocido como Dicloro-Difenil-Tricloroetano, sin embargo, ese no es, químicamente hablando, su auténtico nombre, que es algo más complicado: 1,1,1-Tricloro-2,2-bis (p-clorofenil) etano. Pertenece al grupo de los insecticidas denominados organoclorados, entre los que se encuentra el lindano, el aldrín, el heptacloro y el metoxicloro. El DDT actúa sobre los nervios motores y sensitivos de los invertebrados, alterando el transporte de iones sódicos y potásicos, y, por consiguiente, los potenciales de membrana.

PRTR (2017), indica que si la exposición al DDT es de corta duración esta sustancia irrita los ojos, la piel y el tracto respiratorio. Puede causar efectos en el sistema nervioso central dando lugar a convulsiones y un fallo respiratorio. Una exposición excesiva al DDT puede afectar a la glándula suprarrenal, al cerebro, hígado, nervio periférico, sistema reproductivo y al feto, pudiendo provocar cáncer y tumores.

La persistencia media del DDT en un ecosistema es de tres años. Al ser un insecticida liposoluble, que sólo se disuelve en sustancias grasas, no se elimina en la orina y se acumula en los tejidos grasos. De tal forma que en el medio ambiente, un organismo que lo ingiere o absorbe lo acumula en sus tejidos grasos. Si este organismo sirve de alimentación a otro, éste acumulará lo que ya tenía de DDT más lo que ha ingerido de aquel. De esta manera, la concentración de DDT se va amplificando. El peligro medioambiental del DDT reside en su efecto biopersistente, ya que se acumula en la cadena trófica. (PRTR, 2017)

- Clorpirifós

Esta sustancia se ha utilizado principalmente como insecticida para combatir plagas de insectos, parásitos del ganado, y como aerosol para controlar microorganismos patógenos en los cultivos agrícolas. Al ser un compuesto de origen antropogénico, no se conocen las fuentes naturales de emisión al medio ambiente. El clorpirifós es una sustancia que tiende a unirse firmemente a las partículas del suelo y, al ser insoluble en agua, no suele infiltrarse en profundidad con lo que no provoca contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. No obstante, es muy tóxico para los organismos acuáticos, insectos y algunas especies de aves. Este compuesto se evapora con facilidad y puede provocar episodios de contaminación a largas distancias, sin embargo, es fácilmente degradable por la luz solar, algunas bacterias y otros procesos químicos. (PRTR, 2017).

- Diazinón

Diazinón, afirma Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (2016), es el nombre común de un plaguicida organofosforado usado para controlar insectos en el suelo, en plantas ornamentales y en cosechas de frutas y hortalizas. La sustancia pura es un aceite incoloro prácticamente sin olor. El diazinón para uso comercial es un líquido pardo pálido a oscuro.

- Dimetoato

Utilización como insecticida, el dimetoato no es persistente. Se han notificado casos de semidesintegración en el suelo de 4 a 16 días e incluso de 122 días. En condiciones de sequía y de precipitaciones moderadas la semidesintegración varió entre 2,5 y 4 días. El dimetoato se descompone más deprisa en suelos húmedos y sufre una rápida descomposición por la acción de casi todos los microorganismos del suelo. Es objeto de una hidrólisis considerable, especialmente en aguas alcalinas. La semidesintegración por hidrólisis se ha estimado en 3,7 y 118 días con un pH de 9 y 7, respectivamente. (FAO, 2015).

- Metilparatión

El metilparatión, expone Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (2016) que es un plaguicida usado para matar insectos en cosechas agrícolas. Generalmente se aplica en forma de rocío sobre las cosechas. El metilparatión se ha fabricado en Estados Unidos desde el año 1952 y, desde esa fecha, se ha usado para matar insectos en muchos tipos de cosechas. Debido a que el metilparatión puede ser perjudicial para seres humanos, la EPA ha restringido sus usos y aplicaciones.

Este según Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (2016) debe ser rociado sobre las cosechas desde el aire o desde el suelo de manera tal que el riesgo de exposición sea mínimo. permanece en el ambiente días o meses. Es degradado a otras sustancias por el agua, la luz solar y por bacterias que se encuentran en el suelo y en el agua. En el suelo, se adhiere al suelo y luego es degradado rápidamente por bacterias. Generalmente no se moviliza a través del suelo hacia el agua subterránea. En el agua, es degradado rápidamente por la acción del agua, por bacterias en el agua y por la luz solar. En el agua y el aire, es degradado por la luz solar a una sustancia más tóxica llamada paraoxón. Si el metilparatón se encuentra en el suelo en altas

cantidades, como puede ocurrir en vertederos y en sitios de desechos peligrosos, puede no degradarse tan rápidamente.

- Malathion

Según FAO (2015) es utilizado como insecticida contra muchos insectos, incluidos ácaros, arañas y cochinillas, así como un gran número de otros insectos que atacan a las frutas, hortalizas y productos almacenados.

Cuando se libera en el suelo, es susceptible de biodegradación e hidrólisis significativas. La biodegradación puede ser un proceso importante para su destino, especialmente en suelos con un pH de 7, donde es posible que la velocidad de la hidrólisis sea lenta. Se han notificado casos de semidesintegración por biodegradación que varían entre cuatro y seis días. (FAO, 2015)

- Monocrotophos

Expone, INSST (2018), que la sustancia es muy tóxica para los organismos acuáticos. Esta sustancia puede ser peligrosa para el medio ambiente; debería prestarse atención especial a las abejas, las aves y los mamíferos. La sustancia puede causar efectos prolongados en el medio acuático. Esta sustancia se libera normalmente al medio ambiente; no obstante, debería evitarse cuidadosamente cualquier entrada adicional, p. ej. por una eliminación inadecuada.

- Profenofos

El uso de profenofos en agricultura puede causar daños al suelo, principalmente debido a su naturaleza como organofosforado, un tipo de plaguicida tóxico. El uso excesivo puede reducir la cantidad de materia orgánica, alterar la estructura del suelo, y afectar a la microfauna. También puede contaminar el agua subterránea si se filtra a través del suelo.

- Terbufos

El terbufos (TBF), un pesticida organofosforado (OP), se utiliza como insecticida y nematicida; su uso está prohibido en la Unión Europea y, en los Estados Unidos, la EPA lo clasifica como un pesticida de uso restringido (RUP), lo que significa que puede usarse para fines agrícolas, pero no debe usarse en los hogares. (OMS, 2019)

Tabla 2.

Pesticidas extremadamente peligrosos utilizados en la agricultura.

Clase	oral para la rata LD ₅₀ (mg/kg de peso corporal)	dérmica para la rata LD ₅₀ (mg/kg de peso corporal)
Ia: Extremadamente peligroso	<5	<50
Ib: Altamente peligroso	5-50	50-200
II: Moderadamente peligroso	50-2000	200-2000
III: Ligeramente peligroso		Más de 2000
U: Es poco probable que presente un riesgo agudo		5000 o más

Fuente: OMS (2019)

Tabla 3.

Pesticidas extremadamente peligrosos utilizados en la agricultura.

Sustancia	LD ₅₀ en ratas (mg/kg de peso corporal)
Aldicarb (carbamato)	0,46-0,93
Terbufos (organofosfato)	1.6-4.5
Metilparatión (organofosfato)	6.9

Fuente: OMS (2019)

- Nematicidas:

Como afirma Universidad de Valencia, (2015) estos son “otro tipo de plaguicida, este para matar a nematodos parásitos de las plantas y a los gusanos del suelo.”

Se trata de otro tipo de pesticida, diseñado para exterminar nematodos parásitos que afectan y atacan a las plantas, así como para combatir gusanos presentes en el suelo.

- Endosulfán

El endosulfán es un pesticida de uso restringido. Es particularmente eficaz contra áfidos, gusanos de la fruta, escarabajos, insectos que extraen jugos de las plantas, larvas de polillas y moscas blancas en una variedad de cosechas. El endosulfán afecta principalmente al sistema nervioso. La exposición a cantidades altas de endosulfán produce hiperactividad y convulsiones, no importa cual sea la ruta de exposición. La intoxicación grave puede causar la muerte. (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2016)

- Rodenticidas:

Los rodenticidas a como afirma National Pesticide Information Center (2024) son venenos utilizados para matar roedores, incluyendo ratones y ratas. A menudo las formulaciones son cebos con sustancias atractivas como la mantequilla de maní o de melaza. Los cebos/carnadas de raticidas pueden proporcionar un control de roedores cuando hay infestaciones de roedores, pero esto es solo a corto plazo. Diseñado para eliminar roedores, como las ratas, que pueden causar daños a los cultivos y transmitir enfermedades perjudiciales para los humanos y el ámbito pecuario.

- Endrin

La endrina, expone PRTR (2017) que es una sustancia sólida, blanca, casi sin olor usada como pesticida para controlar insectos, roedores y pájaros. La exposición a la endrina puede producir una serie de efectos nocivos sobre la salud humana, incluyendo graves lesiones en el sistema nervioso central y la muerte. La ingestión de grandes cantidades puede causar convulsiones y la muerte en pocos minutos u horas, su exposición a elevadas dosis puede causar dolores de cabeza, mareo, nerviosidad, confusión, náusea, vómitos y convulsiones. Se puede absorber por inhalación, a través de la piel o por ingestión.

La endrina es tóxica para un amplio rango de seres vivos y muy tóxica en organismos acuáticos. Su elevada persistencia en los suelos junto con su baja solubilidad en agua, pero alta en grasas provoca que las condiciones para bioconcentrarse en los organismos vivos sea elevada. Al poseer una elevada estabilidad en el medio ambiente y ser una sustancia semi-volátil sus recorridos por la atmósfera son largos. (PRTR, 2017)

- **Fertilizantes:**

Los fertilizantes son sustancias ricas en nutrientes que se utilizan para mejorar las características del suelo para un mayor desarrollo de los cultivos agrícolas. (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, 2019).

En este contexto, no se trata de sustancias químicas destinadas a suprimir la presencia de elementos perjudiciales, sino de una serie de compuestos químicos beneficiosos para las plantas y la adquisición de nutrientes. Estos elementos contribuyen a mejorar la calidad de las raíces en el suelo, favoreciendo un crecimiento más rápido y de mejor calidad para una mayor producción. Sin embargo, un uso excesivo de fertilizantes puede provocar la acumulación de sales y la acidificación del suelo, lo que afecta negativamente su salud y productividad a largo plazo.

- **Fitorreguladores:**

Tal y como afirma Universidad de Valencia, 2015 “consiste en un producto encargado de regular el crecimiento de las plantas a través de unas hormonas vegetales denominadas fitohormonas cuya principal función es estimular o detener el desarrollo de las raíces de las plantas, así como de las partes aéreas de la misma.”

Es un producto comúnmente utilizado, tiene la función de regular el crecimiento de las plantas mediante el control de fitohormonas, que son hormonas vegetales. Estas fitohormonas desempeñan un papel clave al estimular o detener el desarrollo de las raíces y las partes aéreas de las plantas.

VIII. Diseño Metodológico

8.1 Ubicación geográfica del estudio

El estudio se realizó en finca cafetalera “El Manantial” comunidad La Pintada, municipio de Matagalpa, departamento de Matagalpa. Las coordenadas geográficas son 12°52'46"N 85°54'24"W.



Figura 2. Vista de finca cafetalera “El Manantial”

Fuente: Google Earth, 2025

8.2 Descripción de la zona de estudio

Descripción del Área de Estudio: Finca “El Manantial”

8.2.1 Ubicación Geográfica y Contexto Regional

La finca “El Manantial” está ubicada en la comunidad La Pintada, dentro del municipio de Matagalpa, en el departamento de Matagalpa, Nicaragua.

Matagalpa es conocido por su café arábico de especialidad. Su diversidad climática y geográfica, con montañas y abundantes lluvias entre mayo y noviembre, crea las condiciones ideales para el desarrollo del café de altura, apreciado por su sabor equilibrado y aromas complejos. (Mare Terra Coffee. S.f)

8.2.2 Altitud y Condiciones Climáticas.

La finca se sitúa a una altitud de 1,180 metros sobre el nivel del mar (msnm), medida en la zona próxima a las pilas de procesamiento. Esta altitud está dentro del rango ideal para la producción

de café arábica de alta calidad, ya que influye directamente en el metabolismo de la planta y en la acumulación lenta de azúcares y compuestos aromáticos en los frutos.

Las temperaturas moderadas, combinadas con la humedad relativa y los ciclos de sombra, favorecen la expresión de perfiles sensoriales complejos en la taza. Los cafés cultivados en estas condiciones suelen tener características deseables como acidez brillante, notas florales y frutales, y un cuerpo balanceado. La temperatura promedio de la finca es de 23° y humedad relativa de 70% y 72%.

8.2.3 Superficie Total y Distribución del Cultivo

La finca tiene una extensión total de 25 manzanas, divididas estratégicamente en lotes según la variedad del cafeto, lo cual permite realizar manejos diferenciados por tipo genético, sanidad vegetal y características agronómicas.

Distribución por variedad:

Catimor (Caturra x Timor):

- Lote 1: 3.5 manzanas
- Lote 2: 4 manzanas
- Lote 3: 3.5 manzanas

Parainema:

- Lote 1: 3 manzanas
- Lote 2: 3.5 manzanas

Estas variedades han sido seleccionadas por su resistencia genética a enfermedades como la roya del café, así como por su adaptabilidad a las condiciones edafoclimáticas locales. En particular, Parainema, desarrollada en Honduras, ha ganado prestigio en mercados de cafés especiales por su perfil de taza distintivo y su tolerancia a condiciones adversas.

8.2.4 Topografía y Manejo del Terreno

El terreno de la finca presenta pendientes variables, resultado de un relieve ondulado que es típico de zonas montañosas de producción cafetalera. Para evaluar el grado de inclinación se utilizó un clinómetro.

8.2.5 Calidad y Composición del Suelo

El suelo ha sido evaluado mediante métodos de campo y análisis de laboratorio para conocer sus condiciones de acidez, que inciden directamente en la disponibilidad de nutrientes.

8.2.6 Diseño de Siembra y Marco de Plantación

La disposición del cultivo se realiza bajo un esquema técnico de:

1 metro entre plantas

2 metros entre surcos

Este diseño favorece:

- El aprovechamiento óptimo del espacio
- Buena aireación y penetración solar
- Facilidad para la mecanización o manejo manual
- Disminución de enfermedades fúngicas relacionadas con la humedad
- Mayor eficiencia en la cosecha y en las labores de fertilización, poda y control de plagas

8.2.8 Manejo Nutricional y Fitosanitario

Para mantener la productividad y sanidad del cafetal, la finca “El Manantial” aplica un esquema de manejo técnico integral, que combina nutrición foliar, control fitosanitario y buenas prácticas agrícolas.

8.2.8.1 Fertilizantes foliares utilizados:

- Cobre (resistencia a enfermedades)
- Ferticafé y Rotan (nutrición equilibrada NPK y micronutrientes)
- Newfol Café SL (bioestimulante foliar)
- Foliar Mix (estimulador de raíces)
- Solucat (suplemento foliar de nutrientes)

8.2.8.2 Agroquímicos aplicados:

- Herbicidas: Ráfaga 20 SL, Pamek 35 SL, Rootout 36 SL
- Insecticida: Dipel 6.4 WG (biológico, *Bacillus thuringiensis*)
- Fungicidas: Silvacur Combi 30 EC, Fungomax 30 EC, Carbendazim 50 SC

8.3 Ámbito de Estudio

La presente investigación se desarrolla en la finca cafetalera “El Manantial”, ubicada en la comunidad La Pintada, del municipio y departamento de Matagalpa, Nicaragua. Esta finca, dedicada al cultivo de café arábica bajo un sistema convencional, representa una unidad productiva típica de la región, en la que se hace uso frecuente de agroquímicos como fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas para el manejo del cultivo.

El estudio se circunscribe a lo ocurrido durante el primer semestre del año 2025, periodo seleccionado debido a la intensidad de labores agrícolas que suelen realizarse en ese intervalo, como aplicaciones fitosanitarias, preparación de suelo y fases clave del ciclo del cultivo del café.

8.3.1 Ámbito temático

La investigación se enfoca en analizar la incidencia del uso de agroquímicos en el deterioro del suelo, considerando tres dimensiones fundamentales del mismo:

Propiedades físicas, como estructura, textura y capacidad de retención de agua.

Propiedades químicas, incluyendo pH, contenido de nutrientes, salinidad y toxicidad.

Propiedades biológicas, con énfasis en la actividad microbiana, presencia de materia orgánica y organismos beneficiosos del suelo.

A partir de este diagnóstico, se propone un enfoque agroecológico como alternativa sostenible al uso excesivo de insumos sintéticos.

8.3.2 Ámbito geográfico

El área de estudio se delimita exclusivamente a las 25 manzanas de la finca “El Manantial”, con especial atención a los lotes cultivados con las variedades Catimor y Parainema, distribuidos en cinco parcelas. Estos lotes presentan un manejo agronómico intensivo, lo que los convierte en un escenario representativo para evaluar los efectos acumulativos del uso de agroquímicos en el suelo.

8.3.3 Ámbito técnico y metodológico

El estudio integra herramientas de análisis cualitativo y cuantitativo, incluyendo:

- Muestreo y análisis de suelo en laboratorio (físico, químico y biológico)
- Evaluación in situ de la topografía, uso de barreras vivas y manejo del cultivo
- Revisión del historial de insumos aplicados (tipos de fertilizantes y agroquímicos)

Propuesta de prácticas agroecológicas basadas en los resultados del diagnóstico

La metodología está orientada a identificar relaciones causales entre el uso continuo de agroquímicos y la degradación del suelo, así como a construir alternativas para el manejo sostenible de la finca desde una perspectiva agroecológica.

8.4 Tipo de estudio

La presente investigación se enmarca dentro de una caracterización exploratoria, ya que busca recopilar, describir e interpretar información relevante sobre las condiciones actuales del suelo en la finca cafetalera “El Manantial”, comunidad La Pintada, municipio de Matagalpa, Nicaragua, en relación con el uso sostenido de agroquímicos. El estudio se realizó durante el primer semestre del año 2025, periodo clave dentro del ciclo productivo del café, cuando se intensifican labores agrícolas como aplicaciones fitosanitarias, fertilización y mantenimiento de cultivo.

El enfoque adoptado es mixto, ya que combina elementos del enfoque cuantitativo, con el uso de mediciones y análisis de datos numéricos, y del enfoque cualitativo, con el propósito de interpretar fenómenos complejos desde una perspectiva contextualizada.

Se considera de enfoque cuantitativo porque incluye datos numéricos derivados de instrumentos de medición, como:

- pH del suelo
- Profundidad de horizonte fértil
- Conductividad eléctrica
- Concentración de nutrientes y residuos químicos, entre otros

Estos datos se obtuvieron a través de técnicas científicas estandarizadas, análisis de laboratorio y herramientas de campo.

Por otra parte, el enfoque cualitativo se manifiesta en la interpretación de las condiciones visibles del suelo, las prácticas agrícolas aplicadas, y los efectos observados, lo cual permite comprender las causas y consecuencias del deterioro edafológico desde una perspectiva humana, técnica y contextual.

Según Hernandez, Fernandez, & Baptista(2015) “se busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis”, por lo

cual se considera que esta investigación también responde a una tipología descriptiva, ya que se enfoca en detallar las características de los suelos, los tipos de agroquímicos utilizados, y su posible influencia en la salud del ecosistema edáfico.

Como afirma Hernandez, Fernandez, & Baptista(2015) “los métodos mixtos representan un conjunto de procesos de investigación sistemáticos, empíricos y críticos e implican la recopilación y análisis de datos cuantitativos y cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para hacer inferencias producidas a partir de toda la información recopilada.” Bajo esta perspectiva, la investigación integra ambos enfoques con el objetivo de generar un conocimiento más completo, objetivo y a la vez interpretativo, que combine la evidencia técnica con la realidad vivida por los actores involucrados en la producción.

El diseño de la investigación es de corte transversal, ya que los datos fueron recolectados en un solo periodo de tiempo, sin seguimiento longitudinal, lo cual permite analizar la incidencia del uso de agroquímicos en el estado actual del suelo en un momento determinado. Esto se ajusta al criterio de Hernández, Fernández y Baptista (2015), quienes sostienen que “el diseño transversal, donde se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único, su propósito es describir variables y su incidencia de interrelación en un momento dado”.

Finalmente, esta investigación se sitúa dentro del paradigma interpretativo, ya que no solo busca cuantificar el deterioro del suelo, sino también comprender las decisiones, creencias y prácticas que han influido en dicho deterioro, analizando las acciones de los productores, el contexto agrícola, y los conocimientos tradicionales y técnicos que convergen en el manejo de la finca.

8.4.1 Técnicas de Investigación

8.4.1.1 Aplicación de instrumentos en campo

Para lograr una recolección de datos efectiva y sistemática, se utilizó una hoja de campo estructurada como instrumento principal. Esta hoja incluyó variables edafológicas clave, observaciones cualitativas, y registros de uso de agroquímicos por lote. Durante el trabajo de campo se hizo uso de herramientas como:

Cinta pH métrica, para medir de forma preliminar la acidez del suelo en diferentes sectores de la finca.

Clinómetro, para calcular los porcentajes de pendiente del terreno, los cuales influyen en procesos de erosión y escorrentía.

Estas herramientas permitieron establecer una caracterización inicial del área de estudio, y definir zonas de muestreo representativas.

Adicionalmente, se complementó el trabajo de campo con un análisis de laboratorio completo, realizado por la empresa Laboratorio Químico S.A (LAQUISA). Este análisis incluyó determinación de:

- pH
- Bases intercambiables (Ca, Mg, K, Na)
- Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)
- Conductividad Eléctrica (CE)
- Saturación de acidez
- Presencia de residuos de plaguicidas organoclorados y organofosforados como: Aldrin, DDT, Endrin, Endosulfan, Clorpirifós, Diazinon, Dimetoato, Metil Paratión, Malathion, Monocrotophos, Profenofos y Terbufos.

Este conjunto de datos constituyó la base para el análisis técnico del nivel de deterioro del suelo y su posible asociación con el uso de agroquímicos.

8.4.1.2 Procesamiento de la información

La información recolectada fue organizada y sistematizada utilizando el programa Microsoft Excel, lo que permitió la elaboración de:

- Tablas
- Gráficos estadísticos

Estas herramientas facilitaron el análisis visual de los resultados y su posterior interpretación.

Técnicas de recopilación de información

- Revisión bibliográfica: Permitió fundamentar teóricamente la investigación, contextualizar el problema y sustentar los hallazgos con estudios previos relacionados con el deterioro del suelo por agroquímicos en sistemas agrícolas tropicales.

- Hoja de campo: Fue utilizada como herramienta estructurada para registrar variables observadas directamente en terreno, incluyendo pH, color, textura, retención de humedad, presencia de organismos y prácticas agrícolas.
- Observación directa: Mediante visitas sistemáticas a la finca, se registraron prácticas de aplicación de agroquímicos, presencia o ausencia de barreras vivas, cobertura del suelo, y otras acciones de manejo. Esta observación permitió verificar empíricamente la correspondencia entre la teoría y la realidad del sistema productivo.

8.5 Población y Muestra

8.5.1 Población

La población de estudio está constituida por el suelo agrícola de la finca cafetalera “El Manantial”, ubicada en la comunidad La Pintada, municipio de Matagalpa, Nicaragua. Esta finca cuenta con una extensión total de 25 manzanas, dedicadas exclusivamente al cultivo de café arábica, específicamente de las variedades Catimor y Parainema, distribuidas en cinco lotes.

También se considera como parte de la población el conjunto de prácticas agrícolas y uso de agroquímicos aplicados en estos lotes, ya que son elementos directamente relacionados con el deterioro del suelo, objeto de análisis en esta investigación.

8.5.2 Muestra

La muestra fue seleccionada de forma no probabilística, por conveniencia, tomando como criterio principal aquellos lotes de la finca que presentan mayor intensidad en el uso de agroquímicos y que son representativos del manejo agrícola general de la finca.

La muestra quedó conformada por:

- Tres lotes de la variedad Catimor (Lotes 1, 2 y 3)
- Dos lotes de la variedad Parainema (Lotes 1 y 2)

En cada lote se seleccionaron puntos de muestreo específicos, distribuidos de forma estratégica para realizar los análisis físicos, químicos y biológicos del suelo. Estos puntos fueron determinados tomando en cuenta la homogeneidad del terreno, la frecuencia de aplicaciones de agroquímicos, la pendiente, y la presencia de barreras vivas.

Adicionalmente, se consideraron fuentes complementarias de información como:

- Análisis de laboratorio
- Entrevistas con los encargados de la finca
- Observación directa de prácticas de manejo y condiciones del suelo

Esta muestra permite realizar un análisis integral, representativo de las condiciones generales del suelo en la finca “El Manantial”, y de los efectos derivados del uso sostenido de agroquímicos, lo que sustenta el diagnóstico y la propuesta agroecológica contemplada en el estudio.

- Método de Recolección de Muestras por Calicata

Para la toma de muestras de suelo se empleó el método de calicata, el cual permite observar directamente el perfil del suelo y extraer muestras representativas de diferentes profundidades. Este método fue seleccionado por su eficacia en la evaluación de las características físicas, químicas y biológicas del suelo, fundamentales para el estudio realizado.

Se establecieron cinco calicatas, una por cada lote del área de estudio. Las calicatas se excavaron manualmente hasta una profundidad aproximada de 30 cm, según la finalidad del análisis y las condiciones del terreno. De cada calicata se tomó una muestra compuesta, extrayendo suelo de distintos puntos dentro del mismo hoyo para asegurar una representación homogénea del lote.

Posteriormente, las muestras recolectadas de los cinco lotes fueron combinadas en una sola muestra compuesta, con el fin de obtener un promedio representativo del área total evaluada. Esta muestra combinada fue homogenizada manualmente en un recipiente limpio y seco, eliminando residuos orgánicos visibles como raíces o piedras.

Además del análisis físico-químico, se procedió a realizar el conteo de organismos vivos presentes en el suelo, como parte de la evaluación biológica del mismo. Para ello, se observó la muestra fresca en condiciones adecuadas de iluminación y humedad, identificando y contabilizando macroorganismos visibles a simple vista, tales como lombrices, insectos, larvas, entre otros. Este conteo se utilizó como un indicador de la actividad biológica y salud del suelo.

La muestra final fue colocada en un recipiente debidamente rotulado con los datos correspondientes: nombre del área, fecha de recolección, profundidad, tipo de muestra y

parámetros a analizar. Finalmente, fue trasladada al laboratorio bajo condiciones adecuadas para evitar alteraciones antes del análisis.

8.6 Plano de campo



Figura 3. Plano de Finca "El Manantial".

Fuente: Google Earth, 2025

8.7 Operacionalización de Variables

VARIABLE	Dimensión	Indicadores	Técnicas / Instrumentos de recolección	Escala de medición
Deterioro del suelo	Propiedades físicas	Compactación, textura, retención de humedad	Ánálisis de laboratorio, observación	Cuantitativa
	Propiedades químicas	pH, salinidad, concentración de nutrientes, toxicidad	Ánálisis de laboratorio	Cuantitativa
	Propiedades biológicas	Actividad microbiana, presencia de materia orgánica	Pruebas de laboratorio, entrevistas	Cuantitativa
Uso de agroquímicos	Tipo de agroquímico	Fertilizantes, herbicidas, fungicidas, insecticidas	Entrevistas, revisión de registros	Cualitativa
	Frecuencia de aplicación	Número de aplicaciones por ciclo productivo	Entrevistas, observación directa	Cuantitativa
	Dosis utilizada	Cantidad por manzana / por litro de agua	Revisión de registros, entrevistas	Cuantitativa
	Método de aplicación	Manual, motobomba, foliar, al suelo	Observación, entrevistas	Cualitativa
Sistema agroecológico	Sustitución de insumos	Reducción del uso de agroquímicos	Plan de manejo, entrevistas	Cualitativa

Fuente: Elaboración propia

IX. Análisis y discusión de resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de la guía de entrevistas estructurada y guía de observación estructurada en la finca cafetalera “El Manantial”, durante el primer semestre del año 2025.

El presente análisis corresponde a los resultados obtenidos de las muestras de suelo tomadas en los lotes Catimor y Parainema de la finca cafetalera “El Manantial”. El objetivo es evaluar el estado físico-químico del suelo y la presencia de residuos de agroquímicos, a fin de determinar la incidencia del uso de plaguicidas y fertilizantes en la calidad del suelo, además de la implementación de cintas pH métricas para colaborar la medición de los resultados de laboratorio LAQUISA.

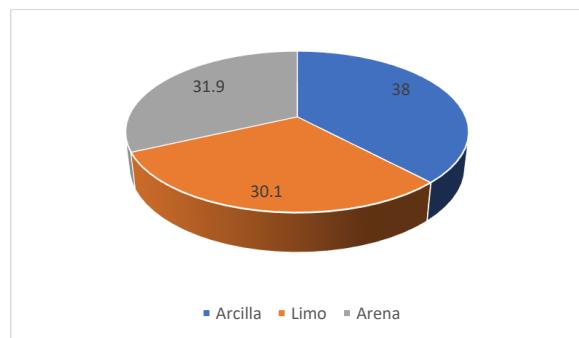
9.1. Propiedades físicas

Textura (Franco arcillosa)

Buena retención de nutrientes y agua. Este tipo de suelo es adecuado para café, pero requiere manejo adecuado para evitar compactación y asegurar buen drenaje.

En la finca se encontró una textura franca arcillosa, esto significa que el suelo va a tener una buena capacidad de retención de humedad, lo cual es beneficioso para el cultivo, pero a su vez tendrá retención de las trazas de agroquímicos, también es más propenso a presentar signos de erosión, en este caso agrietamientos.

Gráfico 1: Porcentaje de partículas presentes en el suelo



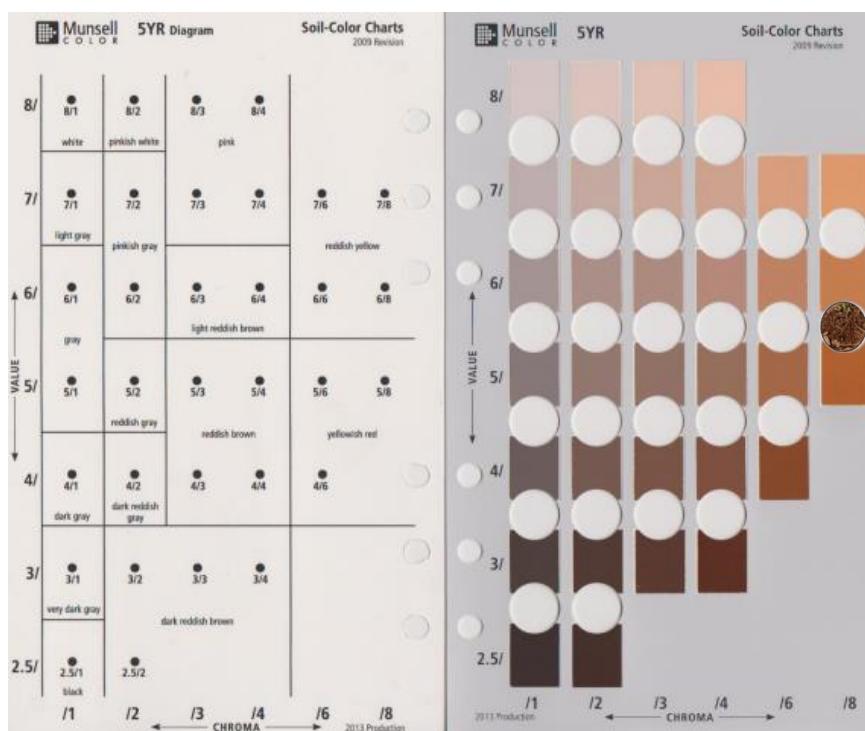
Fuente: Elaboración propia.

La textura en repuesta al porcentaje de partículas presentes en el suelo se determina que es franco arcilloso, una combinación equilibrada que retiene bien agua y nutrientes.

Aunque la textura es buena para cafetales, un exceso de agroquímicos puede compactar el suelo arcilloso, reduciendo la porosidad y afectando las raíces. Es clave evitar la compactación mediante buenas prácticas agrícolas.

Para determinar el color del suelo se utilizó el método de Munsell, obteniendo el siguiente resultado:

Figura 4. Método de Munsell



Fuente: Castro (2018)

El color del suelo según la colorimetría del método de Munsell se encuentra encasillado en el matiz 5Y, con valor 5 y croma 8; es decir que el indicador bajo el método de Munsell es, 5Y 5/8.

Tabla 4.

Interpretación de análisis de laboratorio de suelo.

Parámetro	Resultado	Interpretación
Ph	6,06	Ligeramente ácido, adecuado para café
Materia orgánica	4,99 %	Bueno (>3 %)
Nitrógeno	0,25 %	Bajo-medio
Fósforo	7,59 mg/kg	Bajo
Potasio	0,872 cmol+/kg	Bajo-medio
Calcio	9,685 cmol+/kg	Bueno
Magnesio	2,999 cmol+/kg	Bueno
Hierro	177,86 mg/kg	Adecuado
Zinc	15,37 mg/kg	Normal
Manganese	15,44 mg/kg	Normal
Boro	0,06 mg/kg	Bajo
Azufre	17,78 mg/kg	Bueno
Acidez intercambiable	0,16 cmol+/kg	Baja, positivo
CIC	14,05 cmol+/kg	Medio
Conductividad eléctrica	221,03 µS/cm	Baja salinidad
Textura	Franco arcillosa	Buena retención de nutrientes

Fuente: Elaboración propia.

9.2 Propiedades químicas

En las propiedades químicas del suelo con el análisis de laboratorio se obtuvieron los siguientes resultados:

Medición con cintas pH métricas: pH 5.0

Ánalisis de laboratorio: pH 6.06

El suelo es ligeramente ácido, lo cual es adecuado para el cultivo de café, que prospera entre pH 5,5 y 6,5. Un pH demasiado bajo podría bloquear nutrientes como fósforo y calcio; demasiado alto limitaría la disponibilidad de micronutrientes.

Este resultado muestra una acidez moderada, típica de suelos en zonas cafetaleras. Aunque el pH se encuentra dentro del rango adecuado para el cultivo de café (5.5 – 6.5), es recomendable aplicar cal dolomita o materia orgánica compostada en aquellas áreas con mayor acidez, para mejorar la disponibilidad de nutrientes esenciales como calcio, magnesio y fósforo, además de fomentar la actividad biológica del suelo.

Nitrógeno (0,25%)

Nivel bajo-medio. El nitrógeno es esencial para el crecimiento vegetativo, el desarrollo de hojas y brotes, y es uno de los nutrientes que más se pierde por lavado. Sería recomendable reponerlo con abonos verdes o compost.

Fósforo (7,59 mg/kg)

Nivel bajo. El fósforo es crucial para el desarrollo radicular y la floración. Su deficiencia puede deberse a su fijación en suelos ácidos o simplemente a una falta de reposición. Se recomienda incorporar fuentes como fosfato natural.

Potasio (0,872 cmol+/kg)

Nivel bajo-medio. El potasio regula procesos osmóticos y mejora la resistencia a enfermedades. Bajos niveles pueden afectar el llenado de frutos y la calidad del grano. Se recomienda reforzar con cenizas o fertilizantes orgánicos ricos en K.

Calcio (9,685 cmol+/kg)

Buen nivel. Fundamental para la estructura de las paredes celulares y para neutralizar acidez en el suelo. Mantenerlo estable es positivo para la salud general del cafetal.

Magnesio (2,999 cmol+/kg)

Buen nivel. Elemento central en la molécula de clorofila, esencial para la fotosíntesis. Un equilibrio adecuado entre calcio y magnesio es deseable para evitar antagonismos.

Hierro (177,86 mg/kg)

Adecuado. Importante para la síntesis de clorofila y varias enzimas. Su deficiencia es rara en suelos ácidos, por lo que el resultado es satisfactorio.

Zinc (15,37 mg/kg)

Normal. Necesario para procesos enzimáticos y crecimiento. Mantenerlo estable es importante, aunque no suele requerir aplicación suplementaria en estos suelos.

Manganeso (15,44 mg/kg)

Normal. Actúa en procesos enzimáticos y fotosíntesis. Niveles adecuados para el cultivo.

Boro (0,06 mg/kg)

Bajo. Micronutriente clave para la floración, formación de frutos y transporte de azúcares. Requiere atención, ya que su deficiencia puede causar problemas de deformación de frutos. Aplicaciones foliares pueden ser efectivas.

Azufre (17,78 mg/kg)

Buen nivel. Esencial para la síntesis de aminoácidos y proteínas. Su adecuada disponibilidad favorece la salud del cultivo.

Acidez intercambiable (0,16 cmol+/kg)

Baja. Esto es positivo, pues significa que la fracción ácida del suelo no está excesivamente alta, lo cual podría limitar la disponibilidad de nutrientes.

Capacidad de intercambio catiónico (CIC, 14,05 cmol+/kg)

Media. La CIC indica la capacidad del suelo para retener y suministrar nutrientes. Aunque no es baja, podría mejorarse incrementando aún más la materia orgánica.

Conductividad eléctrica (221,03 μ S/cm)

Baja salinidad. Esto es positivo, ya que sugiere que no hay problemas de sales solubles que puedan afectar la absorción de agua por parte de las raíces.

El suelo de la finca tiene una buena base en términos de pH, materia orgánica y nutrientes secundarios (Ca, Mg), pero presenta limitaciones claras en fósforo, potasio, nitrógeno y boro. Esto

podría estar limitando el rendimiento y la calidad del cafetal. Implementar un plan de manejo agroecológico, con aportes de abonos orgánicos, abonos verdes y correcciones específicas, ayudará a mejorar la salud y productividad del suelo.

9.3 Propiedades biológicas

Para evaluar las propiedades biológicas del suelo se realizó el análisis de laboratorio para determinar la materia orgánica del suelo, de esta forma logrando estimar los microorganismos no perceptibles a simple vista como lo son los macroorganismos, obteniendo el siguiente resultado:

Materia orgánica (4,99%)

Muy buen nivel ($>3\%$), lo que favorece la estructura del suelo, retención de agua y actividad biológica. Esto es clave para suelos de cafetales, donde la cobertura vegetal y el aporte de hojarasca mantienen altos los niveles de materia orgánica.

En la estimación de macroorganismos se realizó un conteo de organismos vivos presentes en el suelo durante el momento de recolección de muestra para el análisis de laboratorio, mediante el método de la calicata. La muestra de suelo fresca fue evaluada bajo condiciones estandarizadas de iluminación y humedad, con el objetivo de identificar y cuantificar macrofauna edáfica visible a simple vista, incluyendo anélidos, insectos, larvas y otros artrópodos. El recuento de estos organismos se empleó como indicador representativo del nivel de actividad biológica y del estado funcional del ecosistema edáfico. Obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 5.

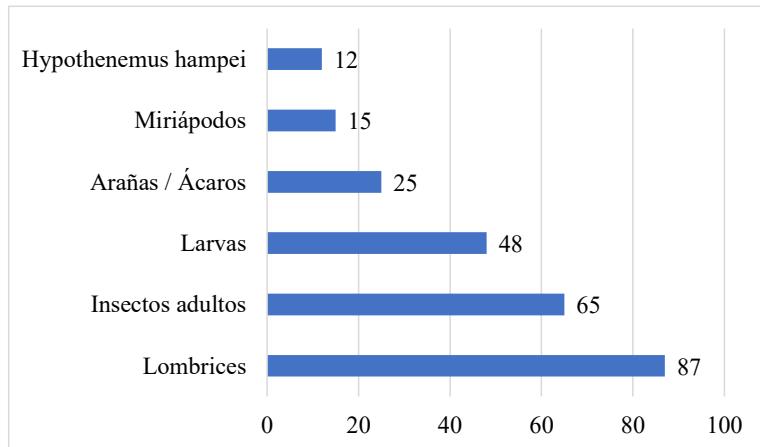
Conteo de macroorganismos

N.º	Tipo de Organismo Observado	Cantidad Total Observada (en los 5 lotes)	Observaciones Relevantes (tamaño, movilidad, estado)
1	Lombrices	87	De tamaño mediano (8–12 cm), alta movilidad, en su mayoría activas
2	Insectos adultos	65	Varias especies: escarabajos, hormigas y tijeretas; movilidad moderada
3	Larvas	48	Mayoría de escarabajos; blancas, enrolladas, tamaño 1–3 cm
4	Arañas / Ácaros	25	Pequeños, rápidos; visibles en la superficie al remover el suelo

5	Miriápidos (ciempiés, milpiés)	15	Ciempiés agresivos, milpiés lentos; encontrados en zonas húmedas
6	<i>Hypothenemus hampei</i> (broca del café)	12	Insecto pequeño (~1.5 mm), poco móvil en el suelo, más activo en frutos

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3. Organismos observados



Fuente: Elaboración propia

Lombrices (87 individuos) fueron el grupo más abundante. Su alta presencia indica una excelente aireación, descomposición de materia orgánica y formación de agregados estables en el suelo.

Insectos adultos (65) y larvas (48) también estuvieron presentes en cantidades significativas, lo cual refuerza la idea de una rica red trófica activa en el suelo, donde hay procesos de transformación y reciclaje de nutrientes.

Arañas / Ácaros (25) y miriápidos (15) aparecieron en cantidades menores, pero su presencia sugiere interacciones depredador-presa importantes para el control biológico natural.

La detección de *Hypothenemus hampei* (12), plaga conocida como la broca del café, es relevante. Aunque su abundancia es baja, su presencia indica la necesidad de implementar manejo integrado de plagas (MIP) y evitar acumulación de frutos en el suelo.

Para determinar la diversidad de macrofauna presentes en el suelo se empleó el índice de diversidad de Shannon para categorizar la diversidad biológica, empleando la siguiente fórmula:

Fórmula utilizada:

$$H' = - \sum (p_i \times \ln(p_i))$$

Tabla 6.

Índice de diversidad de Shannon

N.º	Tipo de Organismo Observado	Cantidad (ni)	Proporción (pi = ni/N)	pi × ln(pi)
1	Lombrices	87	0.306	-0.362
2	Insectos adultos	65	0.229	-0.339
3	Larvas	48	0.169	-0.303
4	Arañas / Ácaros	25	0.088	-0.217
5	Miriápidos	15	0.053	-0.151
6	<i>Hypothenemus hampei</i>	12	0.042	-0.202
Totales		284		-1.574

Fuente: Elaboración propia

El índice de diversidad de Shannon ($H' = 1.57$) refleja una diversidad biológica moderada, lo que sugiere un suelo con buena actividad biológica y resiliencia, pero con espacio para mejorar la equidad entre grupos. El dominio de lombrices e insectos adultos, junto a la presencia de otros grupos menos abundantes, indica un ecosistema edáfico funcional y vivo, pero que podría beneficiarse de prácticas agroecológicas complementarias (como cobertura vegetal, rotación o control de residuos) para fortalecer aún más su biodiversidad y equilibrio ecológico.

9.4 Uso de agroquímicos

Se aplicó una entrevista semiestructurada dirigida al propietario de la finca, Boanerges Martínez Ochoa, con el objetivo de conocer su percepción, experiencia y manejo en relación con el uso de agroquímicos y las condiciones del suelo.

Por otro lado, se aplicó una guía de observación directa a cargo del evaluador Heliam Areyson Martínez Samayo, quien recorrió los lotes de cultivo para registrar de manera objetiva el estado físico, químico y biológico del suelo, así como las prácticas agrícolas observadas. Este cuadro permite identificar concordancias y discrepancias entre la percepción del productor y

la realidad observada en campo, proporcionando una base integral para recomendaciones técnicas y planes de mejora agroecológica.

Tabla 7.

Entrevista vs Observación Directa – Finca “El Manantial”

Aspecto	Entrevista a Productor (Boanerges Martínez)	Observación Directa en Campo (Heliam A. Martinez)
Tipo de instrumento	Guía de entrevista semiestructurada	Guía de observación estructurada
Fecha	11/10/2024	11/10/2024
Uso de agroquímicos	Aplica fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas según necesidad o cada 3 meses.	Se observaron los mismos productos listados, pero sin aplicación reciente visible.
Origen de recomendaciones	Basadas en experiencia propia	Falta de control y registro técnico de agroquímicos.
Técnica de aplicación	Manual y con motobomba	Se observaron bombas y motobombas en uso
Condición del suelo	Percibe grietas y compactación	Confirma presencia de grietas y compactación superficial
Color y textura del suelo	Color terracota, textura arcillosa	5Y 5/8
Retención de humedad	Media a alta (según percepción)	Media (según observación visual)
Organismos del suelo	Presencia de lombrices	Confirmada la presencia de lombrices

Prácticas agroecológicas	Barreras vivas y cobertura vegetal (hojas)	Barreras vivas entre surcos y cobertura con hojas de musáceas
Análisis de suelo	No realiza por falta de tiempo	No se menciona evidencia de análisis técnicos
Interés en mejorar	Sí, desea reducir agroquímicos y mejorar salud del suelo	Se recomienda adoptar plan agroecológico y monitoreo técnico
Observaciones clave	Manejo basado en experiencia, sin tecnificación	Falta de control y conocimiento técnico evidente

Fuente: Elaboración propia.

Existe una correspondencia importante entre lo declarado por el productor y lo observado en campo, especialmente en lo referente al uso de agroquímicos, la textura del suelo y la presencia de lombrices. Sin embargo, también se evidencian brechas relevantes, como la falta de registros técnicos y análisis periódicos del suelo, así como el uso empírico de los insumos agrícolas. Estas diferencias reflejan una dependencia del conocimiento tradicional y la experiencia propia, lo que limita la adopción de prácticas sostenibles a largo plazo. Ambos instrumentos coinciden en la necesidad de implementar estrategias agroecológicas más estructuradas, como planes de manejo del suelo, monitoreo técnico y reducción del uso de agroquímicos. La disposición del productor a recibir nuevas prácticas constituye una oportunidad clave para avanzar hacia un sistema productivo más resiliente y sostenible en la finca.

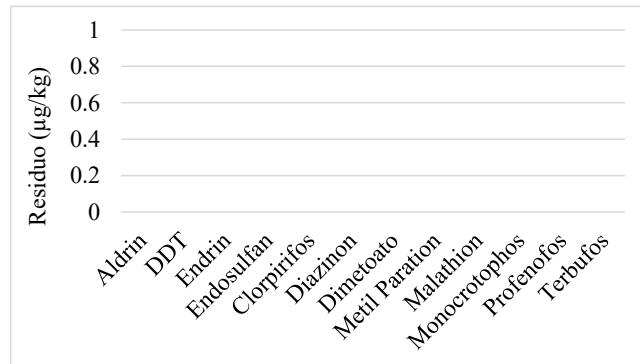
Los principales agroquímicos empleados son:

- Cobre (resistencia a enfermedades)
- Ferticafé
- Rotan
- Newfol Café SL
- Foliar Mix
- Solucat
- Ráfaga 20 SL

- Pamek 35 SL
- Rootout 36 SL
- Dipel 6.4 WG
- Silvacur Combi 30 EC
- Fungomax 30 EC
- Carbendazim 50 SC

La frecuencia de aplicación varía a conveniencia o cada 3 meses, además el productor específico que la dosis utilizada es según la ficha técnica del agroquímico, pero sin poder verificar dichas aplicaciones ya que el productor no cuenta con registro de ello. Los métodos de aplicación son bombas y motobombas.

Gráfico 4: Residuos de plaguicidas detectados



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados indican que actualmente no hay acumulación significativa de residuos de agroquímicos persistentes en el suelo.

Esto es muy positivo porque estos compuestos pueden tener efectos tóxicos sobre la fauna del suelo (lombrices, microorganismos) y sobre la calidad del agua subterránea si se acumulan.

Sin embargo, es importante recordar que algunos plaguicidas se degradan rápidamente, por lo que su ausencia no siempre significa que nunca se usaron, sino que no están presentes en el momento del muestreo.

Aunque no hay contaminación química evidente ahora, es fundamental mantener un manejo sostenible y reducir el uso innecesario de agroquímicos para prevenir riesgos a largo plazo.

Todos los plaguicidas analizados (Aldrin, DDT, Endrin, Endosulfan, Clorpirifos, Diazinon, Dimetoato, Metil Paration, Malathion, Monocrotophos, Profenofos, Terbufos) resultaron: No Detectados ($<0,03 \mu\text{g/kg}$), lo que indica una baja carga química en el momento del muestreo.

Para la caracterización de la finca se utilizó un clinómetro obteniendo los siguientes resultados:

Primer cálculo: 11% de pendiente (equivalente a 8° de inclinación)

Segundo cálculo: 2% de pendiente (equivalente a 4° de inclinación)

Estas condiciones permiten un buen drenaje natural, reduciendo el riesgo de encharcamiento, pero también requieren medidas de conservación de suelos para evitar la erosión, especialmente en áreas de mayor pendiente.

En respuesta a ello, la finca implementa barreras vivas formadas por especies como musáceas (plátano, banano) y cítricos (naranja, mandarina), las cuales cumplen múltiples funciones:

- Reducción de la velocidad del escurrimiento superficial
- Protección contra la erosión
- Aporte de materia orgánica al suelo
- Diversificación productiva y alimentaria
- Regulación de la temperatura y humedad del microclima cafetalero

Estas prácticas agroecológicas mejoran la resiliencia del sistema productivo, fortaleciendo su sostenibilidad a largo plazo.

9.5 Plan de finca agroecológico

Una vez caracterizada la finca y conociendo el estado actual de la misma se diseñó un plan de finca para un lote de la finca, específicamente el lote 2 de catimor con una extensión de 4 manzanas, realizando primeramente la transición con un lote, para que no sea un cambio brusco para el productor y pueda adaptarse con el tiempo a estas prácticas de conservación de suelo y posteriormente pueda ir adaptándose a cada uno de los lotes y finalmente a toda la finca.

Finca cafetalera “El Manantial” – Lote 2: 4 manzanas de Catimor

Ubicación: Comunidad La Pintada, Municipio de Matagalpa

Propietario: [Nombre del propietario]

Periodo de implementación: Julio 2025 – Julio 2026

1. Diagnóstico del lote

- Superficie: 4 manzanas
- Variedad cultivada: Catimor
- Edad del cultivo: 9 años

-Problemas identificados:

- Suelos compactados y con baja fertilidad.
- Presencia de malezas y plagas (broca, roya).
- Uso excesivo de agroquímicos.
- Baja cobertura de sombra.

2. Objetivo general

- Implementar prácticas agroecológicas que mejoren la fertilidad del suelo, reduzcan el uso de agroquímicos y aumenten la productividad sostenible del lote.

3. Objetivos específicos

- Recuperar la salud del suelo mediante técnicas orgánicas.
- Implementar un sistema de control biológico de plagas y enfermedades.
- Introducir árboles de sombra nativos y frutales.
- Establecer barreras vivas y cultivos asociados.

4. Prácticas agroecológicas propuestas

Componente	Actividad	Periodo	Recursos necesarios
Manejo del suelo	Aplicación de abonos orgánicos (compost, bocashi) cada 3 meses	Julio 2025 – Julio 2026	Material orgánico, estiércol, mano de obra

Manejo del suelo	Siembra de coberturas vivas (canavalia, frijol abono) entre calles	Agosto – Octubre 2025	Semillas, herramientas
Control de plagas y enfermedades	Trampas para broca, aplicaciones de biopreparados (extracto de ajo, chile, nim)	Permanente	Botellas, ingredientes naturales
Sombra y biodiversidad	Siembra de árboles nativos y frutales (guava, madero negro, aguacate, cítricos)	Septiembre – Noviembre 2025	Plantines, herramientas
Manejo del agua	Construcción de zanjas de infiltración y barreras vivas con vetiver o izote	Agosto – Octubre 2025	Pala, machete, plantas

Fuente: Elaboración propia

5. Seguimiento y evaluación

- Indicadores:

- Reducción del uso de agroquímicos.
- Aumento en la cobertura vegetal y sombra.
- Mejora en la textura y color del suelo.
- Reducción de incidencia de plagas.

Evaluaciones: Trimestrales, mediante observación directa y registro de prácticas aplicadas.

6. Impacto esperado

- Incremento de la fertilidad del suelo.
- Mayor resiliencia del cultivo de Catimor frente a plagas y enfermedades.
- Reducción de costos por insumos externos.
- Conservación de recursos naturales y mejora del paisaje productivo.

Evaluación de costos

Actividad	Descripción	Cantidad/Unidad	Costo estimado por unidad	Costo total (C\$)

Aplicación de abonos orgánicos (compost, bocashi)	Cada 3 meses (4 veces al año) para 4 manzanas	1 TM por manzana x 4 = 16 TM	C\$ 1,200 / TM (autoproducción)	C\$ 19,200
Siembra de coberturas vivas (canavalia, frijol abono)	2 siembras	Semilla para 4 manzanas x 2	C\$ 500 / manzana	C\$ 4,000

Actividad	Descripción	Cantidad/Unidad	Costo estimado	Costo total (C\$)
Trampas para broca	30 trampas por manzana x 4	120 trampas	C\$ 15 c/u (botellas recicladas)	C\$ 1,800
Biopreparados (ajo, chile, nim)	Aplicaciones mensuales por 12 meses	C\$ 150 / mes	C\$ 1,800	

Actividad	Descripción	Cantidad/Unidad	Costo estimado	Costo total (C\$)
Siembra de árboles nativos y frutales	30 árboles por manzana x 4	120 plantines	C\$ 35 c/u	C\$ 4,200
Herramientas (machetes, palas, bolsas, etc.)	1 kit básico	1 kit	C\$ 1,500	C\$ 1,500

Actividad	Descripción	Cantidad/Unidad	Costo estimado	Costo total (C\$)

Zanjas de infiltración y barreras vivas	500 m por manzana	2,000 m total	Mano de obra + plantas	C\$ 5,000
---	-------------------	---------------	------------------------	-----------

Componente	Costo total (C\$)
Manejo del suelo	23,200
Control de plagas y enfermedades	3,600
Sombra y biodiversidad	5,700
Manejo del agua	5,000
TOTAL GENERAL APROXIMADO	C\$ 37,500

X. Conclusiones

La presente investigación permitió analizar la incidencia del uso de agroquímicos en el deterioro del suelo de la finca cafetalera “El Manantial”, logrando concluir lo siguiente:

Las propiedades físicas del suelo se evaluaron por medio del análisis de laboratorio y observación directa, se evaluó que las propiedades no se vieron afectadas por el uso de agroquímicos.

Se identificó que los agroquímicos no han alterado las propiedades químicas del suelo de la finca de manera significativa ya que no se encontraron presentes en los análisis de laboratorio.

Se estimó el posible deterioro de propiedades biológicas del suelo debido al uso de agroquímicos, en base al análisis de laboratorio y al índice de Shannon se logró evaluar que estas propiedades se encuentran en buenas condiciones.

Una vez analizado el estado actual de la finca y la incidencia del uso de agroquímicos, se propuso un sistema agroecológico en un lote de la finca, para lograr una transición no agresiva con el productor.

XI. Recomendaciones

- Implementar un sistema de manejo agroecológico en la finca que incorpore abonos orgánicos y verdes.
- Capacitar a los productores en el uso racional de agroquímicos, considerando dosis, frecuencia y métodos de aplicación adecuados.
- Realizar monitoreos periódicos del suelo para detectar a tiempo cambios físicos, químicos y biológicos.

XII. Bibliografía

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (6 de Marzo de 2016). *Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades*. Recuperado el 18 de Enero de 2025, de https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_ph86.html

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (6 de Mayo de 2016). *Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades*. Recuperado el 22 de Enero de 2025, de https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_ph48.html

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (6 de Mayo de 2016). *Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades*. Recuperado el 19 de Enero de 2025, de https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_ph41.html

Aqueveque, P., & Medina, S. (2022). *Fungicidas sintéticos utilizados en la agricultura, impactos negativos y alternativas naturales*. Chile: Universidad de Concepción. Recuperado el 28 de Julio de 2024, de <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/12135>

Arceda, E., & Salmerón, G. (2015). *Evaluación de la potencialidad de los suelos en sistemas productivos en la parte alta y media, Río Cálico, San Dionisio*. Matagalpa. Recuperado el 20 de Noviembre de 2023, de <https://repositorio.unan.edu.ni/6995/1/6530.pdf>

Arones Pariana, M; Dunin Borkwski, A; Seoane Byrne, C; Suarez, Balcazár O & Tavera Medina, T. Estudio del bosque nacional Alexander Uvon Haum Boldte desde una dimensión geohistorica (1960-2017), (2022) Recuperado el 10 de Enero de 2025

Arreguin Cortes. F (2021). *Obras Hidráulicas*. (UNAM) Recuperado el 4 de Enero de 2025

Caceres Caceres, D & Guzman Jarquin, G (2023). Evaluación de las condiciones que se encuentran los suelos de la finca experimental "El Plantel" con fines de confrontación de uso según la metodología de la USDA, Managua, 2022-2023. Recuperado el 3 de junio de 2025, de <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnp33c118.pdf>

CASEMAG. (2017). *CASEMAG*. Recuperado el 5 de Enero de 2025, de <http://www.caldolomita.com/definicionesycausas.html#:~:text=La%20Acidez%20Intercambiable%20se%20refiere,aplicar%20para%20combatir%20el%20pH.>

Castellanos, J. (2015). *INTAGRI*. Recuperado el 6 de Enero de 2025, de <https://www.intagri.com/articulos/suelos/manejo-y-correccion-de-acidez-de-suelo#:~:text=Es%20un%20material%20que%20aporta,>

CATIE (2017). Agro climatología Tropical. San José, Costa Rica. Recuperado el 3 de Enero de 2025

Chacón Coto, L. (2015). Manual para el funcionamiento de los archivos de gestión del ministerio de agricultura y ganadería. Recuperado el 2 de Enero de 2025

Chún Diaz, G & López Barrionuevo, O (2020). Sistema de Riego y Drenaje. Honduras. Recuperado el 3 de Enero de 2025

Corrales, D. (9 de Noviembre de 2018). *La calera*. Recuperado el 29 de Febrero de 2024, de <https://lacalera.una.edu.ni/index.php/CALERA/article/view/366/446#toc>

CROPNUTS. (2025). *CROPNUTS*. Recuperado el 5 de Enero de 2025, de <https://cropnuts.com/introduction-to-the-manganese-nutrient/>

Cubero Fernandez, D. (2019). Manejo y conservación de suelos. San José, Costa Rica.. Recuperado el 2 de Enero de 2025

FAO. (2015). FAO. Recuperado el 19 de Enero de 2025, de <https://www.fao.org/4/x2570s/X2570S10.htm#app.26>

Galeana, M., Corona, J. A., & Cotler, H. (2020). *Erosión de suelos y carencia alimentaria en México: una primera aproximación*. Ciudad de México: Epub. doi:https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112020000100103

Gamez, R. (2020). *BOLETÍN DE LA COORDINACIÓN DE FÍSICA Y QUÍMICA*. Ciudad de México. Recuperado el 10 de Febrero de 2024, de http://www.dcb.unam.mx/Publicaciones/Naturalis/bfyq_35.pdf

García Centeno, L. (2017). Manual metodología de campo para determinar profundidad densidad aparente, materia orgánica, infiltración del agua, textura y pH del suelo . Managua, Nicaragua. Recuperado el 4 de Enero de 2025

GLOBE. (2015). Recuperado el 30 de Julio de 2024, de <https://www.globe.gov/documents/16257217/17240639/Protocolo+de+Temperatura+del+Suelo/f7bf6f08-2779-4250-ae41-74e61c1fca38>

Gobierno de México. (26 de Agosto de 2020). *Instituto Nacional de Salud Pública*. Recuperado el 2024, de <https://www.insp.mx/avisos/4736-insecticidas.html>

Guerrero, M., & Díaz, J. (2021). *Degradación microbiana de residuos de plaguicidas en dispositivos de biorremediación de tipo cama biológica*. Managua. Recuperado el 23 de Noviembre de 2023, de <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/387/3872515010/index.html>

Guzman, P., Guevara, R., Olguín, J., & Mancilla, O. (2016). *Perspectiva campesina, intoxicaciones por plaguicidas y uso de agroquímicos*. Chile: IDESIA. doi:<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292016000300009>

Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Colio, P. (2015). *Metodología de la investigación* (Vol. VI). Ciudad de México, México: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. Recuperado el 28 de Enero de 2025, de <https://www.esup.edu.pe/wp-content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-metodolog%C3%A9tica%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>

Herogra. (9 de Noviembre de 2022). *Herogra Especiales*. Recuperado el 5 de Enero de 2025, de <https://herograespeciales.com/el-cobre-y-su-importancia-en-la-agricultura/>

Herrera, D., & Mejía, L. (2012). *UTILIZACIÓN DE PLANAS DE AMARANTO COMO ALTERNATIVA DE DE FITORREMEDIACIÓN EN SUELOS CONTAMINADOS CON PLAGUICIDAS ORGANOCLORADOS EN LA COMUNIDAD LA TEJANA. MUNICIPIO EL VIEJO, DEPARTAMENTO DE CHINANDEGA EN EL PERÍODO 2007-2009*. MANAGUA. Recuperado el 23 de Febrero de 2024

Hilje Quirós, L; Gamez Lobo, R & León Azofeifa, P. (2021). *La Biodiversidad de Costa Rica en dos siglos de vida independiente, y una mirada hasta el tricentenario*. San José, Costa Rica.. Recuperado el 12 de Enero de 2025

Instituto Nacional Tecnológico. (2017, enero). *Introducción a las ciencias agropecuarias* [PDF]. Recuperado de <https://www.tecnacional.edu.ni/media/Introducción a las Ciencias Agropecuarias opt.pdf>

INSST. (2018). Recuperado el 22 de Enero de 2025, de https://chemicalsafety.ilo.org/dyn/icsc/showcard.display?p_lang=es&p_card_id=0181&p_version=2

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) & Ministerio Agropecuario y Forestal, M. (. (s.f.). Estudio de Cuencas Hidrográficas de la Región Norte (Matagalpa y Jinotega). Obtenido de: <https://hdl.handle.net/11324/18994>. Recuperado el 2 de Enero de 2025

INTAGRI. (2015). *INTAGRI*. Recuperado el 5 de Enero de 2025, de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/nutricion-cultivos-zinc>

INTAGRI. (2015). *INTAGRI*. Recuperado el 5 de Enero de 2025, de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/funciones-criticas-del-boro-en-los-cultivos>

INTAGRI. (2015). *La Capacidad de Intercambio Catiónico del Suelo*. Artículos Técnicos de INTAGRI, México. Recuperado el 2 de Enero de 2025, de <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-capacidad-de-intercambio-cationico-del-suelo>

INTAGRI. (2016). *INTAGRI*. Recuperado el 5 de Enero de 2025, de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/importancia-del-magnesio-en-frutales#:~:text=El%20magnesio%20es%20el%20elemento,fundamental%20en%20todos%20los%20cultivos.&text=En%20el%20suelo%20este%20elemento,de%20las%20plantas%20pueden%20absorberlo.>

INTAGRI. (2017). Eficiente del Fósforo en la Agricultura. *Serie Nutrición Vegetal Núm. 105. Artículos Técnicos de INTAGRI*, 5. Recuperado el 5 de Enero de 2024

INTAGRI. (2017). *INTAGRI*. México. Recuperado el 4 de Enero de 2025, de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/las-funciones-del-potasio-en-la-nutricion->

vegetal#:~:text=El%20potasio%20es%20el%20principal,las%20ra%C3%ADces%20(Figura%203).

INTAGRI. (Abril de 2017). *INTAGRI*. Recuperado el 5 de Enero de 2025, de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/importancia-del-azufre-s-en-las-plantas#:~:text=Tiene%20funciones%20que%20sirven%20a,de%20las%20c%C3%A9lulas%20por%20frio>.

INTAGRI. (2017). *La Conductividad Eléctrica del Suelo en el Desarrollo de los Cultivos*. Artículos Técnico de INTAGRI, México. Recuperado el 5 de Enero de 2025, de <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-conductividad-electrica-del-suelo-en-el-desarrollo-de-los-cultivos>

INTAGRI. (2019). *Funciones del Calcio (Ca) en la Nutrición de los Cultivos*. Recuperado el 4 de Enero de 2025, de <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/funciones-del-calcio-en-la-nutricion-de-los-cultivos>

INTI. (2021). Recuperado el 2 de 12 de 2024, de <https://inti.pe/como-determinar-la-textura-del-suelo-por-metodo-organoleptico/>

Izquierdo, J. (2017). *Contaminación de los suelos agrícolas provocados por el uso de los agroquímicos en la Parroquia San Joaquín*. Cuenca. Recuperado el 26 de Febrero de 2024, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14712/1/UPS-CT007228.pdf>

Junta de Andalucía. (2018). *Pendiente del terreno*. Andalucía. Recuperado el 22 de Noviembre de 2024, de https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/documentos_tecnicos/hydre/5.4.4.1.2.pdf

Lewis, K. A., Tzilivakis, J., Warner, D., & Green, A. (2016). *An international database for pesticide risk assessments and management. Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*. doi:<https://doi.org/10.1080/10807039.2015.1133242>

Meena, S. R., Kumar, S., Datta, R., Lal, R., Vijayakumar, V., Brtnicky, M., Sharma, P. M., Yadav, S. G., Jhariya, K. M., Jangir, K. C., Pathan, I. S., Dokulilova, T., Pecina, V., & Marfo, D. T.

(2020). *Impact of Agrochemicals on Soil Microbiota and Management: A Review*. *Land*, 9(2), 34. <https://doi.org/10.3390/land9020034>

Mendoza, R. (2015). Consorcio integrado para el manejo integrado de suelos fragiles de America Central MIS (1999-2007), financiado por (TSBF). Recuperado el 2 de Enero de 2025

Medina, S., & Vélez, A. (2018). *EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO POR EL EMPLEO DE AGROQUÍMICOS, EN SISTEMAS PRODUCTIVOS DE ARROZ Y PLÁTANO DE LA TROCHA CUATRO DEL MUNICIPIO DE GRANADA (META)*. Bogotá. Recuperado el 20 de Febrero de 2024, de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/13684/2018stefanymedina.pdf?s>

Muñoz, D., Ferreira, M., Escalante, I., & López, J. (2015). *Relación entre la cobertura del terreno y la degradación física y biológica de un suelo aluvial en una región semiárida*. Estado de México. Recuperado el 20 de Noviembre de 2024, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792013000400201#:~:text=La%20degradaci%C3%B3n%20del%20suelo%20se,FAO%2FISRIC%2C%2020000).

Muñoz, O. (2017). *EL SUELO: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN*. Puerto Aysén. Recuperado el 24 de Noveimbre de 2024, de file:///D:/DIAGNOSTICO_DEGRADACION%20DE%20SUELOS_de-mu%C3%B3n%C3%B3z_o.pdf

National Pesticide Information Center. (26 de Enero de 2024). Recuperado el 1 de Agosto de 2024, de <http://npic.orst.edu/ingred/ptype/rodenticide.es.html>

Navarro Rodriguez, I (2020). Estudio comparativo de la calidad del suelo con la implementación de un sistema de pastoreo holístico, en el estado de Queretaro. Cuautitlán Izcalli, México. Recuperado el 20 de Noviembre de 2024.

OMS. (2019). *OMS*. Recuperado el 23 de 12 de 2024, de <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240005662>

Orchardson, E. (4 de Diciembre de 2020). *CIMMYT*. Recuperado el 5 de Enero de 2025, de <https://www.cimmyt.org/es/noticias/el-nitrogeno-en-la-agricultura/>

PRTR. (2017). *PRTR España*. Recuperado el 13 de Enero de 2025, de <https://prtr-es.es/DDT,15620,11.html#>

PRTR. (2017). *PRTR España*. Recuperado el 18 de Enero de 2025, de <https://prtr-es.es/Endrin,15626,11.html#>

PRTR. (2017). *PRTR España*. Recuperado el 16 de Enero de 2025, de <https://prtr-es.es/clorpirifos,15619,11.html>

Reyes, O. A. (Junio de 2020). *Repositorio institucional UNAN León*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2024, de <http://hdl.handle.net/123456789/893>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (26 de Agosto de 2019). *Gobierno de México*. Recuperado el 2 de Agosto de 2024, de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-es-y-para-que-sirve-el-fertilizante>

SEIPASA. (18 de Febrero de 2021). *SEIPASA*. Recuperado el 4 de Enero de 2025, de <https://www.seipasa.com/es/blog/hierro-en-las-plantas-y-correccion-de-la-clorosis-ferrica/#:~:text=El%20hierro%20en%20las%20plantas%20tiene%20como%20funci%C3%B3n%20principal%20la,la%20planta%20de%20producir%20clorofila>.

Sela, G. (19 de Marzo de 2021). *Cropaia*. Recuperado el 6 de Enero de 2025, de <https://cropaia.com/es/blog/el-ph-del-suelo/#:~:text=El%20pH%20del%20suelo%20es,de%20los%20coloides%20del%20suelo>.

SEMARNAT. (2015). *Secretaría de medio ambiente y recursos naturales*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2024, de <https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/Atlas2015/atmosfera.html>

Tatíe, R (2015). *Agroambiente*. Turrialba Costa Rica. Recuperado el 15 de Enero de 2025

Universidad de Valencia. (10 de Diciembre de 2015). *Universidad de Valencia*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2024, de <https://www.uv.es/uvweb/master-quimica/es/blog/agroquimicos-mas-utilizados-1285949128883/GasetaRecerca.html?id=1285953068917>

XIII. Anexos

Instrumento de Observación Directa en Campo

Tipo: Guía de observación directa

Dirigido a: Investigador o técnico evaluador en finca “El Manantial”

Objetivo: Registrar de manera estructurada las condiciones físicas, químicas y biológicas visibles del suelo, así como las prácticas agrícolas observadas en campo durante el primer semestre del año 2025.

❖ Datos generales del observador

Nombre del observador: Heliam Areyson Martinez Samayoa

Fecha de observación: 11/10/2024

Lote observado:

Catimor (Caturra x Timor):

- Lote 1: 3.5 manzanas
- Lote 2: 4 manzanas
- Lote 3: 3.5 manzanas

Parainema:

- Lote 1: 3 manzanas
- Lote 2: 3.5 manzanas

Hora de inicio: 8:00AM Hora de finalización: 1:30 PM

❖ Sección A: Observación del Suelo

1. Color del suelo: Café oscuro y amarillento
2. Textura aparente (arenosa, limosa, arcillosa, etc.): Arcillosa
3. Presencia de costras superficiales o compactación: [X] Sí [] No

4. Retención de humedad (observación visual): [] Alta [X] Media [] Baja

5. Presencia de materia orgánica visible: [X] Alta [] Media [] Baja

6. Presencia de organismos del suelo (lombrices, insectos, etc.): [X] Sí [] No

Especifique si es posible: Lombrices

❖ **Sección B: Observación de Prácticas Agrícolas**

1. Uso de agroquímicos observado:

- Ferticafé
- Rotan
- Newfol Café SL
- Foliar Mix
- Solucat
- Ráfaga 20 SL
- Pamek 35 SL
- Rootout 36 SL
- Dipel 6.4 WG
- Silvacur Combi 30 EC
- Fungomax 30 EC
- Carbendazim 50 SC

2. Aplicación reciente de productos: [] Sí [x] No

Fecha aproximada: -----

3. Tipo de equipo usado para la aplicación (si aplica):

Bombas y Motobombas

4. Presencia de barreras vivas (musáceas, cítricos u otras): [X] Sí [] No

Ubicación y estado: Entre surco, buen estado

5. Presencia de cobertura vegetal o mulch: [X] Sí [] No

Tipo de cobertura: Hojas de musáceas

❖ **Sección C: Observaciones Generales**

1. Comentarios sobre el estado general del suelo y la finca:

La finca no cuenta con un registro y control de los agroquímicos usados, así como conocimiento técnico para la aplicación de los mismos. El suelo lucía con grietas y compactado.

2. Sugerencias o recomendaciones preliminares:

Emplear un plan agroecológico para el manejo de finca y monitoreo del suelo.

Instrumento de Levantamiento de Información en Campo

Tipo: Guía de entrevista semiestructurada

Dirigido a: Encargado/a o técnico agrícola de la finca “El Manantial”

Objetivo: Obtener información detallada sobre el uso de agroquímicos, las prácticas de manejo del cultivo y las condiciones observadas del suelo.

❖ Datos generales del entrevistado

Nombre completo: Boanerges Martínez Ochoa

Cargo o rol en la finca: Propietario

Tiempo que trabaja en la finca: 11 años

Fecha de la entrevista: 11/10/2024

❖ Sección A: Manejo de agroquímicos

1. ¿Qué tipo de agroquímicos se utilizan en la finca?

Fertilizantes Herbicidas Insecticidas Fungicidas Otros: _____

2. ¿Con qué frecuencia se aplican los agroquímicos?

Semanal Quincenal Mensual Según necesidad Fertilizantes

Semanal Quincenal Mensual Según necesidad Otros: Cada 3 meses
Herbicidas

Semanal Quincenal Mensual Según necesidad Insecticidas

Semanal Quincenal Mensual Según necesidad Fungicidas

3. ¿Cuáles son los productos más usados? Mencione nombre comercial y dosis aproximada.

- Cobre (resistencia a enfermedades)
- Ferticafé
- Rotan
- Newfol Café SL

- Foliar Mix
- Solucat
- Ráfaga 20 SL
- Pamek 35 SL
- Rootout 36 SL
- Dipel 6.4 WG
- Silvacur Combi 30 EC
- Fungomax 30 EC
- Carbendazim 50 SC

Lo aplico según la ficha técnica.

4. ¿Quién recomienda los productos que se aplican?

Técnico agrícola Comercializador Experiencia propia Otro: _____

5. ¿Cómo se aplican los agroquímicos?

Manual Motobomba Fumigadora Otro: _____

❖ **Sección B: Percepción sobre el suelo**

6. ¿Ha notado algún cambio en el suelo desde que se inició el uso de agroquímicos?

Sí No Si su respuesta es sí, explique: Se han generado grietas superficiales en el suelo y compactación

7. ¿Cómo describe actualmente el suelo de los lotes de café?

- Color: Terracota - Textura: Arcillosa - Malezas: Sí

- Retención de humedad: Media a alta Lombrices/organismos: Lombrices

8. ¿Realizan análisis de suelo con regularidad?

Sí — Frecuencia: _____ No — ¿Por qué? No tengo tiempo

❖ **Sección C: Prácticas agroecológicas**

9. ¿Utilizan prácticas de conservación de suelo?

[x] Sí [] No Si su respuesta es sí, indique cuáles:

(x) Barreras vivas (musáceas, cítricos) () Abonos orgánicos (x) Cobertura vegetal

() Curvas de nivel () Otra: _____

10. ¿Estarían interesados en implementar prácticas agroecológicas alternativas para reducir el uso de agroquímicos?

[x] Sí [] No ¿Por qué? Para poder remediar el daño al suelo.

❖ **Observaciones adicionales del entrevistador:**

La finca no cuenta con un manejo tecnificado, el control y manejo se realiza en base a la experiencia del productor.

Foto 1. Lote 1, finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Foto 2. Lote 2, finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Foto 3. Lote 3, finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Foto 3. Lote 3, finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Foto 4. Lote 3, finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Foto 5. Lote 3, finca “El Manantial”, octubre 2024



Foto 6. Lote 2, finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Foto 7. Lote 5, finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Foto 8. Café uva, finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Foto 9. Quintal de café uva, finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Foto 10. Lote 4, finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Foto 11. Carbendazim 50 SC, agroquímico empleado en finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Foto 12. Fungomax 30 EC, agroquímico empleado en finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Foto 13. Newfol Café SL, agroquímico empleado en finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Foto 14. Silvacur Combi 30 SC, agroquímico empleado en finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Foto 15. Rafaga 20 SL, agroquímico empleado en finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Foto 16. Pamek 36 SL, agroquímico empleado en finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Foto 17. Solucat, agroquímico empleado en finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Foto 18. Root Out 36 SL, agroquímico empleado en finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Foto 19. Foliar Mix, agroquímico empleado en finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Foto 20. Dipel 6,4 WG, agroquímico empleado en finca “El Manantial”, octubre 2024



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

Remisión de muestra

	LABORATORIOS QUÍMICOS, S. A. LAQUISA REMISIÓN DE MUESTRAS REGISTRO DE PROCESO Código del Documento: LAQUISA-RT-FM-72
---	---

I. Confidencialidad de la Información

1. El LABORATORIO se hace responsable y garantiza la confidencialidad de la información proporcionada por sus CLIENTES.
2. En el caso de requerimientos de tipo legal, donde al LABORATORIO le sea necesario revelar información y ponerla al alcance de la autoridad competente, se solicitará con antelación, la aprobación del CLIENTE por medio de un correo electrónico, salvo que esté prohibido por la ley.
3. El LABORATORIO podría revelar información a auditores de la Oficina Nacional de Acreditación (ONA), auditores de la Cooperación Inter Americana de Acreditación (IAAC) y auditores internos (que sea personal externo al laboratorio). El laboratorio mantendrá asegurada la confidencialidad de la información revelada, bajo un acuerdo de confidencialidad y no divulgación de la información, que es legalmente ejecutable. Si este caso aconteciese, se informará al CLIENTE por correo electrónico, en un plazo no mayor de 3 días hábiles posteriores de haber proporcionado la información.
8. Los resultados de los análisis solamente se refieren a la muestra entregada en el LABORATORIO.
9. El LABORATORIO no dará inicio a la realización de análisis, si el pago no ha sido realizado.
10. Después de un mes de elaborado el informe de los resultados el LABORATORIO no es responsable de la integridad y conservación de la muestra.
11. Los costos iniciales de los servicios pueden cambiar por la solicitud de parámetros adicionales a los inicialmente solicitados. Los costos de los análisis son establecidos según la lista de precios vigente.
12. El LABORATORIO podrá realizar modificaciones al acuerdo inicial unilateralmente, en el caso de no poder informar oportunamente al cliente, por la ocurrencia de imprevistos técnicos.
13. La entrega del original del informe de resultados y de las facturas se hará en las instalaciones del LABORATORIO, en caso de que se solicite el envío por otro medio, el LABORATORIO no se responsabiliza por la dilación de entrega.
14. Si el informe de resultados es requerido por medio electrónico, el cliente deberá marcar el campo "SI" para la autorización del envío.
15. La información requerida refiere a lo siguiente:

Nombre de la muestra: Descripción con la cual desea nombrar a su muestra, ejemplo: Lote, Plantio, Alimento Camarón, Urea, Calicata, etc.

Descripción de la muestra: Tipo de muestra que envía ejemplo: Abono, Fertilizante, Agua, Suelo, Raíz, Fruto, Verdura, Concentrado, etc.

Parámetros solicitados: Ensayos de Laboratorio que usted desea.

Lugar de Muestreo: Descripción del Lugar donde se tomó la muestra ejemplo: Bodega, Planta, Contenedor, Finca, Rio, Pozo, etc.

Municipio/Departamento: Se describe el Municipio y Departamento donde se tomó la muestra.

Fecha de Muestreo: Se coloca la fecha en que se realizó la toma de la muestra.

Observaciones: Información adicional que desea notificarnos.

Fecha de Aprobación:
2019-08-09

Código:
LAQUISA-RT-FM-72

Versión: 2.2

Página 1 de 2



III. Datos del Cliente

Empresa:	Heliam Areyson Martínez Samayo	Teléfono:	-
Dirección:	Escuela Guanuca 3 cuadras al Sur ½ cuadra al Oeste, Matagalpa	Email:	samayoaelian@gmail.com
Contacto:	Heliam Areyson Martínez Samayo	Celular:	86342097
Autoriza envío de informe por email:		SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
		Nº Cotización:	27071

IV. Descripción de Muestras

Muestra Remitida	Identificación (Descripción de Muestra)	Parámetros Solicitados	Lugar de Muestreo	Municipio / Dpto	Fecha de Muestreo	Observación
Lotes: Catimor y Parainema	Suelo	Completo+B+S+Al +Ac+CIC+CE+Sat uración de Acidez + Organoclorado y Organofosforado en Suelo (Aldrin, DDT, Endrin, Endosulfan, Clorpirifos, Diazinon, Dimetato, Metil Paration, Malathion, Monocrotophos, Profenofos, Terbufos)	Matagalpa / Matagalpa Finca cafetalera "El manantial"	Matagalpa / Matagalpa	2024/10/11	SU-3147-24

Nota 1: Ingresar las filas que sean necesarias

V. Verificación de las condiciones de ingreso de la muestra al Laboratorio (Estos campos son llenados por el Laboratorio)

Verificación de las condiciones de ingreso de la muestra al Laboratorio					
Fecha de recepción:	2024/10/15	Hora de recepción:	08:56 am	Entregado por:	Cargotrans
Total de Muestras Recibidas:	1	Recibidas por:	Isabel Vilchez		
Observaciones:	Muestra compuesta de dos lotes.				

Fecha de Aprobación:	2019-08-09	Código:	LAQUISA-RT-FM-72	Versión:	2.2	Página 2 de 2
----------------------	------------	---------	------------------	----------	-----	---------------

Informe de análisis de laboratorio



LABORATORIOS QUÍMICOS, S.A.
LAQUISA



LAQUISA-RT-FM-68-E

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: Heliam Areyson Martínez Samayoa
Dirección: Escuela Guanuca 3 cuadras al Sur, ½ cuadra al Oeste, Matagalpa.
Nombre de muestra: Lotes: Catimor y Paraínema
Descripción muestra: Suelo
Fecha ingreso: 2024/10/15
Ref. laboratorio: SU-3147-24
Número de muestra: -

Lugar de muestreo: Finca cafetalera "El Manantial"
Municipio/Depto.: Matagalpa / Matagalpa
Fecha muestreo: 2024/10/11
Fecha de realización de ensayo: 2024/10/16-2024/10/28
Fecha de emisión: 2024/10/28
Muestreado por: Cliente

Ánalisis	Método	Unidad	Resultado
*pH	NTC 5264:2018	-	6,06
*Materia Orgánica	NOM-021-RECNAT-2000 / AS-07	%	4,99
Nitrógeno	Calculado (de Materia Orgánica)	%	0,25
Fósforo	NTC 5350	mg/kg	7,59
*Potasio	NTC 5349:2008	cmol+/kg	0,872
*Calcio	NTC 5349:2008	emol+/kg	9,685
*Magnesio	NTC 5349:2008	cmol+/kg	2,999
Hierro	NTC 5526	mg/kg	177,86
Cobre	NTC 5526	mg/kg	24,97
Zinc	NTC 5526	mg/kg	15,37
Manganese	NTC 5526	mg/kg	15,44
Boro	NTC 5404	mg/kg	0,06
Azufre	NTC 5402 - 2006	mg/kg	17,78
Acidez Intercambiable	NOM-021-RECNAT-2000 / AS-33	cmol+/kg	0,16
Aluminio Intercambiable	NOM-021-RECNAT-2000 / AS-33	cmol+/kg	ND (<0,1)

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida, de los ítems sometidos a ensayo y el cliente de la información proporcionada.
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA

ND: No Detectado.

Benito Zapata Amaya

Lic. Benito Zapata Amaya
Director Ejecutivo

Joel González

Lic. Joel Antonio González Salmerón
Resp. de Suelo



"Este informe electrónico es emitido al cliente con carácter informativo, el informe oficial es impreso en hoja de papel tamaño carta, membretado, sellado y con firma manuscrita. El cliente es responsable de garantizar la no alteración del mismo".

Para verificar los ensayos dentro del alcance de acreditación, escanear el siguiente código QR.

Página 1 de 2

Km 83 Carretera Managua-León recepcionlaquisa@gmail.com / resultadoslaquisa@gmail.com 2310 - 2583 / 8854 - 2550

NTN ISO/IEC 17025 TERCERA EDICIÓN 2017-1



LABORATORIOS QUÍMICOS, S.A. LAQUISA



LAQUISA-RT-FM-68-E

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: Heliam Areyson Martínez Samaya
Dirección: Escuela Guanuca 3 cuadras al Sur, ½ cuadra al Oeste, Matagalpa.
Nombre de muestra: Lotes: Catimor y Parainema
Descripción muestra: Suelo
Fecha ingreso: 2024/10/15
Ref. laboratorio: SU-3147-24
Número de muestra: -

Lugar de muestreo:
Municipio/Depto.: Finca cafetalera "El Manantial"
Matagalpa / Matagalpa
Fecha muestreo: 2024/10/11
Fecha de realización de ensayo: 2024/10/16-2024/10/28
Fecha de emisión: 2024/10/28
Muestreado por: Cliente

Análisis	Método	Unidad	Resultado
Capacidad de Intercambio Cationico (CIC)	NTC 5268 - 2004	cmol+/kg	14,05
*Conductividad Eléctrica	NTC 5596:2008	µS/cm	221,03
Saturación de Acidez	Calculado	%	1,13
Densidad Aparente	ASTM D 7263-09 (Modificado)	g/ml	1,19
Arcilla	NTC 6299: 2018	%	38,0
Limo	NTC 6299: 2018	%	30,1
Arena	NTC 6299: 2018	%	31,9
Textura	NTC 6299: 2018	-	Franco Arcillosa
Ca+Mg/K	Calculado	-	14,55
Ca/Mg	Calculado	-	3,23
Ca/K	Calculado	-	11,11
Mg/K	Calculado	-	3,44

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida, de los ítems sometidos a ensayo y el cliente de la información proporcionada. Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA.

ND: No Detectado.

Lic. Benito Zapata Amaya
Director Ejecutivo

Lic. Jocel Antonio González Salmerón
Resp. de Suelo

.....Fin del Informe de Análisis.....

"Este informe electrónico es emitido al cliente con carácter informativo, el informe oficial es impreso en hoja de papel tamaño carta, membretado, sellado y con firma manuscrita. El cliente es responsable de garantizar la no alteración del mismo".

Para verificar los ensayos dentro del alcance de acreditación, escanear el siguiente código QR.



Página 2 de 2



Km 83 Carretera Managua-León



receptionlaquisa@gmail.com / resultadoslaquisa@gmail.com



2310 - 2583 / 8854 - 2550

NTN ISO/IEC 17025 TERCERA EDICIÓN 2017-11



LABORATORIOS QUÍMICOS, S.A. LAQUISA

LAQUISA-RT-FM-68-E

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: Heliam Areysón Martínez Samaya
Dirección: Escuela Guanuca 3 cuadras al Sur, ½ cuadra al Oeste, Matagalpa.
Nombre de muestra: Lotes: Catimor y Parainema
Descripción muestra: Suelo
Fecha ingreso: 2024/10/15
Ref. laboratorio: SU-3147-24A
Número de muestra: -

Lugar de muestreo:
Municipio/Depto.: Finca cafetalera "El Manantial"
Matagalpa / Matagalpa
Fecha muestreo: 2024/10/11
Fecha de realización de ensayo: 2024/10/16-2024/10/30
Fecha de emisión: 2024/10/30
Muestreado por: Cliente

Análisis	Método	Unidad	Resultado
Aldrin	Cromatografía de Gases	µg/kg	ND(<0,03)
DDT	Cromatografía de Gases	µg/kg	ND(<0,03)
Endrin	Cromatografía de Gases	µg/kg	ND(<0,03)
Endosulfan	Cromatografía de Gases	µg/kg	ND(<0,03)
Clopirifos	Cromatografía de Gases	µg/kg	ND(<0,03)
Diazinon	Cromatografía de Gases	µg/kg	ND(<0,03)
Dimetatoato	Cromatografía de Gases	µg/kg	ND(<0,03)
Metil Paration	Cromatografía de Gases	µg/kg	ND(<0,03)
Malathion	Cromatografía de Gases	µg/kg	ND(<0,03)
Monocrotophos	Cromatografía de Gases	µg/kg	ND(<0,03)
Profenofos	Cromatografía de Gases	µg/kg	ND(<0,03)
Terburos	Cromatografía de Gases	µg/kg	ND(<0,03)

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida, de los ítems sometidos a ensayo y el cliente de la información proporcionada.
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA

ND: No Detectado.

Lic. Benito Zapata Amaya
Director Ejecutivo

Lic. Indiana Lucía Acosta López
Vice-Directora Ejecutiva

.....Fin del Informe de Análisis.....

"Este informe electrónico es emitido al cliente con carácter informativo, el informe oficial es impreso en hoja de papel tamaño carta, membretado, sellado y con firma manuscrita. El cliente es responsable de garantizar la no alteración del mismo".

Página 1 de 1

Km 83 Carretera Managua-León recepcionlaquisa@gmail.com / resultadoslaquisa@gmail.com 2310 - 2583 / 8854 - 2550



LABORATORIOS QUÍMICOS, S.A. LAQUISA



LAQUISA-RT-FM-68-E

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: Heliam Areyson Martínez Samaya
Dirección: Escuela Guanuca 3 cuadras al Sur, ½ cuadra al Oeste, Matagalpa.
Nombre de muestra: Lotes: Catimor y Parainema
Descripción muestra: Suelo
Fecha ingreso: 2024/10/15
Ref. laboratorio: SU-3147-24
Número de muestreo: -

Lugar de muestreo:
Municipio/Depto.: Finca cafetalera "El Manantial"
Matagalpa / Matagalpa
Fecha muestreo: 2024/10/11
Fecha de realización de ensayo: 2024/10/16-2024/10/28
Fecha de emisión: 2024/10/28
Muestreado por: Cliente

Análisis	Método	Unidad	Resultado
*pH	NTC 5264:2018	-	6,06
*Materia Orgánica	NOM-021-REC-NAT-2000 / AS-07	%	4,99
Nitrógeno	Calculado (de Materia Orgánica)	%	0,25
Fósforo	NTC 5350	mg/kg	7,59
*Potasio	NTC 5349:2008	cmol+/kg	0,872
*Calcio	NTC 5349:2008	cmol+/kg	9,685
*Magnesio	NTC 5349:2008	cmol+/kg	2,999
Hierro	NTC 5526	mg/kg	177,86
Cobre	NTC 5526	mg/kg	24,97
Zinc	NTC 5526	mg/kg	15,37
Manganese	NTC 5526	mg/kg	15,44
Boro	NTC 5404	mg/kg	0,06
Azufre	NTC 5402 - 2006	mg/kg	17,78
Acidez Intercambiable	NOM-021-REC-NAT-2000 / AS-33	cmol+/kg	0,16
Aluminio Intercambiable	NOM-021-REC-NAT-2000 / AS-33	cmol+/kg	ND (-0,1)

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida, de los ítems sometidos a ensayo y el cliente de la información proporcionada. Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA

ND: No Detectado.

Lic. Benito Zapata Amaya
Director Ejecutivo

Lic. Joel Antonio González Salmerón
Resp. de Suelo



"Este informe electrónico es emitido al cliente con carácter informativo, el informe oficial es impreso en hoja de papel tamaño carta, membretado, sellado y con firma manuscrita. El cliente es responsable de garantizar la no alteración del mismo".

Para verificar los ensayos dentro del alcance de acreditación, escanear el siguiente código QR.

Página 1 de 2



Km 83 Carretera Managua-León



receptionlaquisa@gmail.com / resultadoslaquisa@gmail.com



2310 - 2583 / 8854 - 2550

NTN ISO/IEC 17025 TERCERA EDICIÓN 2017-11



LABORATORIOS QUÍMICOS, S.A. LAQUISA



LAQUISA-RT-FM-68-E

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: Heliam Areyson Martínez Samaya
Dirección: Escuela Guanuca 3 cuadras al Sur, ½ cuadra al Oeste, Matagalpa.
Nombre de muestra: Lotes: Catimor y Parainema
Descripción muestra: Suelo
Fecha ingreso: 2024/10/15
Ref. laboratorio: SU-3147-24
Número de muestra: -

Lugar de muestreo:
Municipio/Depto.: Finca cafetalera "El Manantial"
Matagalpa / Matagalpa
Fecha muestreo: 2024/10/11
Fecha de realización de ensayo: 2024/10/16-2024/10/28
Fecha de emisión: 2024/10/28
Muestreado por: Cliente

Análisis	Método	Unidad	Resultado
Capacidad de Intercambio Cationico (CIC)	NTC 5268 - 2004	cmol+/kg	14,05
*Conductividad Eléctrica	NTC 5596:2008	µS/cm	221,03
Saturación de Acidez	Calculado	%	1,13
Densidad Aparente	ASTM D 7263-09 (Modificado)	g/ml	1,19
Arcilla	NTC 6299: 2018	%	38,0
Limo	NTC 6299: 2018	%	30,1
Arena	NTC 6299: 2018	%	31,9
Textura	NTC 6299: 2018	-	Franco Arcillosa
Ca+Mg/K	Calculado	-	14,55
Ca/Mg	Calculado	-	3,23
Ca/K	Calculado	-	11,11
Mg/K	Calculado	-	3,44

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida, de los ítems sometidos a ensayo y el cliente de la información proporcionada. Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA.

ND: No Detectado.

Lic. Benito Zapata Amaya
Director Ejecutivo

Lic. Jocel Antonio González Salmerón
Resp. de Suelo

.....Fin del Informe de Análisis

"Este informe electrónico es emitido al cliente con carácter informativo, el informe oficial es impreso en hoja de papel tamaño carta, membretado, sellado y con firma manuscrita. El cliente es responsable de garantizar la no alteración del mismo".

Para verificar los ensayos dentro del alcance de acreditación, escanear el siguiente código QR.



Página 2 de 2

Km 83 Carretera Managua-León recepcionlaquisa@gmail.com / resultadoslaquisa@gmail.com 2310 - 2583 / 8854 - 2550

NTN ISO/IEC 17025 TERCERA EDICIÓN 2017-11



LABORATORIOS QUÍMICOS, S.A. LAQUISA

LAQUISA-RT-FM-68-E

INFORME DE ANÁLISIS

Cliente: Heliam Areysón Martínez Samaya
Dirección: Escuela Guanuca 3 cuadras al Sur, ½ cuadra al Oeste, Matagalpa.
Nombre de muestra: Lotes: Catimor y Parainema
Descripción muestra: Suelo
Fecha ingreso: 2024/10/15
Ref. laboratorio: SU-3147-24A
Número de muestra: -

Lugar de muestreo:
Municipio/Depto.: Finca cafetalera "El Manantial"
Matagalpa / Matagalpa
Fecha muestreo: 2024/10/11
Fecha de realización de ensayo: 2024/10/16
Fecha de emisión: 2024/10/28
Muestreado por: Cliente

Análisis	Método	Unidad	Resultado
Aldrin	Cromatografía de Gases	µg/kg	
DDT	Cromatografía de Gases	µg/kg	
Endrin	Cromatografía de Gases	µg/kg	
Endosulfan	Cromatografía de Gases	µg/kg	
Clopirifos	Cromatografía de Gases	µg/kg	
Diazinon	Cromatografía de Gases	µg/kg	
Dimetatoato	Cromatografía de Gases	µg/kg	
Metil Paration	Cromatografía de Gases	µg/kg	
Malathion	Cromatografía de Gases	µg/kg	
Monocrotophos	Cromatografía de Gases	µg/kg	
Profenofofos	Cromatografía de Gases	µg/kg	
Terbúfolos	Cromatografía de Gases	µg/kg	

LAQUISA, es responsable de la exactitud de los resultados de la muestra recibida, de los ítems sometidos a ensayo y el cliente de la información proporcionada.
Para la reproducción de este informe deberá haber un escrito autorizado por LAQUISA

ND: No Detectado.

Lic. Benito Zapata Amaya
Director Ejecutivo

Lic. Indiana Lucía Acosta López
Vice-Directora Ejecutiva

.....Fin del Informe de Análisis.....

"Este informe electrónico es emitido al cliente con carácter informativo, el informe oficial es impreso en hoja de papel tamaño carta, membretado, sellado y con firma manuscrita. El cliente es responsable de garantizar la no alteración del mismo".

Página 1 de 1



Km 83 Carretera Managua-León



receptionlaquisa@gmail.com / resultadoslaquisa@gmail.com



2310 - 2583 / 8854 - 2550