



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“CARACTERIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE LA TÉCNICA DE
CROMATOGRAFÍA EN PAPEL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE
AGUA DE RIEGO CANAL CENTRAL TOACASO, CANTÓN LATACUNGA,**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniera
Agrónoma

Autor:

Obando Pullotasig Katherine Mishell

Tutor:

Chasi Vizuete Wilman Paolo Ing. Mg.

LATACUNGA- ECUADOR

Agosto 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Obando Pulloasig Katherine Mishell, con cédula de ciudadanía No. 055027735- 4 declaro ser autora del presente proyecto de investigación: “Caracterización de suelos mediante la técnica de cromatografía en papel en el Área de Influencia del Sistema de Agua de Riego Canal Central Toacaso, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi”, siendo el Ingeniero Mg. Wilman Paolo Chasi Vizúete, tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, 03 de agosto del 2021

Obando Pulloasig Katherine Mishell

Estudiante

CC: 05502773544

Ing. Mg. Chasi Vizúete Wilman Paolo

Docente Tutor

CC: 0502409725

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **OBANDO PULLOTASIG KATHERINE MISHELL**, identificada cédula de ciudadanía 0550277354, de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA.- LA CEDENTE es una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería en Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Caracterización de suelos mediante la técnica de cromatografía en papel en el área de influencia del Sistema de Agua de Riego Canal Central Toacaso, Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2016 – Marzo 2017

Finalización de la carrera: Abril 2021- Agosto 2021

Aprobación en Consejo Directivo: 20 de mayo del 2021

Tutor: Ing. Mg. Wilman Paolo Chasi Vizquete

Tema: “Caracterización de suelos mediante la técnica de cromatografía en papel en el área de influencia del Sistema de Agua de Riego Canal Central Toacaso, Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi”

CLÁUSULA SEGUNDA.- LA CESIONARIA es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA.- Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA.- OBJETO DEL CONTRATO: Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA.- El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA.- El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA.- CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.- Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **LA CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA.- LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS.- **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA.- El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en las cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA.- En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA.- Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 03 días del mes de agosto del 2021.

Obando Pulloasig Katherine Mishell
EL CEDENTE

Ing. Ph.D. Cristian Tinajero Jiménez
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“CARACTERIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE LA TÉCNICA DE CROMATOGRFÍA EN PAPEL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE AGUA DE RIEGO CANAL CENTRAL TOACASO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI” de Obando Pulloasig Katherine Mishell, de la carrera de Ingeniería en Agronomía, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 03 de agosto del 2021

Ing. Mg. Wilman Paolo Chasi Vizquete

DOCENTE TUTOR

CC: 0502409725

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, la postulante: Obando Pulloasig Katherine Mishell, con el título del Proyecto de Investigación: “CARACTERIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE LA TÉCNICA DE CROMATOGRAFÍA EN PAPEL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE AGUA DE RIEGO CANAL CENTRAL TOACASO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 03 de agosto del 2021

Lector 1 (Presidente)
Ph.D. Rafael Hernández Maqueda
CC: 1757148109

Lector 2
Ing. Mg. Cristian Santiago Jiménez Jacome
CC:0501946263

Lector 3
Ing. Mg. Alexandra Isabel Tapia Borja
CC:0502661754

AGRADECIMIENTO

Al Director Ejecutivo de la Fundación Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas “CESA”, por el apoyo incondicional en este trabajo.

A mis tutores externos Ing. Ricardo Suarez e Ing. Wilson Riera, por su colaboración incondicional en el desarrollo del presente trabajo.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas de tan noble institución y a todos los docentes que estuvieron presentes en mi proceso de formación académica.

A mi tutor de proyecto Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuite, por su asesoramiento en el presente trabajo, por su apoyo invaluable y desinteresado en el proceso y desarrollo de la investigación.

A mis compañeros de carrera Karen Caiza, Alex Chango, Paúl Morales y Jonathan Morocho por su apoyo desinteresado para la culminación de este trabajo.

Katherine Mishell Obando Pullozasig

DEDICATORIA

Esta investigación se la dedico a Dios, a la virgen de la Merced y a mis padres que supieron guiar mi camino desde la niñez y que siempre me apoyaron durante toda mi vida estudiantil a ellos mi eterna gratitud y dedicación.

A mi abuela Isabel, que con su sabiduría que no era propia de la academia, supo guiar mi camino y que ahora alumbra ese camino, como la estrella más brillante del firmamento.

Con inmensurable cariño a mis hermanas Nataly y Paola, a mis familiares y amigos cercanos por su apoyo moral y confianza.

Con eterna gratitud a la Central Ecuatoriana de Servicios Agrícolas “CESA”, por abrirme las puertas de la institución e impartirme conocimientos y experiencias que me enriquecieron como persona y profesional.

Kate

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “CARACTERIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE LA TÉCNICA DE CROMATOGRAFÍA EN PAPEL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE AGUA DE RIEGO CANAL CENTRAL TOACASO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI”.

AUTOR: Obando Pullozasig Katherine Mishell

RESUMEN

La presente investigación se realizó en el área de influencia del Sistema de Agua de Riego Canal Central Toacaso, tuvo como objetivo caracterizar el suelo mediante la técnica de cromatografía en papel. Para el cumplimiento del objetivo planteado se tomó en cuenta tres ramales Cruz 1, Yugsiche Bajo y Cruz 2 y se usó la metodología planteada por (Restrepo-Rivera & Pinheiro, 2011) donde se recolectó diez muestras de suelo por cada ramal y se realizó el análisis cromatográfico. Así como también se levantó el mismo número de encuestas al productor, con la finalidad de conocer el manejo técnico y cultural de la producción agrícola. Para determinar el estado composicional del suelo se recolecto muestras compuestas de cada uno de los ramales y se analizaron en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Con los datos obtenidos y cromatogramas analizados se estableció que en el suelo del Ramal (Cruz 1) presenta un buen manejo de maquinaria agrícola, y buena cantidad de materia orgánica y actividad microbiológica, en donde se usan agroquímicos como glifosato, nitratos y sulfatos, resultado de la presencia de pastos en el sector, que muestra un suelo que se maneja con un sistema de producción temporal, con posibilidad de compactación y degradación. En el suelo del Ramal (Yugsiche Bajo) se evidencia la extralimitación de maquinaria agrícola, afectando la estructura del suelo y mostrando este una degradación y compactación, se evidencia la presencia de materia orgánica y presencia de altos niveles fósforo que es el efecto del uso de gallinaza en el sector, esto corrobora el análisis de suelo en donde se tiene alto contenido Alto de fósforo con 53 ppm , por tanto es un suelo con un sistema de producción temporal, en donde ya hay compactación y posible momificación de la materia orgánica. El suelo del Ramal (Cruz 2) muestra, un manejo tecnificado de maquinaria, con buena estructura, buena presencia de materia orgánica con características de mala aplicación y descomposición, así también, muestra momificación de la materia orgánica, los agroquímicos que se usan son glifosatos y sulfatos, aquí tenemos un sistema de producción temporal, donde demuestra que las enmiendas de suelo no se están utilizando correctamente. Del contraste realizado se demostró que existe un 57,14 % de validación de información entre las cromatografías del suelo, encuestas levantadas al productor y los análisis de composición del suelo, lo que permite concluir que el área de influencia del Sistema de Agua de Riego Canal Central Toacaso tiene un sistema de producción temporal, con inicios de degradación, la saturación y momificación de materia orgánica.

Palabras clave: Cromatograma, caracterización, Toacaso, Suelo, Riego

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

Theme: “Characterization of Soils by Paper Chromatography in the Area of Influence of the Toacaso Central Canal Irrigation Water System, Latacunga Canton, Province of Cotopaxi.”

Author: Obando Pullozasig Katherine Mishell

ABSTRACT

This research was carried out in the area of influence in Toacaso Central Canal Irrigation Water System; its objective was to characterize the soil using the paper chromatography technique. In order to meet the proposed objective, three branches Cruz 1, Yugsiche Bajo, and Cruz 2, were taken into account, and the methodology proposed by (Restrepo-Rivera & Pinheiro, 2011) was used where ten soil samples were collected for each branch and the chromatographic analysis. The exact number of surveys to the producer to know the technical and cultural management of agricultural production. To determine the compositional state of the soil, samples composed of each of the branches were collected and analyzed at the National Institute for Agricultural Research (INIAP). With the data obtained and chromatograms analyzed, it was established that the soil of the Ramal (Cross 1) presents good handling of agricultural machinery and a good amount of organic matter and microbiological activity. Where agrochemicals glyphosate, nitrates, and sulfates are used, the result of pastures in the sector, which shows a soil managed with a temporary production system, with the possibility of compaction degradation. In the soil of the Ramal (Yugsiche Bajo), there is evidence that the excess agricultural machinery affects the soil's structure and shows degradation and compaction. The presence of organic matter and the presence of high phosphorus levels are evidenced, which is the effect of the use of Poultry manure in the sector; this corroborates the soil analysis where there is a high content of High phosphorus with 53 ppm. Therefore, soil with a temporary production system already compaction and possible mummification of organic matter. The soil of the Ramal (Cross 2) shows a technician handling of machinery, with good structure, a good presence of organic matter with characteristics of poor application and decomposition. As well as shows mummification of organic matter, the agrochemicals used are glyphosates and sulfates, here we have a temporary production system, where it shows that the soil amendments are not being used correctly. From the contrast carried out, it was shown that there is a 57.14% validation of information between the soil chromatographies, surveys carried out to the producer, and the soil composition analyzes, which allows concluding that the area of influence of the Toacaso Central Canal Irrigation Water System has a temporary production system, with the beginning of degradation, saturation, and mummification of organic matter.

Keywords: Chromatogram, Characterization, Toacaso, Soil, Irrigation.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vi
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	¡Error! Marcador no definido.
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	1
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.	2
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.	2
6. OBJETIVOS:	4
6.1. Objetivo General	4
6.2. Objetivos Específicos	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
8.1 Suelo	7
8.2 Fertilidad De Suelo	7
8.2.1 Materia mineral	7
8.2.2 Materia orgánica	8
8.3 Indicadores de la Fertilidad de Suelo	8
8.3.1 Indicadores físicos	9

8.3.2 Indicadores químicos	9
8.3.3 Indicadores biológicos	10
8.4 Análisis Químico De Suelos	10
8.5 Cuantificación De Los Nutrientos	11
8.5.1 Colorimetría	12
8.5.2 Absorción atómica	12
8.6 Resultados de un Análisis De Suelo	12
8.7 Cromatografía En Papel	13
8.7.1 Tarea En Campo	13
8.7.2 Tarea de análisis de laboratorio	14
8.8 Interpretación De Los Cromatogramas	16
8.9 Teoría Del Color Del Suelo	16
8.9.1 Sistema Munsell de Especificación del Color	17
8.9.2 Características Ideales	17
8.9.3 Características No Ideales	18
DESCOMPOSICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA	18
9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.	18
10. METODOLOGÍA	19
Metodología de muestreo	21
Metodología de Cromatografía en papel	22
Metodología de Microbiota total	24
Metodología de interpretación	26
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.	34
12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	42
Técnicos	42

Sociales	42
Ambientales	42
Económicos	42
13. CONCLUSIONES	42
14. RECOMENDACIONES	43
15: REFERENCIAS	43
16. ANEXOS	46
Anexo 1. Aval de Traducción	46
Anexo 2. Informe de URKUND	47
Anexo 3. Modelo de encuesta al productor	48
Anexo 3. Análisis químico de suelo	49
Anexo 4. Tablas de Interpretación de cromatogramas de los tres Ramales	50
Anexo 5. Resultados del Diagnóstico realizado al productor	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Indicadores cuantitativos y cualitativos de la caracterización del suelo	25
Tabla 2 Interpretación por color de la Zona Central de un Cromatograma	29
Tabla 3 Interpretación por color de la Zona Interna	30
Tabla 4 Interpretación de la Zona Intermedia	31
Tabla 5 Interpretación de la Zona Externa	32
Tabla 6 Manejo de suelos con diferentes Sistemas de Producción	33
Tabla 7 Tabla de contraste de información de los análisis cuantitativos y cualitativos	40

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Mapa de Implementación del Sistemas de Riego Tecnificado a Nivel Parcelario para el Canal Central Toacaso	19
Gráfico 2: Mapa del sistema de Riego Presurizado Central Toacaso Cotopaxi – Distribución Modular	20
Gráfico 3: Mapa de Identificación de las Zonas de un Cromatograma para su Interpretación	26
Gráfico 4: Mapa de Identificación de las Zonas con diámetro ideal de un Cromatograma para su Interpretación	27
Gráfico 5: Mapa de Identificación de las Zonas de un Cromatograma para su Interpretación	28
Gráfico 6: Resultado de la cromatografía de 10 muestras pertenecientes al Ramal de Cruz 1	34
Gráfico 7: Resultado de la cromatografía de 10 muestras pertenecientes al Ramal de Yugsiche Bajo	36
Gráfico 8: Resultado de la cromatografía de 10 muestras pertenecientes al Ramal de Cruz 2	38

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título

Caracterización de suelos mediante la técnica de cromatografía en papel en el área de influencia del Sistema de Agua de Riego Canal Central Toacaso, Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi.

Lugar de ejecución.

Sistema de Riego Canal Central-Toacaso-Latacunga-Cotopaxi-Zona 3.

Institución, unidad académica y carrera que auspicia

Universidad Técnica de Cotopaxi, CAREN, Agronomía

Nombres de equipo de investigadores

Ing. Wilman Paolo Chasi Vizuete

Ing. José Ricardo Suarez Cachipuendo

Obando Pulloctasig Katherine Mishell

Área de Conocimiento.

Análisis, conservación y aprovechamiento de la biodiversidad local

La biodiversidad forma parte intangible del patrimonio nacional: en la agricultura, medicina, y en actividades pecuarias, incluso en ritos, costumbres y tradiciones culturales. Esta línea está enfocada en la generación de conocimiento para un mejor aprovechamiento de la biodiversidad local, basado en la caracterización agronómica, morfológica, genómica, física, bioquímica y usos ancestrales de los recursos naturales locales. Esta información será fundamental para establecer planes de manejo, de producción y de conservación del patrimonio natural.

Línea de investigación:

Agua y suelo

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El suelo ha sido esencial para el desarrollo de la vida de todos los seres vivos en la Tierra, sin embargo, en la actualidad está llegando a niveles críticos. Se estima que a medida que se pierdan

los suelos productivos los alimentos subirán de precio de manera estratosférica, provocando mayor pobreza y desnutrición a nivel mundial. Esta destrucción del suelo se puede retrasar e incluso evitar, alcanzando una gestión sostenible.

Lo cual es un trabajo que debe ser realizado en conjunto, por varias personas relacionadas con el suelo ya que existen diferentes formas de degradación, en donde los factores ambientales y el manejo técnico tienen gran influencia. Entre ellos tenemos la acidificación del suelo, compactación, contaminación, erosión, anegamiento, pérdida de diversidad entre otros. (FAO, 2016)

Por lo que, se buscan técnicas que permitan caracterizar al suelo de manera sencilla y práctica, el presente trabajo permitirá a los agricultores, técnicos e ingenieros obtener de manera sencilla criterios para interpretar los datos cualitativos sobre calidad de suelo como por ejemplo presencia o ausencia de materia orgánica, actividad microbiológica, uso de agroquímicos, estructura, entre otros.

Esto permitirá que cualquier persona pueda realizar un análisis cualitativo de suelo, su interpretación y la debida enmienda o corrección en el manejo cultural. Abaratando así los costos que conllevan un análisis de suelo físico- químico.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.

Los beneficiarios directos son los 30 agricultores dueños de los lotes ubicados en los primeros ramales como Cruz 1, Yugsiche Bajo y Cruz 2. Los beneficiarios indirectos son los 332 miembros del Sistema de agua de Riego “Canal Central” de Toacaso.

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

A nivel mundial el suelo es importante en la agricultura, considerado como el sustrato sobre el cual las plantas crecen y se desarrollan por lo que es de vital importancia para el ser humano.

Un suelo con buena estructura, tiene capacidad para aceptar, almacenar y reutilizar recursos como agua, minerales y energía para funcionar adecuadamente con relación a un uso específico. (Bautista, A. Etchevers, J. del Castillo, R.F. Gutiérrez, 2004)

Sin embargo, debido a la sobreexplotación y el uso de productos químicos en el suelo, este pierde las características ideales.

Por lo antes mencionado el suelo se degrada en la mayoría de los casos por la actividad agrícola y pecuaria que no tienen un correcto manejo de recursos, a esto se suma que los agricultores muy pocas veces ejecutan estudios para realizar enmiendas y fertilizaciones adecuadas al suelo. Lo que conlleva a la contaminación del mismo y contaminación a la salud humana. “La contaminación del suelo supone la alteración de la superficie terrestre con sustancias químicas perjudiciales para la vida, que ponen en peligro la estabilidad de los ecosistemas y nuestra salud”(Yaguana et al., 2019, p.2).

Según la Organización Naciones Unidas (ONU), hasta 143 millones de personas tendrían que salir de sus países antes del 2050 para huir de la escasez de agua y de la pérdida de productividad del suelo. Damian Suclupe, (2018) menciona que “La pérdida de nutrientes, salinización, acidificación y la contaminación por fertilizantes y herbicidas, son los principales indicadores de procesos de degradación química que sufren los suelos como consecuencia de las prácticas agrícolas” (p. 143).

Ecuador no es la excepción puesto que, la sobreexplotación del suelo y el uso de agroquímicos es común entre los agricultores, casi la totalidad de ellos no realizan análisis de suelos antes de implementar un cultivo por lo que, muchas de las veces saturan el suelo y empiezan con el proceso de erosión y posterior meteorización del mismo. “En Ecuador el 49,22% de los casos investigados es el Productor Agrícola quien principalmente aplica agroquímicos en sus cultivos y apenas el 3,91% lo realizan con personal capacitado para esta labor” (INEC, 2016, p.22).

Esto nos muestra que los agricultores no están capacitados para manejar fertilizantes y más aún emplear enmiendas para mejorar la productividad de sus cultivos. Al mismo tiempo el uso de biofertilizantes no asegura la recuperación del suelo puesto que, si no se aplica en base a la realidad del mismo, no se obtiene los resultados esperados. “La evaluación de los niveles de plaguicidas en el suelo y su descontaminación constituye una actividad prioritaria y compleja; de carácter preventivo y con la participación de especialistas en diversos campos”(Yaguana et al., 2019, p.8).

Por lo expuesto anteriormente, para realizar una interpretación y posterior definición de la calidad de suelos se debe abordar diferentes temáticas y aplicar diferentes técnicas que el agricultor por sí solo no está en capacidades de realizar.

En área (suelo) del sistema de Riego Canal Central de la parroquia de Toacaso esto es una realidad que cada día se amplifica, la compactación del suelo por el uso de maquinarias no aptas para la

topografía del mismo que provocan la pérdida de las propiedades físicas, el uso de agroquímicos recomendados por las casas comerciales ha desencadenado la contaminación y la pérdida de la calidad del suelo, además de resistencia de las plagas a ciertos ingredientes activos.

Por lo que la caracterización del suelo aportará con información sobre su estado y tendrá gran impacto social y económico ya que con los datos obtenidos se puede realizar enmiendas adecuadas.

6. OBJETIVOS:

6.1. Objetivo General

- Caracterizar los suelos mediante la técnica de cromatografía en papel en el área de influencia del sistema de agua de Riego Canal Central Toacaso, Cantón Latacunga, Provincia De Cotopaxi.

6.2. Objetivos Específicos

- Identificar los indicadores de caracterización del suelo
- Caracterizar el suelo del área regada por el sistema de riego Canal Central Toacaso, usando indicadores cualitativos y cuantitativos.
- Comparar los indicadores cualitativos (cromatografía) con cuantitativos (INIAP) identificados.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

OBJETIVO	ACTIVIDAD	RESULTADO	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Identificar los indicadores de caracterización del suelo	<ul style="list-style-type: none"> ● Revisión bibliográfica sobre los indicadores de caracterización del suelo. ● Enunciación de indicadores cualitativos y cuantitativos. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Indicadores cualitativos y cuantitativos de la caracterización de suelo. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Tabla de indicadores de caracterización de suelo.
Caracterizar el suelo del área regada por el sistema de riego Canal Central Toacaso, usando indicadores cualitativos y cuantitativo.	<ul style="list-style-type: none"> ● Revisión bibliográfica sobre el muestreo y análisis de suelos. ● Revisión bibliográfica sobre cromatografía en papel. ● Recolección de muestras para los diferentes análisis. ● Análisis cuantitativo del suelo ● Análisis cualitativo del suelo mediante cromatografía en papel ● Recopilación y sistematización de la información. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Información sobre la técnica de cromatografía en papel. ● Muestras de suelo para los análisis ● Cromatogramas ● Informe del INIAP ● Base de datos cualitativos y 	<ul style="list-style-type: none"> ● Tablas de interpretación ● Cromatogramas ● Informe del INIAP

		cuantitativos del suelo	
Comparar los indicadores cualitativos (cromatografía) con cuantitativos (INIAP) identificados.	<ul style="list-style-type: none"> ● Comparación de los indicadores cualitativos y cuantitativos. ● Elaboración de tablas de interpretación de cromatogramas. ● Contraste de información. ● Redacción del estado actual del suelo mediante los indicadores y el análisis de suelo 	<ul style="list-style-type: none"> ● Información sobre los indicadores cualitativos y cuantitativos. ● Caracterización de los suelos del área regada 	<ul style="list-style-type: none"> ● Tabla de contraste de información ● Resultados sobre el estado actual del suelo.

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

8.1 Suelo

La agricultura está ligada directamente con el suelo, debido a que este es el medio por el cual las plantas y animales interaccionan.

El suelo es un recurso indispensable para la vida que permite el desarrollo de las plantas, los animales y el hombre. Sin embargo, aún no se reconocen todas las funciones que realiza, por lo que el concepto general de suelo fértil se refiere más bien a sus propiedades químicas, específicamente a la disponibilidad de los macroelementos primarios (nitrógeno, fósforo y potasio). (García et al., 2012, p. 125)

El suelo se extiende tanto en superficie como en profundidad y se constituye de varias capas llamadas horizontes, aproximadamente semejantes a la superficie.

Cada uno de los horizontes del suelo tiene diferentes propiedades físicas y químicas, lo que se refleja en su aspecto. Al conjunto de horizontes de un suelo se le llama perfil. El perfil de un suelo se puede observar en un corte de caminos.

- Horizonte A: Conocida como la capa superior, por lo general más oscura y fértil, con más presencia de raíces. Es la capa arable del suelo.
- Horizonte B: Considerada como la capa más arcillosa, por tener partículas más pequeñas es menos fértil y contiene menos raíces.
- Horizonte C: Es la capa más profunda en la agricultura. No tiene raíces.

8.2 Fertilidad De Suelo

Depende de varios factores entre ellos tenemos el contenido de materia orgánica, la textura, la estructura, el tiempo de uso y los cultivos o fin para lo cual estaba siendo utilizado.

8.2.1 Materia mineral

Es el componente más abundante del suelo. Formado por partículas que varían de tamaño. INIA (2015) afirma que la materia mineral que forma el suelo se agrupa en tres fracciones:

Arena: de 2 a 0.05 mm

Limo: de 0.05 a 0.002 mm

Arcilla: menor a 0.002 mm (p. 6)

8.2.2 Materia orgánica

La materia orgánica del suelo procede de la descomposición de los seres vivos que mueren sobre ella este proceso tiene el nombre de mineralización y el resultado de la misma es la liberación de elementos minerales solubles o gaseosos, tales como el amoníaco, ácido nítrico y dióxido de carbono que en su mayoría son aprovechables para las plantas en diferentes cantidades.

Así mismo existen compuestos resistentes a la descomposición que reciben el nombre de humus e influye sobre las propiedades del suelo como la capacidad de retención de humedad textura y estructura. Pérez (2011) afirma que:

En la composición del humus se encuentra un complejo de macromoléculas en estado coloidal constituido por proteínas, azúcares, ácidos orgánicos, minerales, etc., en constante estado de degradación y síntesis. El humus, por tanto, abarca un conjunto de sustancias de origen muy diverso, que desarrollan un papel de importancia capital en la fertilidad, conservación y presencia de vida en los suelos. (p.9)

Se considera que a mayor contenido de materia orgánica más fértil es el suelo, debido a que como se ha mencionado influye directamente a la variabilidad de los microorganismos que viven en el suelo, los mismos que liberan elementos nutritivos para las plantas determinando la productividad de un cultivo.

Por su parte cuanto más arcilloso es un suelo mayor fertilidad tiene, ya que posee más capacidad para retener nutrientes, es decir que la estructura y la textura también tienen un papel fundamental.

Las propiedades biológicas tienen una estrecha relación con las físicas, como la agregación, y con las químicas, como la capacidad de intercambio iónico y la disponibilidad de nutrientes, lo cual determina que un suelo fértil sea el que conserve las propiedades físicas, químicas y biológicas deseables, mientras suministra adecuadamente el agua y los nutrientes, y provee de sostén mecánico a las plantas.(Etchevers, 1999 como se citó en García et al., 2012)

8.3 Indicadores de la Fertilidad de Suelo

Son las características de un tipo específico de suelo, para funcionar y sostener la productividad de las plantas y de los animales, mantener o mejorar la calidad del agua y del aire. Por lo que

García et al.,(2012) en su trabajo manifiesta que el término “calidad del suelo” se lo usa para reconocer sus funciones:

- Promover la productividad del sistema usado sin perder las propiedades físicas, químicas y biológicas llegando a una productividad biológica sostenible.
- Amortiguar los contaminantes ambientales y los patógenos existentes.
- Beneficiar la salud de las plantas, los animales y los humanos.

Por lo mismo Estrada et al., (2017) indica que los indicadores de la fertilidad de suelo sirven como un instrumento de medición que ofrece información sobre las propiedades, los procesos y las características. Lo que permite analizar, monitorear y ayudar a identificar los problemas que puede tener el suelo.

8.3.1 Indicadores físicos

Relacionada directamente con las propiedades físicas de este ya que, una vez degradado no se puede recuperar fácilmente, se relaciona directamente con el uso eficiente del agua, los nutrientes y los agroquímicos.

Bautista, A. et al., (2004) en su trabajo afirma que la estructura, la densidad aparente, la estabilidad de los agregados, la infiltración, la profundidad del suelo superficial, la capacidad de almacenamiento del agua y la conductividad hidráulica saturada son las principales características físicas del suelo.

8.3.2 Indicadores químicos

Bautista, A. et al., (2004) indica que los indicadores químicos son aquellos que afectan las relaciones suelo-planta, la calidad y disponibilidad del agua, la capacidad amortiguadora del suelo, los nutrientes y los microorganismos. Además, menciona algunos ejemplos como: la disponibilidad de nutrientes, el pH, la conductividad eléctrica, la capacidad de absorción de fosfatos, la capacidad de intercambio de cationes, la materia orgánica, el nitrógeno total y mineralizable.

8.3.3 Indicadores biológicos

García et al., (2012) en su trabajo menciona que los mismos integran una gran cantidad de factores que afectan el suelo, como la abundancia y los subproductos de los macro y microorganismos en donde se incluye a bacterias, hongos, nemátodos, lombrices, anélidos y artrópodos. Que por su naturaleza destrozan, transportan y combinan el suelo al construir galerías, nidos, sitios de alimentación y secciones.

8.4 Análisis Químico De Suelos

Un análisis de suelo va a proporcionar información del medio sobre el cual, el cultivo está establecido. El primer paso para realizar un análisis de suelo tiene que ver con la información que se va a necesitar y el laboratorio al cual se va a entregar las muestras ya que, el suelo contiene elementos que, componen las proteínas y son indispensables en la nutrición de las plantas, entre los cuales podemos mencionar: Carbono, hidrógeno, azufre, nitrógeno, fósforo y oxígeno.

Así mismo coexisten catorce elementos que si bien no son necesarios para todas las especies, son esenciales para otras los cuales son: calcio, magnesio, potasio, cloro, sodio, cobalto, hierro, manganeso, vanadio, silicio, molibdeno, cobre, boro y zinc, necesarios para el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Un análisis de suelo es una herramienta que permite recopilar información cualitativa y cuantitativa sobre los niveles nutricionales del suelo teniendo en cuenta la veracidad de los datos obtenidos mediante el uso de metodologías específicas para cada fin. Permitiendo así un manejo correcto de los recursos y manteniendo un equilibrio entre los elementos, evitando una deficiencia o exceso de los mismos.

La información cualitativa permite conocer el nivel de fertilidad del suelo brindando datos de, si es salino o alcalino. Si tiene alto, medio o bajo contenido de elementos tóxicos y materia orgánica.

Por otro lado, la información cuantitativa permite establecer las cantidades de enmiendas y fertilizantes que se aplicarán al suelo para lograr una mayor productividad con una menor contaminación.

Los análisis de suelos brindan información muy importante al momento de iniciar con cualquier actividad agrícola, por lo que se recomienda realizar un análisis por año o al iniciar un nuevo cultivo. Además del análisis en laboratorio Schweizer (2011) recomienda que “debe considerarse junto con la información disponible sobre caracterización del suelo, potencial de productividad, cultivo e historial de manejo, además del factor humano” (p. 7), por lo que el levantamiento de información sobre el uso del suelo también es fundamental.

Sin embargo, hay que tener en cuenta que no existe un análisis que permita solucionar todos los problemas presentes en el campo, debido a que existen diferentes factores que influirán en los resultados como los métodos, épocas en las que se realice el muestreo, instrumentos, reactivos y la interpretación del laboratorio, por lo que la experiencia de un profesional en el campo siempre va a ser de ayuda en estos casos. Cada análisis cuenta con sus ventajas y desventajas por lo que encontrar un análisis perfecto es imposible.

En el caso de los análisis de suelo son muy efectivos en cuanto a la identificación si es ácido o básico, lo que permite realizar y ejecutar enmiendas efectivas de encalado.

El análisis químico de los suelos es realizado a través de disoluciones extractoras que imitan la capacidad de extracción de la raíz de una planta. Dependiendo del requerimiento de información por parte del técnico o ingeniero el procedimiento que incluye etapas de secado, molienda, preparación de muestras y entrega de resultados tomará más tiempo. Pérez (2011) afirma que:

En los análisis de suelo rutinarios realizados en el laboratorio, se determinan las cantidades de los elementos presentes en el suelo que, teóricamente, la planta puede utilizar en forma inmediata, por lo que ese valor representa un contenido puntual y estático, que debe ser interpretado adecuadamente. (p.9)

8.5 Cuantificación De Los Nutrientes

La cuantificación de nutrientes o determinación es una parte del proceso de laboratorio que se lleva a cabo mediante fundamentos químicos de los métodos de determinación utilizados en los laboratorios de suelos para los diferentes elementos, son principalmente la colorimetría y la espectrofotometría de absorción atómica.

8.5.1 Colorimetría

Varios autores mencionan que la colorimetría es una técnica que se basa en la propiedad de ciertas sustancias solubles llamadas reveladores o indicadores (Arias Hernández Antonio, 1966), que dan una coloración en relación con el pH (López Galán Enrique, 1988). Esto permite determinar la concentración de un componente de acuerdo la intensidad de color de la solución. Para aplicar esta técnica se debe integrar al equipo necesario una escala de colores que permita la comparación de estos resultados. (López Galán Enrique, 1988 ; Arias Hernández Antonio, 1966)

8.5.2 Absorción atómica

La espectrometría de absorción atómica es una técnica moderna y variable para analizar una amplia gama de muestras ambientales como muestras de agua, suelo, lodos y sedimentos además de un gran número de elementos químicos.

Es una técnica moderna y muy versátil que se puede usar para medir las concentraciones de varios elementos, especialmente metales. Las concentraciones se determinan en solución a través de la absorción de luz y una curva de calibración. Los átomos de un elemento absorben la luz y la longitud de onda que los átomos absorben es muy específica, hasta el punto que cada elemento tiene su propia lámpara. (CAFESA, 1995 como se citó en Pérez, 2011)

8.6 Resultados de un Análisis De Suelo

Según Espinoza et al., (2012) los análisis de suelos convencionales brindan información sobre una porción total de los elementos disponibles en el suelo que si bien son grandes cantidades, solo una pequeña fracción es aprovechable por las plantas. Además de que cualquier enmienda que se realice a partir de los resultados será una solución a largo plazo porque representan un conjunto de procesos microbiológicos y físicos muy complejos.

Los análisis de suelos son reportados en unidades de ppm (partes por millón), y brindan información sobre macro y micro elementos como fósforo, potasio, hierros, manganeso, cobre,

zinc, boro, nitratos, sulfatos además de datos importantes como pH, CIC, C.E indispensables para el desarrollo y crecimiento de las plantas.

8.7 Cromatografía En Papel

La técnica de Cromatografía en papel fue desarrollada por Ehrenfried E. Pfeiffer (1899-1961), con la finalidad de caracterizar el suelo, dentro de la agricultura biodinámica.

Medina et al., (2018) afirma que “la cromatografía de Pfeiffer es una técnica de análisis cualitativo que se puede usar en suelos, compostas y biofertilizantes, pudiendo observar rápidamente la relación que guardan los microorganismos, la materia orgánica y los minerales, como elementos que los componen”. Además, esta técnica permite hacer un análisis cualitativo de suelos, frutas, compost etc. con un bajo coste y una gran sencillez. Por el contrario, la información que ofrece es muy valiosa. También, afirma que por su sencillez hace que cualquier persona sea capaz de poder hacer sus propias cromatografías y conocer la calidad de su suelo, de los alimentos producidos, etc. De manera sencilla, la cromatografía nos permite ver en un soporte de papel, como es la interacción entre minerales, materia orgánica y microorganismos.

Para realizar el análisis de suelo con la técnica de cromatografía es necesario seguir un protocolo establecido en dos partes siendo la primera la tarea en campo.

8.7.1 Tarea En Campo

Según Restrepo-Rivera & Pinheiro (2011) las actividades que se realizaran en esta fase están aquellas de reconocimiento del lugar, en conjunto con un diagnóstico que permita identificar el terreno, parcela o finca de la cual se va a hacer el análisis. Además de la recopilación información sobre el manejo técnico y la aplicación de las labores culturales, se deberá también obtener documentación fotográfica.

Una vez se ha identificado el lote del cual se extraerá las muestras se procederá a seguir el protocolo de muestreo establecido, el mismo que será diferente en cada caso, puesto que el protocolo varía para cada cultivo y condiciones diferentes. Asegurando que las muestras serán tomadas con los instrumentos necesarios como un palín, pala o barreno. La cantidad de suelo a

extraer dependerá de si se va a realizar mas de un análisis de suelo, siendo en la mayoría de los casos 1 kilo de muestra.

Una vez se obtengan las muestras de suelo mencionan que se deberá etiquetar e identificar las mismas, con datos más importantes como: el nombre del dueño del lote, lugar, fecha de muestreo, cultivo establecido, ubicación geográfica, si cuenta con riego o no, la superficie entre otros. Una vez las muestras sean identificadas el siguiente paso es el secado de las mismas, en donde se procederá a limpiar cualquier impureza como piedras, raicillas o cualquier elemento que comprometa el proceso. Se recomienda secar las muestras directamente al sol o a media sombra. El secado en horno no es recomendado puesto que representa un riesgo por no tener el control total de la temperatura.

Finalmente, en la tarea de campo manifiestan que una vez las muestras están secas se pasan por un cernidor y se toman sub muestras de 100 a 150 gr para pulverizar con un mortero, hasta obtener un polvo semejante al talco, con la ayuda de una balanza minigramera se pesa 5 gr del suelo. La segunda parte es la tarea de análisis de laboratorio.

8.7.2 Tarea de análisis de laboratorio

El proceso seguirá en el laboratorio con la preparación de los reactivos que vamos a utilizar. Se comenzará con la preparación del hidróxido de sodio al 1 % en agua Destilada. Para lo cual Restrepo-Rivera & Pinheiro (2011) manifiestan que “ Para preparar 1 litro de solución, se pesan 10 g de hidróxido de sodio en la forma de perlas o escamas que se disuelven en 1 litro de agua destilada” (p. 33), por lo que dependiendo de las muestras a analizar se debe preparar la cantidad necesaria realizando una regla de tres.

Posteriormente se procederá con la preparación de una solución de nitrato de plata al 0.5 %. Utilizando medio gramo de nitrato de plata en 100 ml de agua destilada. No se debe preparar más de esta cantidad puesto que con esta solución es muy sensible a la luz y temperatura además de que se pueden impregnar de 60 a 70 filtros circulares para los análisis cromatográficos. Luego de haber preparado los reactivos se deberá preparar los filtros circulares de numeración 1, 4 y 41 de 15 cm de diámetro, se procederá a demarcarlo con la ayuda de una regla y un lápiz para determinar

hasta qué punto se impregnará el nitrato de plata posteriormente habrá que perforarlos con un palillo o clavo, teniendo en cuenta que el agujero deberá ser de 2 mm de diámetro.

También se deberá elaborar pabilos o rollitos del mismo papel filtro con una media de 2 x 2 cm que servirán como un medio de conexión entre el nitrato de plata y el papel filtro. Para la impregnación del papel filtro con nitrato de plata se usan dos cajas Petri de 5 cm y 10 cm de diámetro colocando las más pequeña dentro de la más grande.

Se coloca el nitrato de plata en la caja Petri pequeña para posteriormente ubicar el papel filtro con el pabilo justo en el centro y dejando que el papel se impregne hasta la señal previamente ubicada. Una vez impregnado el papel filtro, se retira el pabilo para ubicar el papel filtro en una caja de cartón con papel secante de ambas caras y dejando secar el papel filtro y evitando que se manchen entre sí. El secado del papel filtro puede durar de 3 a 4 horas.

Seguido de esto en matraces de Erlenmeyer se procederá a disolver los 5 gr de suelo pulverizado en 50 ml de la solución de hidróxido de sodio, para agitarlo de manera circular de izquierda a derecha con series de 7 giros hasta completar 49 giros. Luego de este proceso se deja reposar la muestra por 15 minutos para luego repetir el proceso y nuevamente dejarlo reposar por una hora, finalmente se repetirá el proceso, pero esta vez se dejará reposar la solución por 6 horas. Transcurrido el tiempo de secado del papel filtro y el reposo de la solución se procede al corrido de las muestras.

Para el corrido final se deberá colocar nuevamente las cajas Petri de 5 cm y 10 cm respectivamente, en la caja más pequeña se colocará la solución obtenida del matraz de Erlenmeyer para luego ubicar nuevamente el papel filtro impregnado con el nitrato de plata con un nuevo pabilo en el centro de la caja Petri, el proceso de impregnación de la muestra variará dependiendo del tipo de suelo y su composición.

Una vez el papel este impregnado con la solución del suelo, nuevamente se procederá a retirar el pabilo y usando papel secante de ambas caras o papel boom blanco, se pondrá el papel filtro en una caja de cartón y se esperará un lapso de 2 a 3 horas para el revelado. Transcurrido este tiempo se pueden colgar en una ventana con mucho cuidado para que se revele, el proceso de revelado puede ser de dos a tres días dependiendo de la luminosidad que reciban en este tiempo.

Finalmente se procederá a la documentación de los cromatogramas, para lo cual se debe tener en cuenta que no deben estar en exposición prolongada a la luz, ni tampoco en un lugar con humedad, cada cromatograma debe ser archivado por separado debido a que se pueden deteriorar si están amontonados unos sobre otros.

8.8 Interpretación De Los Cromatogramas

La interpretación de un cromatograma es realizada con base al tamaño, formas y los colores revelados. Para lo cual Restrepo-Rivera & Pinheiro (2011) afirman que, para la interpretación del cromatograma, debemos identificar las cinco zonas existentes.

- Zona Central: Conocida también como zona de aireación u oxigenación, en donde el nitrato de plata reacciona con algunos de los elementos presentes en la muestra.
- Zona Interna: Llamada también zona mineral debido a que, aquí quedan atrapadas las sustancias más pesadas.
- Zona intermedia: Llamada también zona proteica, aquí se determina la presencia o ausencia de la materia orgánica.
- Zona externa: Aquí se determina la actividad microbiológica y enzimática
- Zona periférica: Zona de manipulación e identificación del cromatograma.

8.9 Teoría Del Color Del Suelo

El color es una característica que percibimos de los objetos cuando hay luz, lo que ocurre es que el color con el que vemos un determinado objeto corresponde a las longitudes de onda que rebotan en ese objeto. Es decir, es el color que no es capaz de absorber en el caso del suelo sucede lo mismo.

Según Domínguez Soto et al., (2018) el color es una de las características morfológicas más significativas del suelo ya que se relaciona directamente con los elementos que lo componen como materia orgánica, textura y composición mineral además de que ayuda a identificar el tipo de suelo. Así mismo existen sistemas empleados para la designación de color siendo el más utilizado y recomendado el Sistema de Notación de Munsell.

8.9.1 Sistema Munsell de Especificación del Color

Es una forma precisa de mostrar la relación entre los colores, cada color tiene tres cualidades que son: Matiz, Valor y croma

Matiz: Identifica la longitud de onda o la base del color espectral.

Valor: Grado de iluminación del color.

Croma: Intensidad del color, saturación o fuerza del color.

Las tablas de color Munsell tienen colores en un rango que se pueden identificar fácilmente, Domínguez Soto et al., (2018) menciona que “la tabla Munsell incluye todos los matices del rango visible del espectro electromagnético, en suelos se utiliza sólo alrededor de la quinta parte del rango total de matices” (p. 147), por lo que permite identificar los diferentes tipos de suelo.

Está compuesta de hojas, representando cada una de ellas un matiz específico que aparece en la parte superior derecha de dicha página. Cada hoja presenta una serie placas o “chips” diferentemente coloreados y sistemáticamente ordenados en la hoja, que representan la claridad y la pureza.

8.9.2 Características Ideales

La coloración de los cromatogramas va a variar, según el manejo técnico y cultural del lote por lo que es importante una buena interpretación. Los colores que reflejan un buen estado del suelo son: el amarillo, dorado, anaranjado, rojizo o café claro.

Integración y armonía de las zonas del cromatograma, muestran una buena interacción de los minerales, materia orgánica y presencia de actividad microbológica. Es decir que el cromatograma contiene colores que se integran visualmente y no hay cambios bruscos o repentinos del color en las zonas.

Presencia de dientes de distintos tamaños al final del cromatograma, que demuestra la diversidad mineral, es decir las partículas que varían de tamaño desde pequeñas piedras hasta partículas de arcilla que no son visibles al ojo humano.

Manchas entre los dientes, indican presencia de enzimas que conlleva a una alta actividad biológica, por lo que se relaciona también con una buena disponibilidad nutricional y presencia de humus.

Radiación, esta característica hace referencia a los caminos sinuosos representa una mejora en la calidad estructural, o la forma semejante a las plumas que representa una recuperación e incremento de la actividad microbiológica.

Terminación ideal, se caracteriza por terminar en forma de explosión, con presencia de lunares enzimáticos.

8.9.3 Características No Ideales

Los colores no deseables en un cromatograma según Restrepo-Rivera & Pinheiro (2011) son el negro, gris, ceniza, pardo oscuro, lilas y tonos en azul. Estos colores indican desde degradación del suelo, mal manejo de fertilizantes hasta el mal estado evolutivo del mismo.

Radiación lineal o inexistente es una señal de un suelo destruido por la maquinaria agrícola y uso indiscriminado de fertilizantes químicos.

Terminación no ideal de los cromatogramas, en forma de granos de maíz, circular plana y sin bordes, en forma de dientes de caballo, agujas irregulares.

DESCOMPOSICIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA

La descomposición y aprovechamiento de la materia orgánica está influenciada por varios factores y la dinámica del suelo y la vegetación. El contenido de materia orgánica de un suelo depende:

- De la cantidad de residuos vegetales.
- De la velocidad con que se descomponen estos residuos vegetales.

Arguello & Introducción, (1991) indica que la temperatura y la humedad son los dos factores más importantes (abióticos) que controlan la tasa de descomposición bajo condiciones naturales.

En el suelo existen diferentes grupos de microorganismos encargados de descomponer los residuos vegetales y animales, entre los cuales A. García (2009) menciona que distintos grupos de organismos transforman los residuos vegetales y animales en el suelo, entre ellos están los ácaros, sinflidos, nemátodos, insectos, lombrices, bacterias, protozoarios, hongos entre otros.

9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS.

¿Mediante la cromatografía en papel, se puede caracterizar al suelo del Área de Influencia de Riego Canal Central Toacaso?

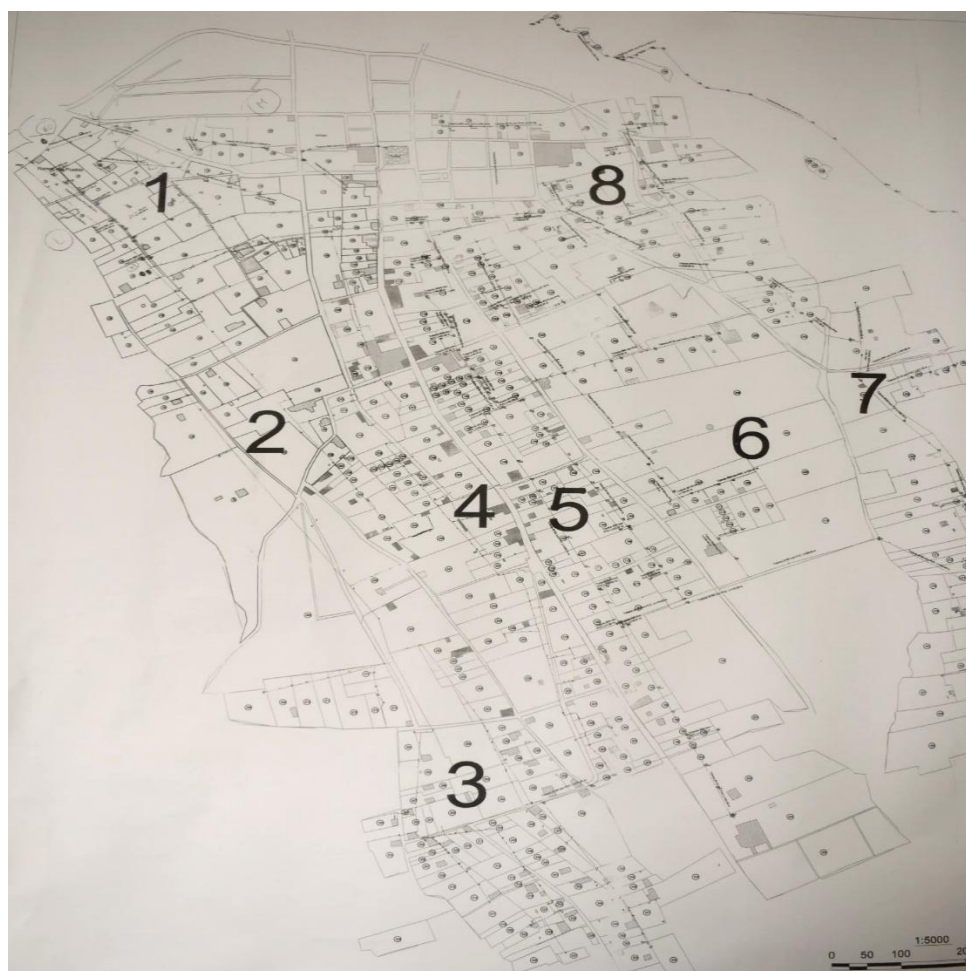
10. METODOLOGÍA

El presente estudio se realizó en la Parroquia rural de Toacaso que se encuentra ubicada en el Cantón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, sus límites son Al norte: Parroquia Pastocalle y Chaupi. Al Sur: Saquisilí, Tanicuchi y Guaytacama. Al Este: Tanicuchi y al Oeste: Cantón Sigchos, con una altitud de 2.800 a 4.000 msnm.

- Latitud: 0° 45' 14" Sur
- Longitud: 78° 41' 6" Oeste

Cuenta con 38 comunidades compuesta por el 70% de población indígena y el 30% de población mestiza. (Gobierno Autónomo Decentralizado Parroquial Rural, 2020)

Gráfico 1: Mapa de Implementación del Sistemas de Riego Tecnificado a Nivel Parcelario para el Canal Central Toacaso



Fuente: Ministerio de Agricultura y Ganadería Acuacultura y Pesca

Metodología de muestreo

Para realizar el muestreo de suelo se revisó el protocolo de muestreo de suelo planteado por (Schweizer, 2011). En donde:

1. Se identificó el área a muestrear, considerando áreas homogéneas que tengan características físicas, topográficas y con un manejo cultural semejantes entre ellos.
2. Elaboró una lista de los productores y los lotes a muestrear en donde se incluyeron las coordenadas.
3. Se levanto la encuesta dirigida al productor ANEXO 2, para obtener información sobre el manejo cultural de cada ramal.
4. El lugar elegido se raspó superficialmente y se limpió de restos vegetales, sin eliminar suelo.
5. Se usó una azada para perforar el suelo a la profundidad deseada y una espátula para obtener la muestra del suelo
6. El muestreo fue en zigzag, con una profundidad de 30 cm, se obtuvo de 15 a 20 sub - muestras en todo el campo eliminando áreas atípicas.
7. Posteriormente se mezcló las sub - muestras en una funda plástica grande para obtener una mezcla compuesta
8. Para el etiquetado de muestras se usó los códigos de los productores para Cruz 1 se usó la letra A con el número de la lista, Yugsiche Bajo se usó la letra B con el número de la lista, Cruz 2 se usó la letra C con el número de la lista.
9. Las muestras que se enviaron al INIAP fueron previamente pesadas y etiquetadas. El análisis químico elaborado por esta institución proporcionará la siguiente información.
 - Porcentaje de nutrimentos %

Nitrógeno (**N**) ppm (partes por millón)

Fósforo (**P**) ppm (partes por millón)

Calcio (**Ca**) meq/100 ml Miliequivalente

Potasio (**K**) meq/100 ml Miliequivalente

Magnesio (**Mg**) meq/100 ml Miliequivalente

Cobre (**Cu**) ppm (partes por millón)

Hierro (**Fe**) ppm (partes por millón)

Zinc (**Zn**) ppm (partes por millón)

Manganeso (**Mn**) ppm (partes por millón)

- Porcentaje de materia orgánica %

Nivel alto

Nivel medio

Nivel bajo

Metodología de Cromatografía en papel

Para realizar las cromatografías de suelo se revisó el protocolo de Restrepo-Rivera & Pinheiro (2011) donde se menciona que para el análisis cromatográfico existen diferentes actividades:

1. Una vez obtenidas las muestras para realizar la cromatografía se clasificaron las muestras asignando los códigos del productor teniendo en cuenta el Ramal al que pertenecen.
2. Las muestras se pusieron a secar por 3 días sobre hojas de papel boom.
3. Cuando las muestras están secas se toman (submuestras) de 100 a 150 gr, que se pasaron por un tamiz de plástico, para el tamizado se debe usar papel boom.
4. Una vez obtenidas las submuestras, se procede a moler en un mortero de porcelana hasta obtener un polvo fino semejante al talco.
5. Con la ayuda de balanza minigramera se pesan 5 g de la muestra pulverizada y se identifica, el suelo restante que se guarda como contramuestra de seguridad
6. Se preparó una solución de hidróxido de sodio (NaOH), al 1% en agua destilada para disolver la muestra de suelo. En donde por cada muestra de 5g se usará 50 ml de la solución.
7. Se preparó una solución de nitrato de plata (AgNO_3) al 0.5%. Para lo cual se procedió a disolver medio gramo de nitrato de plata en 100 ml de agua destilada.
8. Para la preparación del papel filtro, se procede a perforar el centro del papel de preferencia con un palillo de dientes de 2mm de diámetro.
9. Para la elaboración de los pabilos se usó papel filtro No. 4, con medidas de 2 cm de altura y 2 cm de diámetro.

10. Para la impregnación del papel filtro con el Nitrato de plata, se deben usar dos cajas Petri de vidrio, de 5 y 10 cm de diámetro. El pabito debe estar insertado en el centro del papel filtro
11. Se coloca la caja Petri pequeña dentro de la grande centrada y con nitrato de plata, luego de que el nitrato de plata haya recorrido de 6.5 cm de diámetro en el papel se procedió a quitar el pabito y cubrirlo de ambas caras con papel secante para finalmente dejar secar en un cartón.
12. Para el siguiente paso se utilizó matrices de Erlenmeyer, en donde se procedió a disolver los 5 g de la muestra de suelo preparada en 50 ml de la solución de hidróxido de sodio. Para luego agitar la matriz constantemente con giros e derecha a izquierda y de izquierda a derecha.

Se realizarán series de 6 a 7 hasta completar de 42 a 49 giros. La muestra se deja en reposo por 15 minutos y volvemos a agitarla, la dejamos en reposo por una hora y de nuevo se agita.

Finalmente se deja reposar por 6 horas para completar la reacción.

13. Una vez cumplido el tiempo de reposo de la reacción alcalina y el tiempo de secado del papel filtro se procedió a poner la caja Petri pequeña en la grande, con la ayuda de una jeringa tomamos 20 cc de la solución y la ubicamos en la caja pequeña. Posteriormente se realiza el “corrido final de la muestra”, la cual recorrió alrededor de 7 cm de diámetro.
14. El secado de la corrida final de la muestra se lo realizó, retirando el pabito con cuidado y cubriéndolo de ambas caras con papel secante. Con su respectiva identificación, en una caja de cartón hasta que este seco para luego ser colgado en una ventana para que se revele.
15. Una vez secos los cromatogramas se deben identificar en el espacio del final de la muestra con un lápiz 2 HB, usando el código de cada muestra.
16. La documentación de los resultados de la cromatografía se guardó en un folder lejos de la luz y humedad, con separadores para que no se decoloren.

Teniendo presente el protocolo de cromatografía, este análisis proporcionará la siguiente información.

- Estructura del suelo: Interpretación de los anillos por color y bordes
- Presencia de minerales (Macroelementos): Interpretación de los anillos por color y bordes

- Presencia de Materia Orgánica: Interpretación de los anillos por color y bordes

Metodología de Microbiota total

Para determinar la presencia de microorganismos en el suelo se realizó la siembra de soluciones de suelo en cajas Petri. En donde:

1. Se pesó una muestra de suelo de 150 gramos y en una probeta se midió 300 ml de agua destilada para posteriormente en un vaso de precipitado mezclar la muestra de suelo y el agua destilada.
2. Para microbiota total se preparó 5 tubos de ensayo por cada muestra compuesta con 9 ml de agua destilada. Para realizar muestras seriadas desde -1 hasta -5 siendo -5 la más pura.
3. Posteriormente se agitó por 5 minutos la mezcla del vaso de precipitado, para luego con una pipeta tomar 1 ml de la muestra.
4. Se procedió a poner la muestra de 1 ml al primer tubo de ensayo (-1), para luego agitarlo y tomar nuevamente 1 ml de la muestra y repetir el proceso hasta llegar al quinto tubo de ensayo es decir la muestra seriada (-5).
5. Para los cultivos en las cajas Petri se elaboró un agar nutritivo para lo se rehidrató 23 g del medio en un litro de agua destilada. Reposar 10 a 15 minutos. Calentar agitando frecuentemente hasta el punto de ebullición durante 1 minuto para disolverlo por completo. Esterilizar en autoclave a 121°C (15 libras de presión) durante 15 minutos.
6. Para evitar la contaminación de las cajas Petri hay que desinfectar las manos con alcohol y en la cabina de bioseguridad se procede a llenar las cajas Petri con el agar nutritivo. Posteriormente se debe introducir una gradilla con los tubos de ensayo de las muestras seriadas (-5) y con una pipeta tomamos 1 ml de la muestra y procedemos a sembrar en las cajas Petri. Se realizarán dos repeticiones por cada muestra compuesta.
7. Finalmente se ubicarán a las cajas Petri en la incubadora por 15 días, luego de este tiempo se procederá a contar el número de colonias existentes.

Para el análisis cualitativo de los resultados de las cromatografías, se elaboraron tablas y gráficos de interpretación, además se contrastó la información obtenida mediante las encuestas en donde se tomó en cuenta las características obtenidas como resultado del corrido de muestras. En donde se evaluará el diámetro de cada zona, color, bordes, y manejo cultural.

Tabla 1 Indicadores cuantitativos y cualitativos de la caracterización del suelo

INDICADORES DE LA CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
CUANTITATIVOS		CUALITATIVOS	
ANÁLISIS QUÍMICO	UNIDADES DE MEDICIÓN	CROMATOGRAFÍA	DIAGNÓSTICO AL PRODUCTOR
PH	Ac/Lac/PN/N/Lai/AI	Estructura	Uso de maquinaria
N	ppm	Textura/Aireación	Uso Fertilizante químico
P	ppm	Residuos químicos (Glifosato/ Sulfatos)	Uso de Abono orgánico
S	ppm	Materia orgánica	Uso de Pesticidas
B	ppm	Actividad microbiológica	
K	meq/100g		
Zn	meq/100g		
Mg	meq/100g		
Ca	ppm		
Cu	ppm		
Mn	ppm		
Fe	ppm		
MO	Alto/Medio/Alto		
Textura	%		
DATOS DE ANÁLISIS COMPOSICINAL DEL SUELO		CROMATOGRAMAS IN-SITU	ENCUESTAS

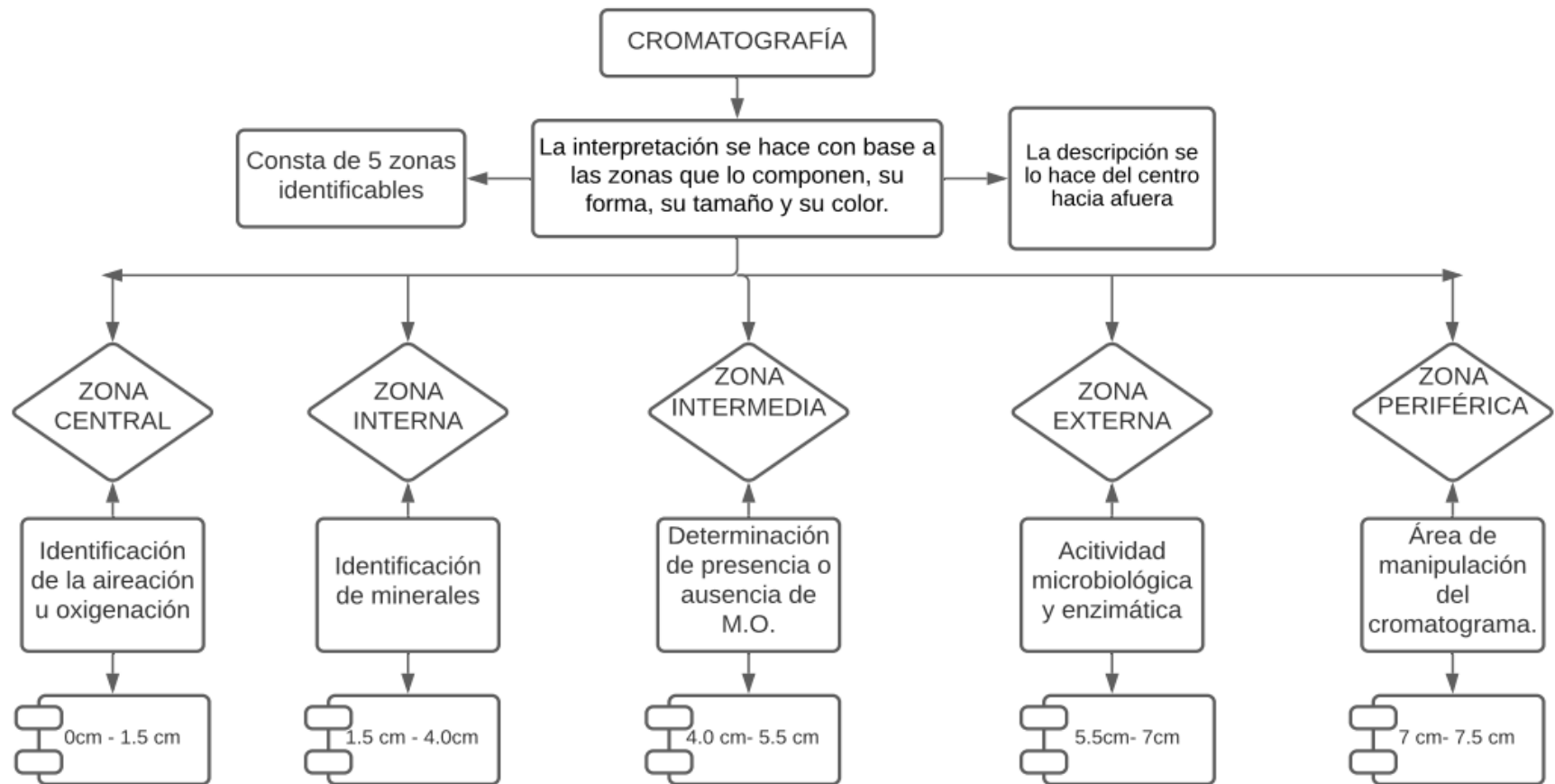
Fuente: el Autor.

La tabla muestra la identificación de los indicadores cuantitativos proporcionados por los análisis químicos realizados al suelo ANEXO 3. Los indicadores cualitativos fueron proporcionados por los cromatogramas ANEXO 4, y por la encuesta realizada a cada productor como se observa en la ANEXO 2.

Para la determinación de la estructura del suelo se elaboró un cuadro en donde se identificó el diámetro ideal de cada zona de un cromatograma, la aireación, presencia de materia orgánica (M.O.), y actividad microbiológica. Así mismo, para la interpretación de las cinco zonas se elaboró tablas para la cada zona y una tabla que muestra los tres sistemas de producción

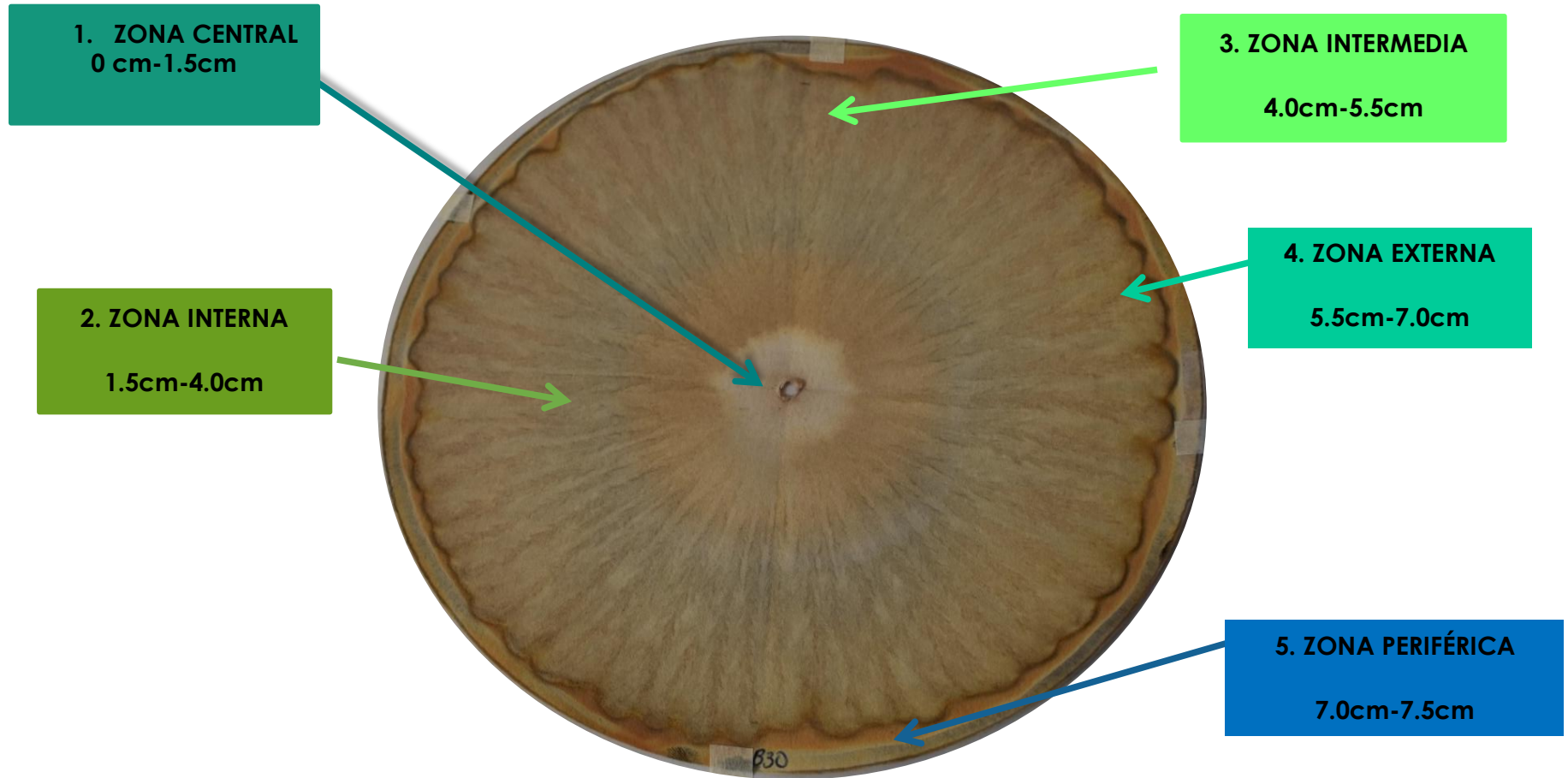
Metodología de interpretación

Gráfico 3: Mapa de Identificación de las Zonas de un Cromatograma para su Interpretación



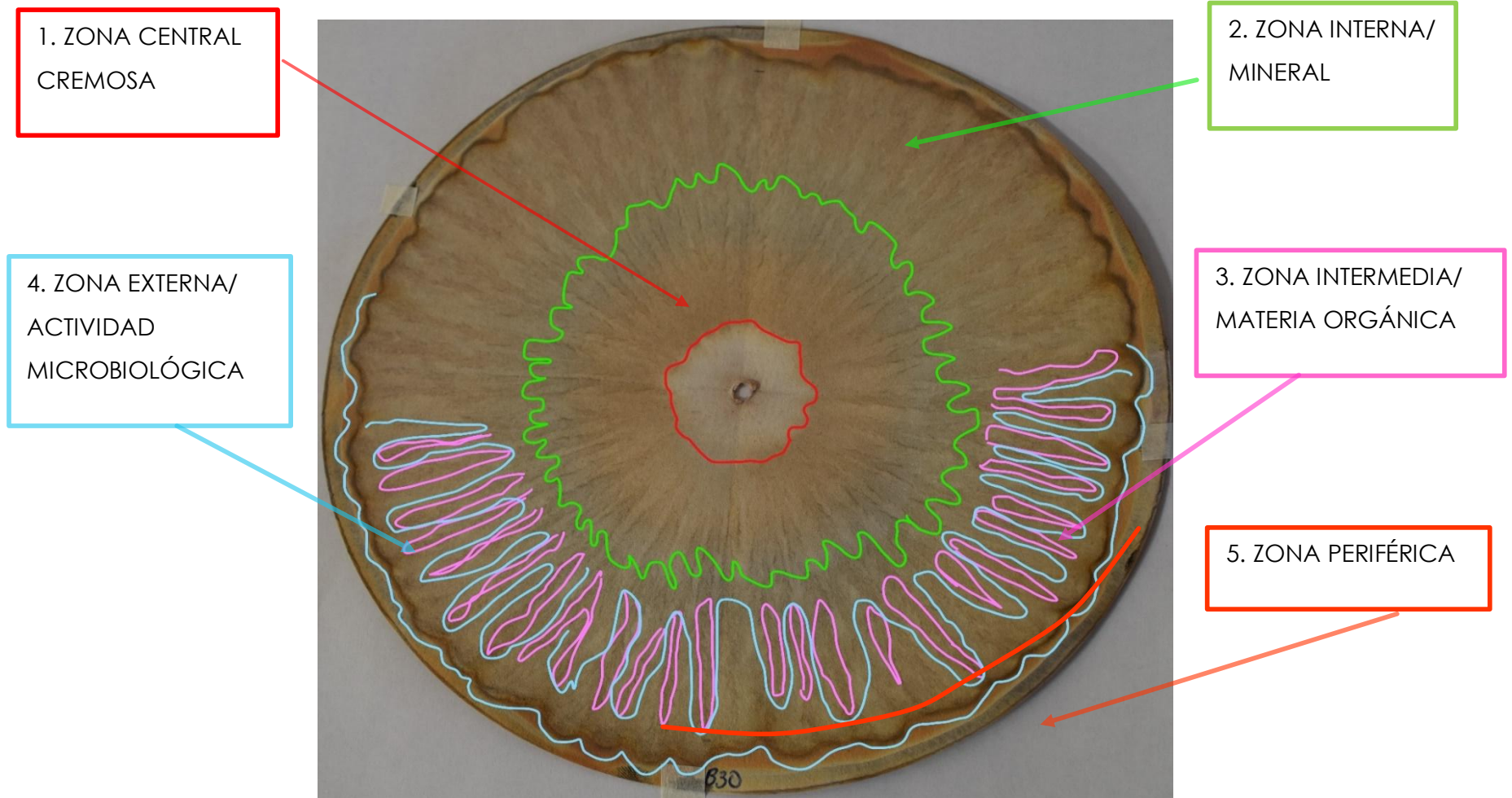
Fuente: el Autor.

Gráfico 4: Mapa de Identificación de las Zonas con diámetro ideal de un Cromatograma para su Interpretación



Fuente: el Autor.

Gráfico 5: Mapa de Identificación de las Zonas de un Cromatograma para su Interpretación






Fuente: el Autor.

Tabla 2 Interpretación por color de la Zona Central de un Cromatograma

INTERPRETACIÓN DE LA ZONA CENTRAL O DE ESTRUCTURA DE SUELO			
Permite la interpretación de la estructura y manejo cultural que tiene el suelo.			
NIVEL	CROMATOGRAMA	COLOR	INTERPRETACIÓN
BAJO		Negro Gris Cenizo	Estructura de suelos destruidos por mecanización y excesiva aplicación de fertilizantes químicos
MEDIO		Blanco	Uso de abonos orgánicos no descompuestos, muy ricos en nitrógeno orgánico que han sido adulterados con fertilizantes químicos a base de urea.
ALTO		Crema	Buen manejo de maquinaria agrícola que proporciona buena estructura y manejo de agricultura orgánica.

Fuente: el Autor

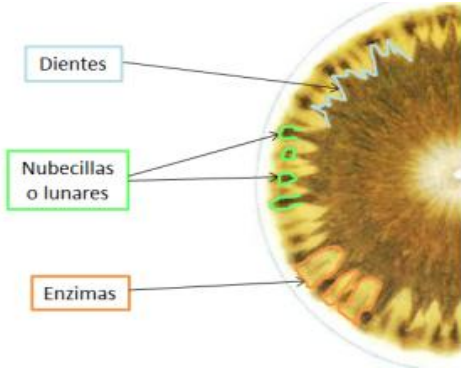
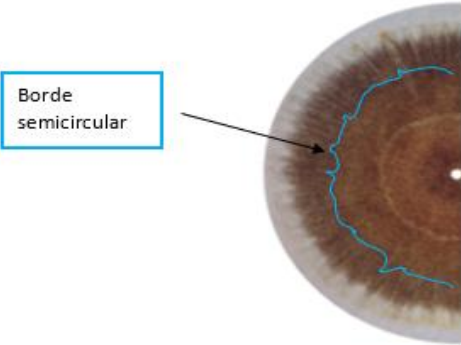
Tabla 3 Interpretación por color de la Zona Interna

INTERPRETACIÓN DE LA ZONA INTERNA O ZONA MINERAL			
Relación del desplazamiento y la reacción del nitrato de plata con los minerales, y es donde se encuentran las sustancias más pesadas.			
NIVEL	CROMATOGRAMA	COLOR	INTERPRETACIÓN
BAJO		Negro Gris	Suelo compactado, mineralizado, sin materia orgánica y ausencia de actividad biológica y enzimática.
MEDIO		Degradados de anaranjado	Minerales aislados sin relación con la poca materia orgánica, no hay presencia de actividad enzimática.
ALTO		Cafés claros a oscuros	Suelo con presencia de minerales integrados con la materia orgánica presencia de actividad enzimática y biológica.

Fuente: el Autor

Tabla 4 Interpretación de la Zona Intermedia**INTERPRETACIÓN DE LA ZONA INTERMEDIA O ZONA PROTEICA**

Destaca la presencia o la ausencia de la materia orgánica en el suelo analizado

NIVEL	CROMATOGRAMA	ELEMENTOS	INTERPRETACIÓN
BUENO		<p>Dientes Lunares Enzimas</p>	<p>Alta actividad biológica y perfecta transformación de la materia orgánica en humus estable, formación de nubecillas enzimáticas, suelo sano.</p>
MALO		<p>Borde circular</p>	<p>Ausencia de materia orgánica son suelos totalmente endurecidos, destruidos por la mecanización, no existe cobertura vegetal o por se ha aplicado fertilizantes químicos solubles.</p>

Fuente: el Autor




Tabla 5 Interpretación de la Zona Externa**INTERPRETACIÓN DE LA ZONA EXTERNA O ZONA ENZIMÁTICA Y NUTRICIONAL**

Muestra la relación de la materia orgánica, los minerales y los microorganismos

NIVEL	CROMATOGRAMA	ELEMENTOS	INTERPRETACIÓN
BAJO		Sin color en forma circular	Suelo acabado, afectado por la rigor de la sobre producción, la mecanización profunda y el uso intensivo de fertilizantes y agroquímicos, afectando la humificación de la materia orgánica
MEDIO		Pequeñas e irregulares agujas que sobresalen	Ligeras radiaciones indicativo de la poca materia orgánica, suelo en proceso de erosión y pérdida de microbiota.
ALTO		Bordes irregulares con nubecillas	Suelo sano, gran actividad microbiológica diversificada y constante en el suelo, buen desarrollo de la formación enzimática y buena descomposición de la materia orgánica.

Fuente: el Autor

Tabla 6 Manejo de suelos con diferentes Sistemas de Producción

INTERPRETACIÓN DE MANEJO DE SUELOS CON DIFERENTES SISTEMAS DE PRODUCCIÓN			
NIVEL	CROMATOGRAMA	SISTEMA	INTERPRETACIÓN
BAJO		CONVENCIONAL	Uso de fertilizantes nitrogenados, suelo compactado, mineralizado, sin materia orgánica y ausencia de actividad biológica.
MEDIO		TEMPORAL	Uso de fertilizantes y estiércol, los minerales están aislados de la poca materia orgánica, actividad enzimática y biológica escasa como consecuencia de un suelo desnudo y erosionado.
ALTO		ORGÁNICO	Suelo orgánico, indica la integración de todas las zonas abundante actividad enzimática, con buena presencia de materia orgánica y minerales integrados por la actividad microbiológica.

Fuente: el Autor

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.

Gráfico 6: Resultado de la cromatografía de 10 muestras pertenecientes al Ramal de Cruz 1



Fuente: El Autor

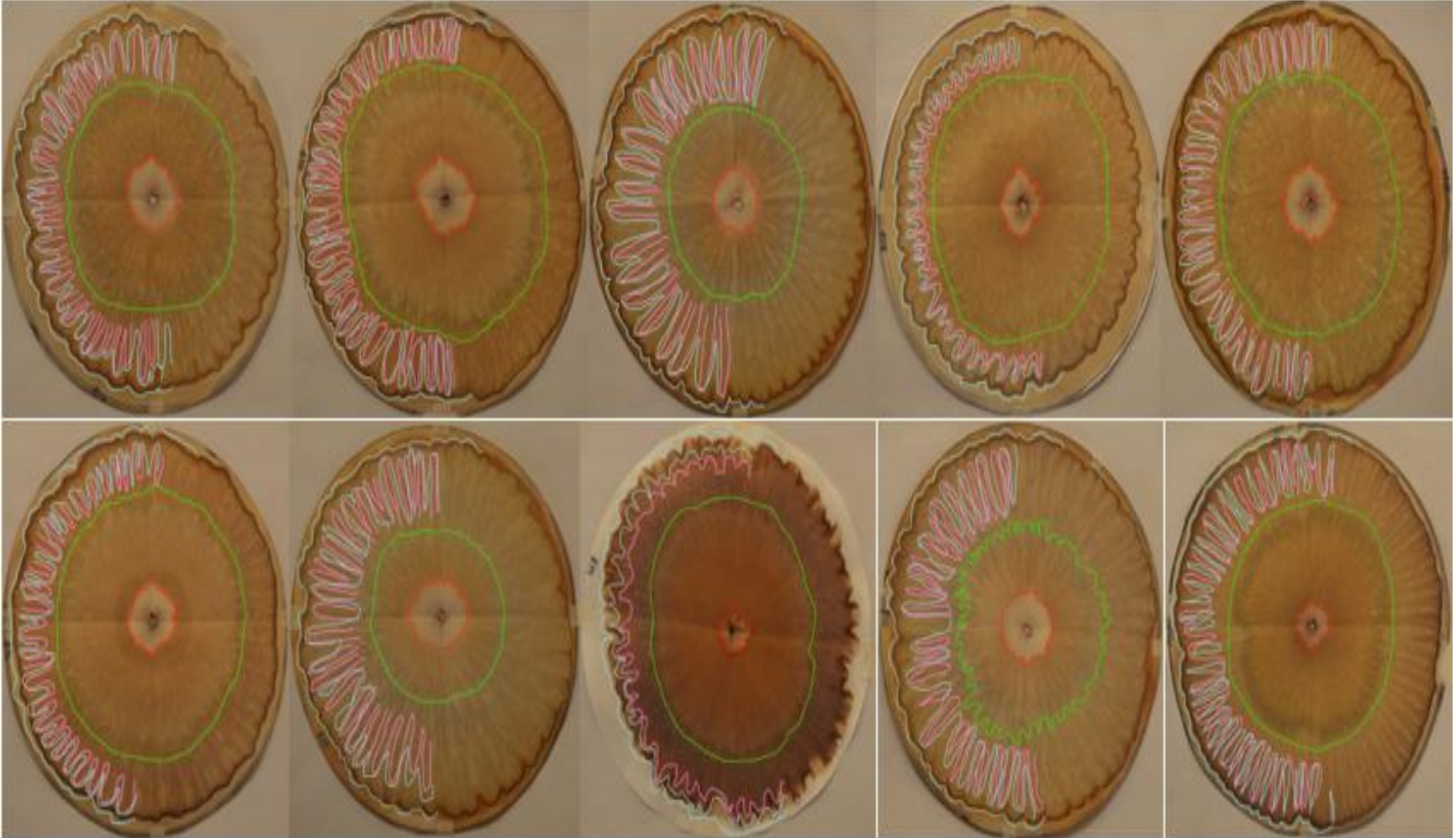
Como se observa en el (Gráfico 1), donde se muestra los 10 cromatogramas del Ramal Cruz 1 se evidencia una similitud entre las zonas intermedia y externa de las muestras, que coinciden en la coloración café clara muy tenue indicando la presencia de materia orgánica y actividad microbológica, lo que se refleja en el diagnóstico del productor donde se obtuvo que el 70 % de encuestados menciona usar de 2 a 3 veces por año Materia orgánica para fertilizar el suelo por su coloración tenue, lo que está comprobado en el análisis de suelo en el muestra un alto contenido de materia orgánica. Podemos inferir que las enmiendas realizadas no contribuyen a acrecentar la reserva nutricional. De igual forma existe una semejanza de la zona central en todos los cromatogramas, donde se puede observar una forma circular de un tamaño regular, que indica el uso adecuado de maquinaria agrícola, así también evidenciado en el gráfico 1, de las muestras se presenta un inicio de compactación y degradación del suelo, como producto de las prácticas agrícolas empleadas. Noni & Trujillo (1999) afirma que en el Ecuador:

La Sierra ha sido y sigue siendo la región del país donde la presión del hombre sobre la tierra es la más fuerte. La actividad agrícola es predominante y se caracteriza por cultivos que generalmente cubren mal el suelo y por prácticas agrícolas frecuentemente inadecuadas que favorecen la pérdida de tierra. (p. 11)

Este uso es evidenciado en las encuestas levantadas teniendo como resultado que el 30% usan maquinaria agrícola de 2 – 3 veces por año, el 60 % de los encuestados usa maquinaria 1 vez al año frente a un 10 % que no usa maquinaria agrícola.

También se observa que, en la mayor parte de los cromatogramas, la zona interna presenta anillos de color verde y amarillo, que indica el uso de químicos (glifosato y sulfatos), esto valida a las encuestas levantadas al productor, donde el 40 % de los ellos afirma usar estos productos. Cabe hacer referencia que la coloración de los anillos puede deberse a la mala descomposición de la materia orgánica que usan en el sector, saturando el suelo y provocando la momificación de la Materia orgánica, esto está corroborado con el diagnóstico del productor en donde se indica que el 70 % usa materia orgánica de 2 – 3 veces al año, 20 % usa 1 vez al año frente a un 10% que no aplica materia orgánica. El suelo del ramal Cruz 1 es manejado con un sistema de producción tradicional, con posibilidad de compactación y degradación.

Gráfico 7: Resultado de la cromatografía de 10 muestras pertenecientes al Ramal de Yugsiche Bajo



Fuente: El Autor

Como se observa en el (Gráfico 2), los 10 cromatogramas pertenecientes al Ramal de Yugsiche Bajo presentan en la zona central de la muestra un color cremoso y un diámetro regular en donde se determina que en todo el sector existe el uso de maquinaria agrícola, en el gráfico 1 se identifica la degradación y el inicio de la compactación del suelo, este uso es evidenciado en las encuestas levantadas teniendo como resultado que el 50 % de encuestados usan de 2 – 3 veces por año maquinaria agrícola, un 30% usa 1 vez al año. Sin embargo, de evidencia que el 20 % de los encuestados no lo hace de manera tecnificada usando maquinaria agrícola más de 4 veces al año. Así como también el análisis de suelo nos indica una textura franco arenosa, que puede ser efecto del uso de esta maquinaria, los sistemas de labranza son responsables de 28% de la degradación de suelos en Costa Rica. Esto relacionado al uso de sistemas de labranza convencionales, las cuales pulverizan la capa arable del suelo (Gómez-Calderón et al., 2018).

De igual forma se evidencia una similitud entre la zona intermedia y la zona externa de todas las muestras, presentando una coloración café que indica presencia de Materia orgánica y actividad microbiológica excepto en dos muestras , esto concuerda con el diagnóstico al productor en donde el 60 % de los encuestados afirma usar Materia orgánica para acrecentar las reservas nutricionales del suelo y esto se es corroborado con el análisis de suelo donde nos indica que el sector tiene un 3% de materia orgánica que es considerado alto. También se observa que, en todos los cromatogramas, la zona interna presenta anillos de color verde y amarillo, que indica el uso de químicos como el glifosato y sulfatos, lo cual está igual con el diagnóstico al productor donde, un 30 % afirma usar fertilizante químico de 2 – 3 veces por año, un 30 % usa fertilizante químico una vez al año. En este mismo contexto la coloración de los anillos puede deberse a la mala descomposición de la materia orgánica que usan en el sector en este caso, la gallinaza que tiene altos niveles de N y P, Estrada Pareja (2005) afirma que:

La gallinaza seca posee una mayor concentración de nutrientes, este valor depende del tiempo y rapidez del secado, así como de la composición de N, P (P₂O₅), K (K₂O). Esto tiene especial relevancia en el caso del nitrógeno y el fósforo ya que, aparte de su valor como abono, en muchas ocasiones, con una excesiva densidad animal en el área, estos elementos se consideran contaminantes del suelo. (p. 45)

Gráfico 8: Resultado de la cromatografía de 10 muestras pertenecientes al Ramal de Cruz 2



Fuente: El Autor

Como se observa en el (Gráfico 3), los 10 cromatogramas pertenecientes al Ramal Cruz 2 presentan una zona central de un color cremoso y un diámetro aceptable en donde se determina que en todo el sector existe el uso de maquinaria agrícola, además de que muestra una buena aireación y estructura, este uso es evidenciado en las encuestas levantadas al productor que dieron como resultado que el 30 % de encuestados usan de 2 – 3 veces por año maquinaria agrícola y un 70% usa maquinaria agrícola 1 vez al año. Corroborando que en el sector existe la tecnificación del uso.

También se observa que, en todos los cromatogramas, la zona interna presenta anillos de color verde y amarillo, que indica la mala descomposición de Materia orgánica que se usa en el sector. Esto se evidencia en el diagnóstico del productor en donde un 20 % de los encuestados aporta materia orgánica de 2 a 3 veces por año y un 60 % lo hace de 2- 3 veces por año.

Los mismos anillos pueden representar el uso de químicos como el glifosato y sulfatos, lo cual está equiparado con el diagnóstico al productor en donde, un 44.4 % afirma usar fertilizante químico y un 30 % controla plagas con algún tipo de insecticida. Morales Vargas (2013) afirma que:

Los agroquímicos, por sus características físico-químicas, se distribuyen en aire, agua, suelo y biota, por lo que las vías de exposición de un organismo a las sustancias pueden ser múltiples, y dependen de la permanencia de las sustancias en el ambiente, así como de la forma química que las hace biodisponibles en mayor o menor grado. (p. 2)

Sumado a la información obtenida se evidencia una similitud entre la zona intermedia y la zona externa de todas las muestras, presentando una formación irregular y buena integración entre las zonas, con una coloración café que indica presencia de Materia orgánica y actividad microbiológica, esto está equiparado con el diagnóstico al productor en donde el 60% de encuestados aplica materia orgánica 1 vez al año y un 20 % de 2-3 veces por año. Actividad que de llevarse de manera correcta ayudará a incrementar la reserva nutricional. El suelo tiene un manejo temporal.

Tabla 7 Tabla de contraste de información de los análisis cuantitativos y cualitativos

CONTRASTE DE INFORMACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO Y CUALITATIVO					
RAMAL	INDICADOR	ANÁLISIS CUANTITATIVO	ANÁLISIS CUALITATIVO		OBSERVACIÓN
			CROMATOGRAFÍA	DIAGNÓSTICO	
CRUZ 1	PH	Neutro (7,26)	No aplica	No aplica	VALIDA EN ANÁLISIS CUANTITATIVO
	Materia orgánica	Alta (3,0)	Presencia de Materia orgánica	70 % usa materia orgánica	VALIDA
	Textura	Franco arenoso	Uso adecuado de maquinaria	60 % usa maquinaria agrícola de forma tecnificada	VALIDA
	Uso de fertilizantes nitrogenados	Bajo (19 ppm)	Poca presencia de Nitrógeno	66.7 % no usa fertilizantes nitrogenados	VALIDA
	Microbiología	Colonias/gr	Presencia de microorganismos	Existe materia orgánica	VALIDA
	Uso Glifosato	No aplica	Presencia de Glifosato	40 % usa Glifosato	VALIDA EN ANÁLISIS CUALITATIVO
	Aireación	Textura franco arenoso	Coloración en la zona central	No aplica	VALIDA EN ANÁLISIS CUANTITATIVO Y CROMATOGRAFÍA
YUGSICHE BAJO	PH	Neutro (7,3)	No aplica	No aplica	VALIDA EN ANÁLISIS CUANTITATIVO
	Materia orgánica	Alta (3,0)	Presencia de Materia orgánica	60 % usa materia orgánica	VALIDA
	Textura	Franco arenoso	Extralimitación de maquinaria	100 % usa maquinaria agrícola	VALIDA
	Uso de fertilizantes Nitrogenados	Bajo (16 ppm)	Poca presencia de Nitrógeno	40 % no usa fertilizantes nitrogenados	VALIDA
	Microbiología	Colonias/gr	Presencia de microorganismos	Existe materia orgánica	VALIDA
	Uso Glifosato	No aplica	Presencia alta de Glifosato	20 % usa Glifosato	VALIDA EN ANÁLISIS CUALITATIVO

	Aireación	Textura franco arenoso	Coloración en la zona central	No aplica	VALIDA EN ANÁLISIS CUANTITATIVO Y CROMATOGRAFÍA
CRUZ 2	PH	Neutro (7,36)	No aplica	No aplica	VALIDA EN ANÁLISIS CUANTITATIVO
	Materia orgánica	Alta (2,6)	Presencia de Materia orgánica	60 % usa materia orgánica	VALIDA
	Textura	Franco arenoso	Manejo de maquinaria deficiente	70 % usa maquinaria agrícola	VALIDA
	Uso de fertilizantes nitrogenados	Bajo (20 ppm)	Poca presencia de Nitrógeno	44.4 % no usa fertilizantes nitrogenados	VALIDA
	Microbiología	Colonias/gr	Presencia de microorganismos	Existe materia orgánica	VALIDA
	Uso Glifosato	No aplica	Presencia de Glifosato	30 % usa Glifosato	VALIDA EN ANÁLISIS CUALITATIVO
	Aireación	Textura franco arenoso	Coloración en la zona central	No aplica	VALIDA EN ANÁLISIS CUANTITATIVO Y CROMATOGRAFÍA

Fuente: El Autor

En la TABLA 14 se observa que el 57.14% ratifican los resultados obtenidos en el análisis cuantitativo y cualitativo (cromatograma y diagnóstico del productor), un 28.57% valida en uno de los análisis (cuantitativo o cualitativo) y el 14.28% valida en el análisis cualitativo (cromatograma y diagnóstico del productor). Lo que pronostica que la técnica de cromatografía en papel es válida para caracterización de suelos y una opción para análisis de calidad de suelo.

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

Técnicos

- Cada agricultor, técnico o agrónomo será capaz de interpretar los resultados cualitativos de un cromatograma.

Sociales

- Es una metodología práctica que brinda información sobre indicadores que permiten la caracterización del suelo.

Ambientales

- El manejo de información sobre el suelo ayuda, a realizar enmiendas de manera eficiente evitando la contaminación del suelo, agua y aire. Por uso de agroquímicos o pesticidas en el manejo de un cultivo.
- Permite la identificación de contaminación y presencia de agroquímicos como glifosato, sulfatos y abonos químicos nitrogenados.

Económicos

- La técnica de cromatografía en papel abarata los costos de un análisis químico de suelo, facilitando su aplicación y uso.

13. CONCLUSIONES

- Finalmente podemos concluir que la técnica de cromatografía en papel permite la caracterización del suelo, mediante la interpretación de información de los indicadores cualitativos obtenidos en cada muestra.
- Los indicadores cuantitativos proporcionados por el INIAP, brindan información clara y precisa sobre el estado actual del suelo, sin embargo, la información cualitativa obtenida mediante los cromatogramas también brinda datos precisos y confiables del estado del suelo.
- El suelo del área de influencia del sistema de agua de Riego Canal Central Toacaso, es manejado con un sistema temporal, en donde se evidencia la presencia de enmiendas al suelo con materia orgánica y fertilizantes químicos, que deben ser empleados de manera tecnificada para evitar la saturación y momificación de materia orgánica.

14. RECOMENDACIONES

- Utilizar reactivos correctamente preparados con las dosis indicadas en la metodología, para evitar un desperdicio de materiales y un resultado erróneo.
- La manipulación del papel filtro se debe realizar con especial cuidado para evitar machas y la presencia de huellas digitales en el cromatograma.
- El uso de papel absorbente cuando se impregna el nitrato de plata entre muestras es ideal para evitar manchas y un correcto secado del papel filtro.
- Se recomienda realizar muestras seriadas más puras, debido a que se evidenció un total de colonias incontable, que muestra la necesidad de tener muestras más puras.
- Realizar un análisis para identificar la presencia de glifosato en el suelo, lo que proporcionará información cuantitativa que servirá para contrastarla con la información cualitativa (cromatograma y diagnóstico al productor).

15: REFERENCIAS

- Arguello, H., & Introduccion, A. (1991). La descomposición de la materia orgánica y su relación con algunos factores climáticos y microclimaticos. *Agronomía Colombiana*, 8(2), 384–388.
- Arias Hernández Antonio, G. M. A. (1966). Aplicación de la colorimetría en la determinación del contenido de la materia orgánica de los suelos. *Acta Agronómica*, 16, 169–196.
- Bautista, A. Etchevers, J. del Castillo, R.F. Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Revista Ecosistemas*, 13(2), 90–97.
- Damian Suclupe, M. J. (2018). Plan de enmiendas, yeso agrícola, compost mejorado y enriquecido con EM y humus de lombriz, para mejorar el suelo. *Arnaldoa*, 25(1), 141–158. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.251.25109>
- Domínguez Soto, J. M., Román Gutiérrez, A. D., Prieto García, F., & Acevedo Sandoval, O. (2018). Sistema de Notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(1), 141–155. <https://doi.org/10.29312/remexca.v3i1.1489>
- Espinoza, L., Slaton, N., & Mozaffari, M. (2012). Agricultura y Recursos Naturales Como Interpretar los Resultados de los Análisis de Suelos. *División of Agriculture Research and*

Extension, 2. <http://www.uaex.edu>

- Estrada, I. R., Hidalgo, C., Guzmán, R., Almaraz, J. J., Navarro, H., & Etchevers, J. D. (2017). Soil quality indicators to evaluate soil fertility. *Agrociencia*, 51(8), 813–831.
- Estrada Pareja, M. M. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. *Revista Lasallista de Investigación*, 2(1), 43–48.
- FAO. (2016). Estado Mundial del Recurso Suelo. Resumen Técnico. In *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. <http://www.fao.org/3/a-i5126s.pdf>
- García, A. (2009). La Materia Organica (Mos) Y Su Papel En Lucha Contra La Degradacion Del Suelo. *XI Congreso Ecuatoriano de La Ciencia Del Suelo*, 29–31.
<http://www.secsuelo.org/wp-content/uploads/2015/06/9.-Dr.-Alvaro-Garcia.-MO.pdf>
- García, Y., Ramírez, W., & Sánchez, S. (2012). Indicadores de la calidad de los suelos : una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos Y Forrajes*, 35(2), 125–137.
- Gobierno Autónomo Decentralizado Parroquial Rural, T. (2020). *Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia de Toacaso* (p. 189).
- Gómez-Calderón, N., Villagra-Mendoza, K., & Solórzano-Quintana, M. (2018). La labranza mecanizada y su impacto en la conservación del suelo (revisión literaria). *Revista Tecnología En Marcha*, 31(1), 170. <https://doi.org/10.18845/tm.v31i1.3506>
- INEC. (2016). Información Ambiental en la Agricultura 2016. *Información Ambiental En La Agricultura*, 1–34. http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Informacion_ambiental_en_la_agricultura/2016/PRESENTACION_AGRO_AMBIENTE_2016.pdf
- INIA. (2015). Semana de la Ciencia y Tecnología Jornada de Puertas Abiertas INIA Tacuarembó 20 de mayo de 2015. *Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria*, 19.
http://inia.uy/Documentos/Públicos/INIA_Tacuarembó/2015/El_Suelo_20_de_mayo.pdf
- López Galán Enrique, M. F. F. (1988). Determinación Colorimétrica. *Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación*, 22–33.
https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/fondo/pdf/43700_2.pdf

- Medina, T., Arroyo, G., & Peña, V. (2018). Cromatografía de Pfaiffer en el análisis de suelos de sistemas productivos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(3), 665–673.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v9i3.1223>
- Morales Vargas, R. (2013). Metodología de análisis del riesgo por contaminación de agroquímicos: cuenca del Río San Blas, Costa Rica. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 22(1), 34–44.
- Noni, G., & Trujillo, G. (1999). La erosión actual y potencial en Ecuador: Localización, Manifestaciones y causas. *Centro Ecuatoriano de Investigación Geográfica*, 6(14), 5–14.
- Pérez, E. (2011). Análisis de fertilidad de suelos en el laboratorio de Química del Recinto de Grecia, Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica Soil fertility analysis in the laboratory of chemical campus – Grecia, Sede de Occidente, Universidad de Costa Rica. *InterSedes*, XIV, 6–18. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/intersedes/article/view/980>
- Restrepo-Rivera, J., & Pinheiro, S. (2011). *Cromatografía imágenes de la vida y de la destrucción del suelo*. FERIVA S,A.
- Schweizer, S. (2011). Muestreo y análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad. *INTA Costa Rica*, 18.
- Yaguana, G., Sanchez, F., Aguilar, M., & Pozo, E. (2019). Contaminación de suelos : el caso de los plaguicidas. *FINCAYA Emprende*, 12, 1–10.

16. ANEXOS

Anexo 1. Aval de Traducción



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“CARACTERIZACIÓN DE SUELOS MEDIANTE LA TÉCNICA DE CROMATOGRAFÍA EN PAPEL EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL SISTEMA DE AGUA DE RIEGO CANAL CENTRAL TOACASO, CANTÓN LATACUNGA, PROVINCIA DE COTOPAXI.”** presentado por: **OBANDO PULLOTASIG KATHERINE MISHELL**, egresada de la Carrera de: **INGENIERÍA AGRONÓMICA**, perteneciente a la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a la peticionaria hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, Agosto del 2021

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'B. Cevallos Galarza'.

Bolívar Maximiliano Cevallos Galarza.
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0910821669



MARCO PAUL
 BELTRAN
 SEMBLANTES



CENTRO
 DE IDIOMAS













Anexo 2. Informe de URKUND



Document Information

Analyzed document	OBANDO_K_CROMATOGRAFIA_TOACAZO.docx (D111855647)
Submitted	8/31/2021 4:28:00 AM
Submitted by	Wilman Chasi
Submitter email	wilman.chasi@utc.edu.ec
Similarity	7%
Analysis address	wilman.chasi.utc@analysis.orkund.com

Sources included in the report

W	URL: http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n1/a09v25n1.pdf Fetched: 7/13/2021 9:50:20 PM	 2
SA	Proyecto Trab Titulacion Eiter Cercado 26042021.docx Document Proyecto Trab Titulacion Eiter Cercado 26042021.docx (D102994351)	 1
SA	Dario y leonardo tesis.docx Document Dario y leonardo tesis.docx (D103156748)	 4
SA	TESIS FINAL CORREGIDA 10-05-2016.doc Document TESIS FINAL CORREGIDA 10-05-2016.doc (D19884551)	 1
W	URL: https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/13593/1/1030537336.pdf Fetched: 6/2/2020 8:21:20 PM	 3
W	URL: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30131/1/Tesis-238%20%20Ingenier%C3%ADa%20Agron%C3%B3mica%20-CD%20641.pdf Fetched: 6/5/2020 6:24:24 AM	 3
W	URL: http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1050/1/terminada-tesis%20correcciones2.pdf Fetched: 11/21/2020 6:39:30 AM	 4
W	URL: https://www.redalyc.org/jatsRepo/2631/263158442014/html/index.html Fetched: 2/25/2021 11:21:53 PM	 6
W	URL: https://www.slideshare.net/marlon108/aq-78154053 Fetched: 1/1/2020 5:43:52 AM	 1
W	URL: http://repositorio.uraccan.edu.ni/919/1/fidel%20-%20joshua%20Final.pdf Fetched: 1/5/2021 12:13:37 AM	 1
W	URL: http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/4216/1/UTC-PC-000101.pdf Fetched: 1/6/2021 7:32:23 PM	 1
W	URL: http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1219/1/70100879.pdf Fetched: 8/11/2021 6:42:24 PM	 1

Anexo 3. Modelo de encuesta al productor**Carrera de
Agronomía****ENCUESTA LABORES CULTURALES**

Nombre: _____

Ramal: _____

Cultivo: _____

¿Cuántas veces al año usted usa maquinaria agrícola (Arado, Rastra)?

- Nunca
- 1 vez al año
- 2 a 3 veces al año
- Más de 4 veces por año

¿Cuántas veces al año aplica fertilizante químico (UREA, PAPA SIEMBRA)?

- Nunca
- 1 vez al año
- 2 a 3 veces al año
- Más de 4 veces por año

¿Cuántas veces al año aplica materia orgánica (GALLINAZA, POLLAZA, ABONO DE CUY, etc.)?

- Nunca
- 1 vez al año
- 2 a 3 veces al año
- Más de 4 veces por año

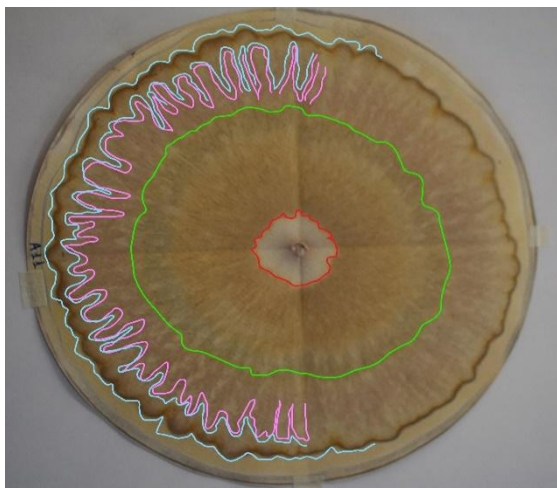
¿Cuántas veces al año fumiga para controlar algún tipo de plagas?

- Nunca
- 1 vez al año
- 2 a 3 veces al año
- Más de 4 veces por año

Anexo 4. Tablas de Interpretación de cromatogramas de los tres Ramales

Interpretación de cromatograma de Cruz 1

CÓDIGO A 11



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 - 1.3	1.3- 4.2	4.2 - 5.4	5.4 - 6.9	6.9 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	(TEMPORAL) MEDIO				
TAMAÑO	Media	Media	Media	Media	Media
COLORACIÓN	Media	Media	Regular (café claro tenue)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Buena	Mala	Buena	Media	
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Media (regular)	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Buena cantidad de M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Glifosato (anillo verde)	No presenta formación dentada	Buena actividad microbiológica	
	No hay compactación			Sin nubecillas	

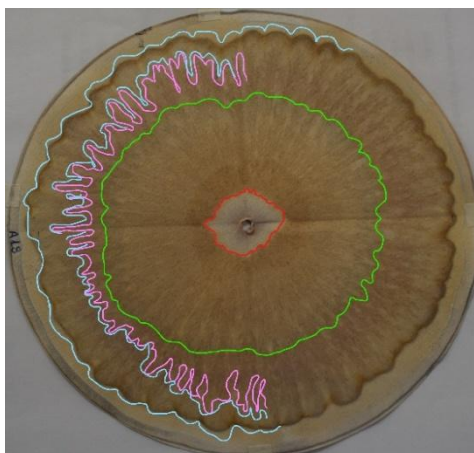
Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 1

Interpretación: El cromatograma muestra una estructura aceptable del suelo con posible compactación a futuro, media presencia de M.O. por lo mismo media actividad microbiológica y poca reserva nutricional todo el croma muestra una coloración café clara muy tenue que indica un proceso inicial de degradación, se muestra el uso de químicos como el glifosato.

Tabla 8

Descripción de un cromatograma de Cruz 1

CÓDIGO A 18



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 - 1.1	1.1 - 4.3	4.3 - 5.8	5.8 - 6.7	6.7 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
COLORACIÓN	Media	Media	Regular (café claro tenue)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Buena	Mala	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Irregular	Regular (circular)	Irregular	Media	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Buena cantidad de M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Glifosato (anillo verde)	No presenta formación dentada	Buena actividad microbiológica	
	No hay compactación			Sin nubecillas	

Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 1

Interpretación: El cromatograma muestra una relación buena entre las zonas, con estructura y aireación regular, buena cantidad de M.O. y buena actividad microbiológica todo el croma muestra una coloración café clara muy tenue que indica un proceso inicial de degradación y compactación.

Tabla 9

Descripción de un cromatograma de Cruz 1

CÓDIGO A 18 *



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 0.9	0.9- 4.3	4.3 – 5.6	5.6 - 6.4	6.4 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL				
TAMAÑO	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
COLORACIÓN	Media	Media	Regular (café claro tenue)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Regular	Mala	Mala	Buena	
FORMACIÓN	Irregular	Regular	Irregular	Media	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Media M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Glifosato (anillo verde)	No presenta formación dentada	Media actividad microbiológica	
	Inicio de compactación			Sin nubecillas	

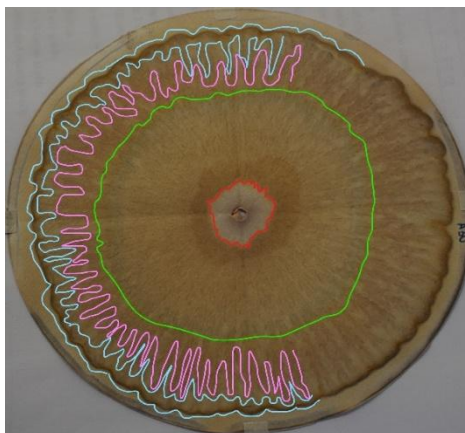
Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 1

Interpretación: El cromatograma muestra una relación regular entre las zonas, con estructura y aireación regular, cantidad media de M.O. y actividad media microbiológica todo el cromograma muestra una degradación de café claro muy tenue que indica un proceso inicial de degradación y compactación del suelo, se muestra el uso de químicos como el glifosato.

Tabla 10

Descripción de un cromatograma de Cruz 1

CÓDIGO A 30



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.1	1.1 - 4.3	4.3 – 5.9	5.9 - 6.8	6.8 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
COLORACIÓN	Media	Media	Regular (café claro tenue)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Regular	Mala	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Irregular	Regular (Circular)	Irregular	Media	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Media M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Glifosato (anillo verde)	Caminos (plumas)	Media actividad microbiológica	
	Inicio de compactación		No presenta formación dentada	Sin nubecillas	

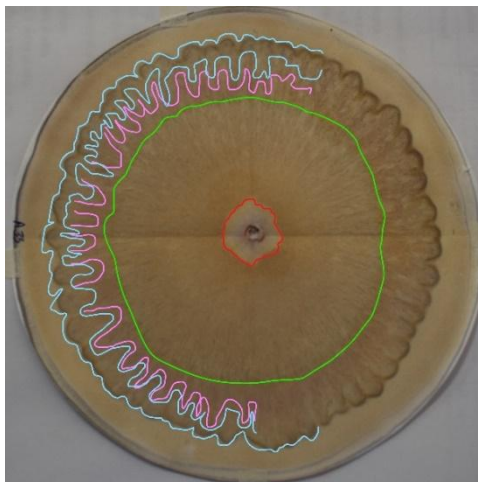
Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 1

Interpretación: El cromatograma muestra una relación regular entre las zonas, con buena estructura y buena aireación, baja cantidad de M.O. y actividad media microbiológica indica un proceso inicial de degradación y compactación del suelo, se muestra el uso de químicos como el glifosato. Baja reserva de nutrientes.

Tabla 11

Descripción de un cromatograma de Cruz 1

CÓDIGO A 33



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.0	1.0 - 4.3	4.3 – 5.3	5.9 - 6.4	6.4 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Regular	Regular	Regular	Regular	Regular
COLORACIÓN	Media	Media	Regular (café claro tenue)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Regular	Regular	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Irregular	Regular (Circular)	Irregular	Media	
	Buena estructura	Caminos tenues (plumas)	Media M.O.	Caminos (plumas)	
OTROS	Buena aireación	Sulfatos (anillo crema)	Caminos (plumas)	Media actividad microbiológica	
	Inicio de compactación		No presenta formación dentada	Sin nubecillas	

Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 1
Interpretación: El cromatograma muestra una integración regular entre zonas, con una coloración café claro que muestra que el suelo tiene buena cantidad de materia orgánica y actividad microbiológica. Inicio de compactación y uso de agroquímicos.

Tabla 12

Descripción de un cromatograma de Cruz 1

CÓDIGO A 41



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 0.4	0.4 - 4.4	4.4 – 5.6	5.6 – 7.2	7.2 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	CONVENCIONAL (BAJO)				
TAMAÑO	Malo	Regular	Regular	Regular	Regular
COLORACIÓN	Media	Media	Regular (café tenue)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Mala	Mala	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Irregular	Regular (Circular)	Irregular	Media	
	Buena estructura	Sin caminos (plumas)	Baja M.O.	Caminos (plumas)	
OTROS	Buena aireación	Glifosato (anillo verde)	Caminos (plumas)	Baja actividad microbiológica	
	Inicio de compactación		No presenta formación dentada	Sin nubecillas	

Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 1
Interpretación: El cromatograma muestra una integración desbalanceada entre las zonas, aplicación de químicos, mala estructura del suelo por pastoreo se evidencia compactación y una aireación regular. Por lo que hay baja actividad microbiológica.

Tabla 13

Descripción de un cromatograma de Cruz 1

CÓDIGO A 47



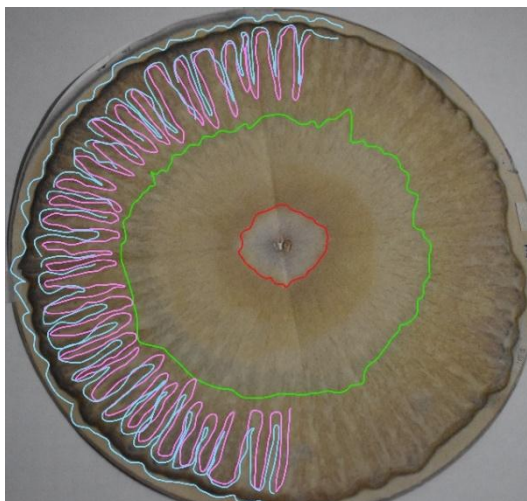
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 0.6	0.6 – 5.0	5.0 – 6.5	5.6 – 6.5	6.5 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	CONVENCIONAL (BAJO)				
TAMAÑO	Malo	Regular	Malo	Regular	Regular
COLORACIÓN	Media	Media	Regular (café tenue)	Buena (café oscuro y blanco)	
INTEGRACIÓN	Mala	Mala	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Irregular	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Baja M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Químicos (sulfatos)	Caminos (plumas)	Baja actividad microbiológica	
	Suelo compactado		No presenta formación dentada	Sin nubecillas	

Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 1
Interpretación: El cromatograma muestra heterogeneidad en cada zona, el suelo esta compactado y existe presencia de químicos, hay poca M.O. por lo que la actividad microbiológica es baja. El sistema pudo haber sido orgánico, pero se nota un cambio brusco en el manejo cultural.

Tabla 14

Descripción de un cromatograma de Cruz 1

CÓDIGO A 54



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.0	1.0 – 4.2	4.2 – 5.8	5.8 – 7.0	7.0 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
COLORACIÓN	Media	Media	Regular (café tenue)	Buena (café oscuro y blanco)	
INTEGRACIÓN	Regular	Regular	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Buena M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Químicos	Caminos (plumas)	Buena actividad microbiológica	
	Inicio de compactación		No presenta formación dentada	Sin nubecillas	

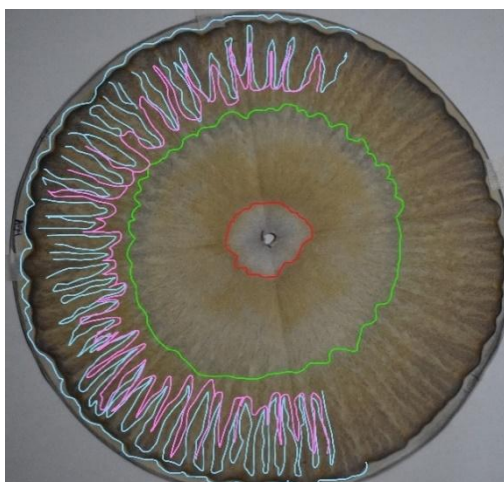
Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 1

Interpretación: El cromatograma muestra una buena estructura en la mayoría de las zonas con buena aireación, presencia de M.O y actividad microbiológica, con inicio de compactación y uso de químicos para la producción.

Tabla 15

Descripción de un cromatograma de Cruz 1

CÓDIGO A 54 *



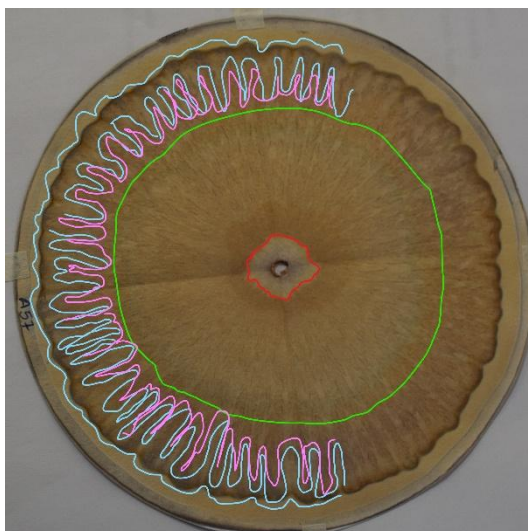
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.1	1.1 – 4.3	4.3 – 5.9	5.9 – 7.3	7.3 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
COLORACIÓN	Media	Media	Regular (café tenue)	Buena (café oscuro y blanco)	
INTEGRACIÓN	Regular	Regular	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
	Buena estructura	Caminos (plumas)	Buena M.O.	Caminos (plumas)	
OTROS	Buena aireación	Químicos	Caminos (plumas)	Buena actividad microbiológica	
	Inicio de compactación		No presenta formación dentada	Sin nubecillas	

Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 1
Interpretación: El cromatograma muestra una buena estructura en la mayoría de las zonas con buena aireación, presencia de M.O y actividad microbiológica, con inicio de compactación producto del sistema de pastoreo implementado.

Tabla 16

Descripción de un cromatograma de Cruz 1

CÓDIGO A 57



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.0	1.0 – 4.2	4.3 – 5.3	5.3 – 6.8	6.8 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Regular	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
COLORACIÓN	Media	Media	Media (café tenue)	Buena (café oscuro y blanco)	
INTEGRACIÓN	Regular	Buena	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
	Buena estructura	Caminos (plumas)	Buena M.O.	Caminos (plumas)	
OTROS	Buena aireación	Abono orgánico	Caminos (plumas)	Buena actividad microbiológica	
	Inicio de compactación		No presenta formación dentada	Sin nubecillas	

Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 1

Interpretación: El cromatograma muestra es su mayoría una buena relación entre zonas, con buena cantidad de M.O. y actividad microbiológica. Se identifica que se ha iniciado un proceso de compactación, relacionada con la preparación del suelo y manejo técnico.

Tabla 18

Descripción de un cromatograma de Yugsiche Bajo

CÓDIGO B 26



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 0.9	0.9 – 4.2	4.5 – 5.6	5.6 – 7.2	7.2 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Regular	Regular	Bueno	Bueno	Bueno
COLORACIÓN	Media	Bajo	Media (café tenue)	Buena (café oscuro y blanco)	
INTEGRACIÓN	Regular	Regular	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
	Buena estructura	Camino (plumas)	Buena M.O.	Camino (plumas)	
OTROS	Buena aireación	Abono químico	Camino (plumas)	Buena actividad microbiológica	
	Inicio de compactación	Sulfato Glifosato	No presenta formación dentada	Sin nubecillas	

Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Yugsiche Bajo Interpretación: El cromatograma muestra una estructura y aireación de suelo buena lo que refleja el uso tecnificado de maquinaria agrícola. En la zona interna se muestra presencia de químicos, por los aros de diferente color al final. Existe M.O. que tiene relación directa con la actividad microbiológica.

Tabla 19

Descripción de un cromatograma de Yugsiche Bajo

CÓDIGO B 30



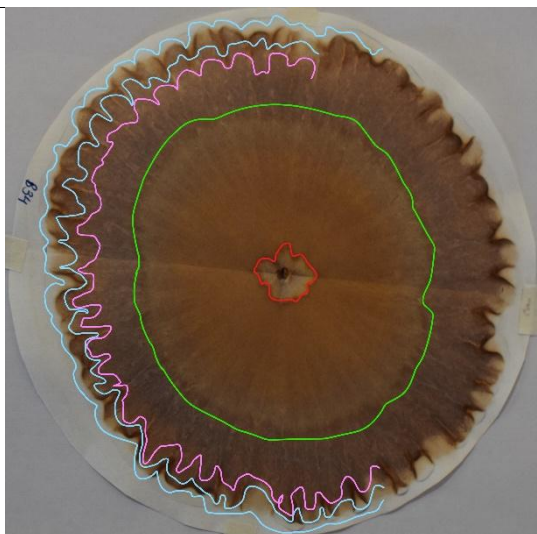
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.3	1.3 – 4.2	4.2 – 5.7	5.7 – 7.1	7.1 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Regular	Bueno	Regular	Bueno	Bueno
COLORACIÓN	Baja	Media	Media (café tenue)	Buena (café oscuro y blanco)	
INTEGRACIÓN	Regular	Buena	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Baja M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Abono orgánico	Caminos (plumas)	Baja actividad microbiológica	
	Inicio de compactación		No presenta dientes	Sin nubecillas	

Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Yugsiche Bajo. **Interpretación:** El cromatograma muestra una buena integración, pero con una estructura y aireación regular, que se relaciona directamente con el uso de maquinaria agrícola. Por el color café claro se deduce que hay presencia de M.O. y actividad biológica en poca cantidad. Lo que conlleva a la baja reserva de nutrientes.

Tabla 20

Descripción de un cromatograma de Yugsiche Bajo

CÓDIGO B 34



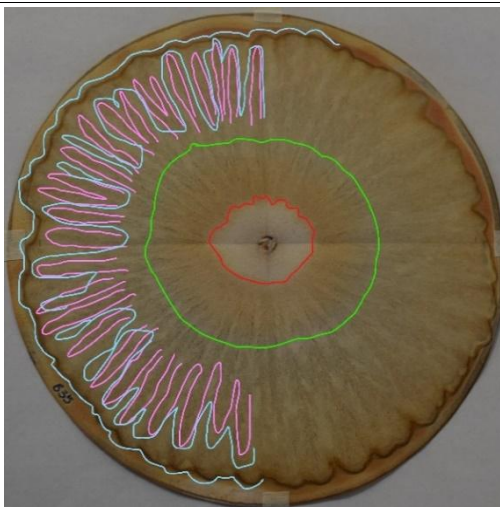
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 0.4	0.4 – 4.4	4.4 – 5.8	5.8 – 6.8	6.8 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Mala	Regular	Regular	Bueno	Regular
COLORACIÓN	Baja	Media	Media (café oscuro)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Regular	Mala	Regular	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
OTROS	Estructura regular	Sin caminos (plumas)	Buena M.O.	Caminos (plumas)	
	Aireación regular	Abono químico	Caminos (plumas)	Baja actividad microbiológica	
	Inicio de compactación		No presenta formación dentada	Sin nubecillas	

Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Yugsiche Bajo. **Interpretación:** El cromatograma muestra un suelo degradado con M.O. momificada y baja actividad microbiológica, además de que la estructura es mala por lo que estamos frente a un suelo compactado sin aireación y uso de químicos.

Tabla 21

Descripción de un cromatograma de Yugsiche Bajo

CÓDIGO B 35



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.3	1.3 – 3.4	3.4 – 5.3	5.3 – 6.9	6.9 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Buena	Regular	Bueno	Bueno	Bueno
COLORACIÓN	Medio	Media	Media (café claro)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Regular	Mala	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Buena M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Abono orgánico	Caminos (plumas)	Buena actividad microbiológica	
			No presenta dientes	Sin nubecillas	

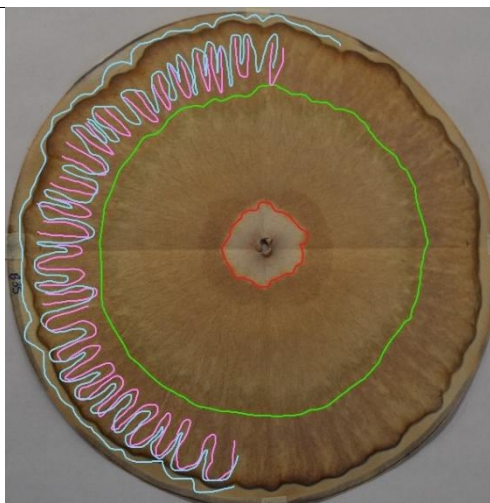
Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Yugsiche Bajo

Interpretación: El cromatograma muestra una buena integración entre las zonas, con buena relación de la M.O y la actividad microbiológica son buenas, aunque por el color café claro muy tenue muestra una reserva nutricional baja. Se observa que los minerales presentes en el suelo no obtuvieron el recorrido aceptable.

Tabla 22

Descripción de un cromatograma de Yugsiche Bajo

CÓDIGO B 35 *



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.4	1.4 – 3.3	3.3 – 5.4	5.4 – 7.0	7.0 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Buena	Regular	Bueno	Bueno	Bueno
COLORACIÓN	Medio	Media	Media (café claro)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Regular	Mala	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Buena M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Abono orgánico	Caminos (plumas)	Buena actividad microbiológica	
			No presenta dientes	Sin nubecillas	

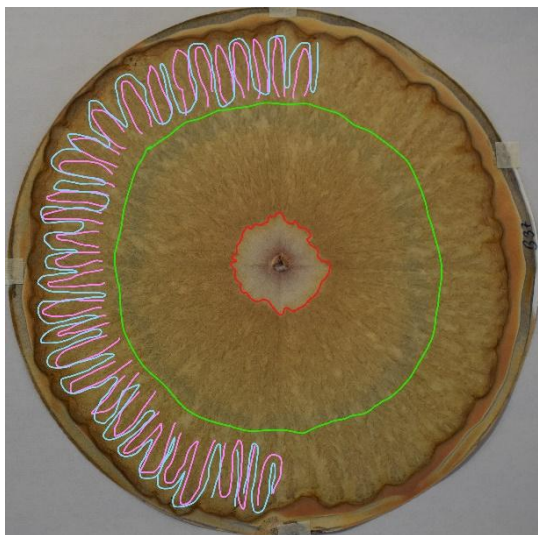
Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Yugsiche Bajo

Interpretación: El cromatograma muestra una buena integración entre las zonas, pero se observa que los minerales presentes en el suelo no obtuvieron el recorrido aceptable. La M.O y la actividad microbiológica son buenas, aunque por el color café claro muy tenue muestra una reserva nutricional baja.

Tabla 23

Descripción de un cromatograma de Yugsiche Bajo

CÓDIGO B 37



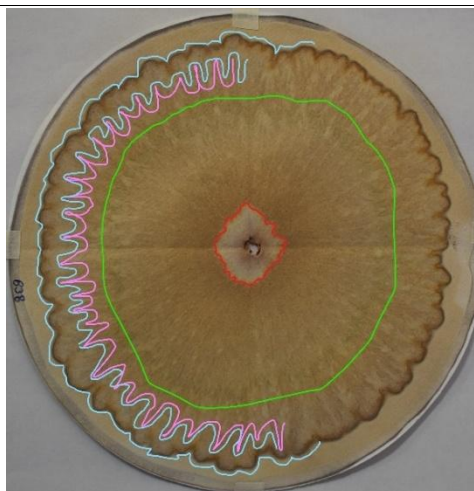
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.3	1.3 – 4.5	4.5 – 5.6	5.6 – 7.1	7.1 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
COLORACIÓN	Medio	Media	Media (café claro)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Regular	Mala	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
	Buena estructura	Caminos (plumas)	Buena M.O.	Caminos (plumas)	
OTROS	Buena aireación	Químicos	Caminos (plumas)	Buena actividad microbiológica	
			No presenta formación dentada	Sin nubecillas	

Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Yugsiche Bajo Interpretación: El cromatograma muestra un buen manejo de maquinaria hay una buena aireación y estructura, el recorrido de los minerales es aceptable, pero se evidencia la presencia de químicos en el manejo técnico. La M.O y la actividad microbiológica son buenas.

Tabla 24

Descripción de un cromatograma de Yugsiche Bajo

CÓDIGO B 38



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.1	1.1 – 4.3	4.3 – 5.4	5.4 – 6.7	6.7 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Bueno	Bueno	Medio	Medio	Bueno
COLORACIÓN	Medio	Media	Media (café claro)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Regular	Regular	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
OTROS	Estructura regular	Caminos (plumas)	Buena M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Químicos	Caminos (plumas)	Buena actividad microbiológica	
	Inicio de compactación		No presenta dientes	Sin nubecillas	

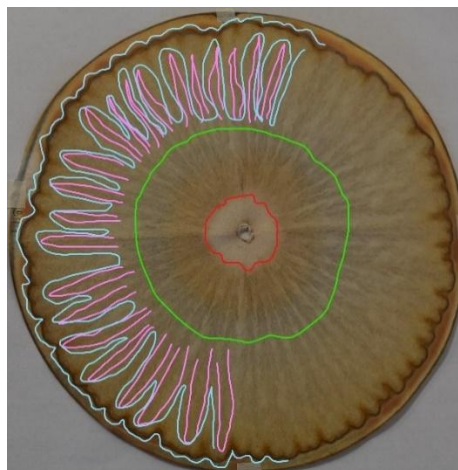
Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Yugsiche Bajo

Interpretación: El cromatograma muestra un manejo técnico deficiente con una estructura degradada, sin embargo, hay una buena aireación y contenido de M.O. por lo que hay buena actividad microbiológica. Por otro lado, se nota unos anillos de color verde y amarillo que muestran presencia de químicos para el manejo del cultivo.

Tabla 25

Descripción de un cromatograma de Yugsiche Bajo

CÓDIGO B 44



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.3	1.3 – 3.4	3.4 – 5.0	5.0 – 7.1	7.1 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Bueno	Bajo	Medio	Bueno	Bueno
COLORACIÓN	Medio	Media	Media (café claro)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Regular	Buena	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Buena M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Abono orgánico	Caminos (plumas)	Buena actividad microbiológica	
	Inicio de compactación	Gallinaza >N, P	No presenta dientes	Sin nubecillas	

Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Yugsiche Bajo

Interpretación: El cromatograma muestra una relación media entre zonas, con una estructura, aireación y oxigenación aceptable, el uso de gallinaza puede confundirse con el uso del cierto químicos debido a que la misma aporta N y P en considerables cantidades. La M.O. y la actividad microbiológica es buena.

Tabla 26

Descripción de un cromatograma de Yugsiche Bajo

CÓDIGO B 47




	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.2	1.2 – 4.4	4.4 – 5.6	5.6 – 7.1	7.1 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Bueno	Bajo	Medio	Bueno	Bueno
COLORACIÓN	Medio	Media	Media (café claro)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Regular	Buena	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Buena M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Abono orgánico	Caminos (plumas)	Buena actividad microbiológica	
	Inicio de compactación	Sulfatos Gallinaza >N, P	No presenta formación dentada	Sin nubecillas	

Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Yugsiche Bajo. **Interpretación:** El cromatograma muestra una relación buena entre zonas, se evidencia la presencia de un anillo de color verde por el uso de sulfatos y también el uso de gallinaza como enmiendas. Hay presencia de M.O. y también actividad microbiológica. Además, de que hay un inicio de degradación por compactación.

Tabla 27

Descripción de un cromatograma de Yugsiche Bajo

CÓDIGO B 47*

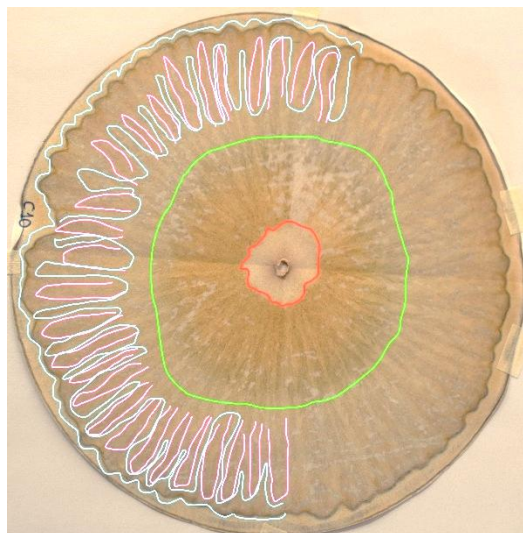
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.3	1.3 – 3.9	3.9 – 4.9	4.9 – 6.8	6.8 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Bueno	Bueno	Medio	Medio	Bueno
COLORACIÓN	Medio	Media	Media (café claro)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Regular	Buena	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Buena M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Abono orgánico	Caminos (plumas)	Buena actividad microbiológica	
	Inicio de compactación	Sulfatos Gallinaza >N, P	No presenta formación dentada	Sin nubecillas	

Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Yugsiche Bajo. **Interpretación:** El cromatograma muestra una buena integración entre zonas, se evidencia la presencia de un anillo de color verde por el uso de sulfatos y también el uso de gallinaza como enmiendas. Hay presencia de M.O. y también actividad microbiológica. Además, de que hay un inicio de degradación por compactación.

Tabla 28

Descripción de un cromatograma de Cruz 2

CÓDIGO C 10



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.3	1.3 – 3.9	3.9 – 5.8	5.8 – 7.1	7.1 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Bueno	Bueno	Medio	Medio	Bueno
COLORACIÓN	Medio	Media	Media (café claro)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Regular	Buena	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
	Buena estructura	Caminos (plumas)	Buena M.O.	Caminos (plumas)	
OTROS	Buena aireación	Abono orgánico	Caminos (plumas)	Buena actividad microbiológica	
	Inicio de compactación		No presenta formación dentada	Sin nubecillas	

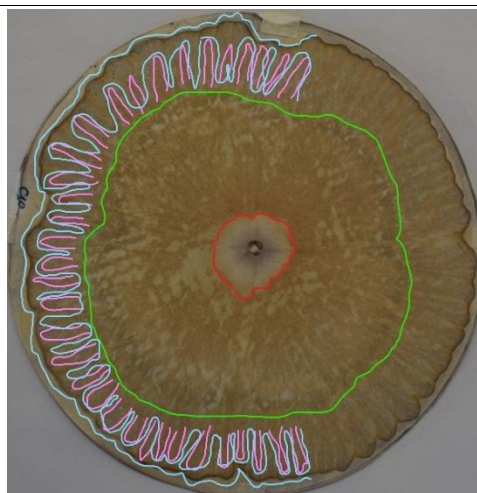
Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 2

Interpretación: El cromatograma muestra una buena relación entre zonas con M.O. y buena actividad enzimática. Pero se evidencia un manejo técnico deficiente en cuanto a fertilización por uso de gallinaza con alto % de N y P.

Tabla 28

Descripción de un cromatograma de Cruz 2

CÓDIGO C 10 *



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.2	1.2 – 4.2	4.2 – 5.6	5.6 – 7.0	7.0 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Bueno	Medio	Bueno	Bueno	Bueno
COLORACIÓN	Medio	Media	Media (café claro)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Regular	Buena	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Buena M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Abono orgánico	Caminos (plumas)	Buena actividad microbiológica	
	Inicio de compactación		No presenta formación dentada	Sin nubecillas	

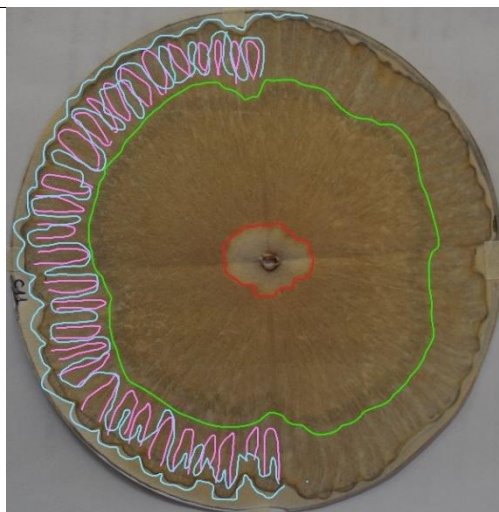
Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 2

Interpretación: El cromatograma muestra una buena relación entre zonas con M.O. y buena actividad enzimática, tiene buena aireación y oxigenación. Pero se evidencia un manejo técnico deficiente en cuanto a fertilización por uso de gallinaza con alto % de N y P.

Tabla 29

Descripción de un cromatograma de Cruz 2

CÓDIGO C 11



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.1	1.1 – 4.9	4.9 – 6.0	5.8 – 7.2	7.2 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Bueno	Medio	Medio	Medio	Bueno
COLORACIÓN	Medio	Media	Media (café claro)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Buena	Buena	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Buena M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Anillo de color verde	Caminos (plumas)	Buena actividad microbiológica	
	Inicio de compactación		No presenta formación dentada	Sin nubecillas	

Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 2

Interpretación: El cromatograma muestra una relación regular entre zonas con M.O. y buena actividad enzimática, sin embargo, su color café claro indica que no hay una gran reserva nutricional. Pero se evidencia un manejo técnico deficiente ya se ha iniciado el proceso de compactación.

Tabla 30

Descripción de un cromatograma de Cruz 2

CÓDIGO C 12



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.6	1.6 – 4.8	4.8 – 5.6	5.6 – 7.1	7.1 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Bueno	Medio	Medio	Bueno	Bueno
COLORACIÓN	Medio	Media	Media (café claro)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Buena	Buena	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Media M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Anillo de color verde	Caminos (plumas)	Media actividad microbiológica	
	Inicio de compactación	Nubecillas blancas	No presenta formación dentada	Sin nubecillas	

Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 2

Interpretación: El cromatograma muestra una relación buena entre zonas, con buena aireación y estructura. El movimiento de minerales es bueno presenta manejo de químicos, además de fertilización orgánica y presencia de M.O. con actividad microbiológica, la reserva nutricional es baja.

Tabla 31

Descripción de un cromatograma de Cruz 2

CÓDIGO C 14



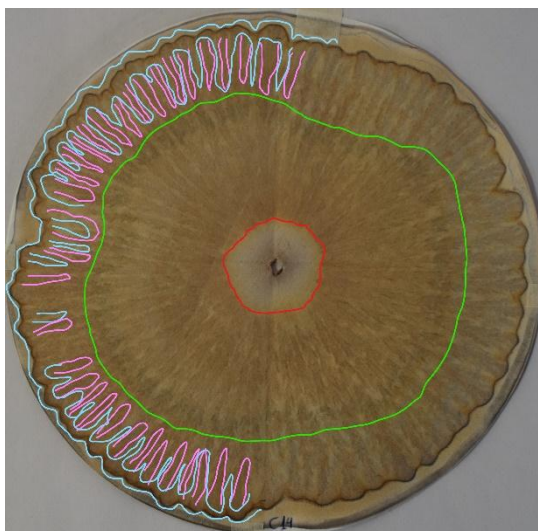
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.2	1.2 – 4.6	4.6 – 5.8	5.8 – 7.2	7.2 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Bueno	Medio	Medio	Bueno	Bueno
COLORACIÓN	Medio	Medio	Media (café claro)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Buena	Buena	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Media M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Anillo de color verde	Caminos (plumas)	Media actividad microbiológica	
	Inicio de compactación		Nubecillas blancas	Nubecillas blancas	

Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 2
Interpretación: El cromatograma muestra una relación regular entre zonas, con buena aireación y estructura. El movimiento de minerales es bueno presenta manejo de químicos, hay una cantidad media de M.O. y actividad microbiológica, deterioro de la reserva nutricional.

Tabla 32

Descripción de un cromatograma de Cruz 2

CÓDIGO C 14*



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.1	1.1 – 4.6	4.6 – 5.6	5.6 – 7.0	7.0 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Bueno	Medio	Medio	Bueno	Bueno
COLORACIÓN	Medio	Medio	Media (café claro)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Buena	Buena	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Media M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Anillo de color verde	Caminos (plumas)	Media actividad microbiológica	
	Inicio de compactación		Nubecillas blancas	Nubecillas blancas	

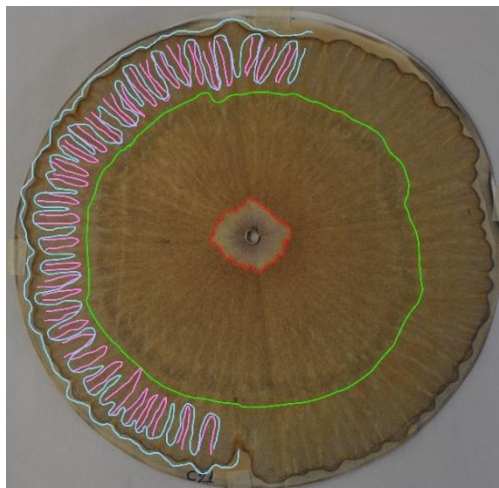
Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 2

Interpretación: El cromatograma muestra una relación regular entre zonas, con buena aireación y estructura. El movimiento de minerales es bueno presenta manejo de químicos, cantidad media de M.O. y actividad microbiológica, presenta inicio de compactación.

Tabla 33

Descripción de un cromatograma de Cruz 2

CÓDIGO C 21



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.4	1.4 – 4.7	4.7 – 5.6	5.6 – 7.1	7.1 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Bueno	Bueno	Medio	Bueno	Bueno
COLORACIÓN	Medio	Medio	Media (café claro)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Buena	Buena	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Buena M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Anillo de color verde	Caminos (plumas)	Buena actividad microbiológica	
	Inicio de compactación		Nubecillas blancas	Nubecillas blancas	

Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 2

Interpretación: El cromatograma muestra una buena relación entre zonas, su coloración indica una buena integración, el suelo tiene buena aireación y oxigenación. La M.O. y la actividad orgánica son buenas, pero no se visualizan plumillas esto puede ser influenciado por el uso químicos.

Tabla 34

Descripción de un cromatograma de Cruz 2

CÓDIGO C 21*



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.2	1.2 – 4.6	4.6 – 5.4	5.4 – 7.1	7.1 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Bueno	Medio	Medio	Bueno	Bueno
COLORACIÓN	Medio	Medio	Media (café claro)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Buena	Buena	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Buena M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Anillo de color verde	Caminos (plumas)	Buena actividad microbiológica	
	Inicio de compactación	Nubecillas blancas	Nubecillas blancas	Nubecillas blancas	

Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 2

Interpretación: El cromatograma muestra una relación aceptable entre zonas, su coloración indica una buena integración, el suelo tiene buena aireación y oxigenación. La M.O. y la actividad orgánica son buenas, la influencia de químicos (sulfatos) puede ser la causa de la cual no se visualizan plumillas

Tabla 35

Descripción de un cromatograma de Cruz 2

CÓDIGO C 22



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.5	1.5 – 5.0	5.0 – 5.9	5.9 – 7.2	7.2 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Bueno	Buena	Medio	Medio	Bueno
COLORACIÓN	Medio	Medio	Media (café claro)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Buena	Buena	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Regular (Circular)	Regular (Circular)	Irregular	Irregular	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Buena M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Anillo de color verde	Caminos (plumas)	Buena actividad microbiológica	
	Inicio de compactación				

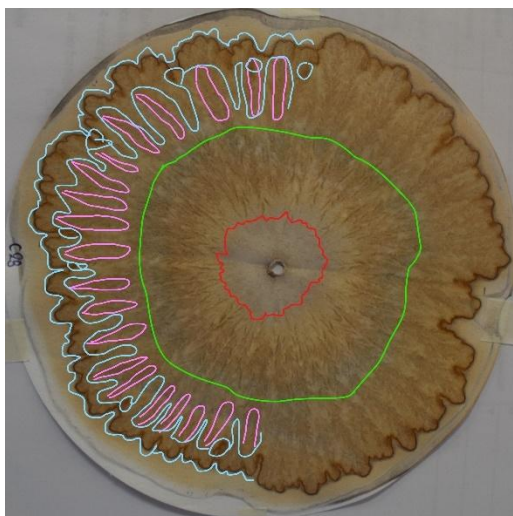
Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 2

Interpretación: El cromatograma muestra integración entre las zonas, la coloración muestra que la reserva nutricional está en descenso por su color café claro tenue, por el anillo de color verde se puede evidenciar que se han usado químicos (glifosato). Hay buena M.O y buena actividad microbiológica.

Tabla 36

Descripción de un cromatograma de Cruz 2

CÓDIGO C 28

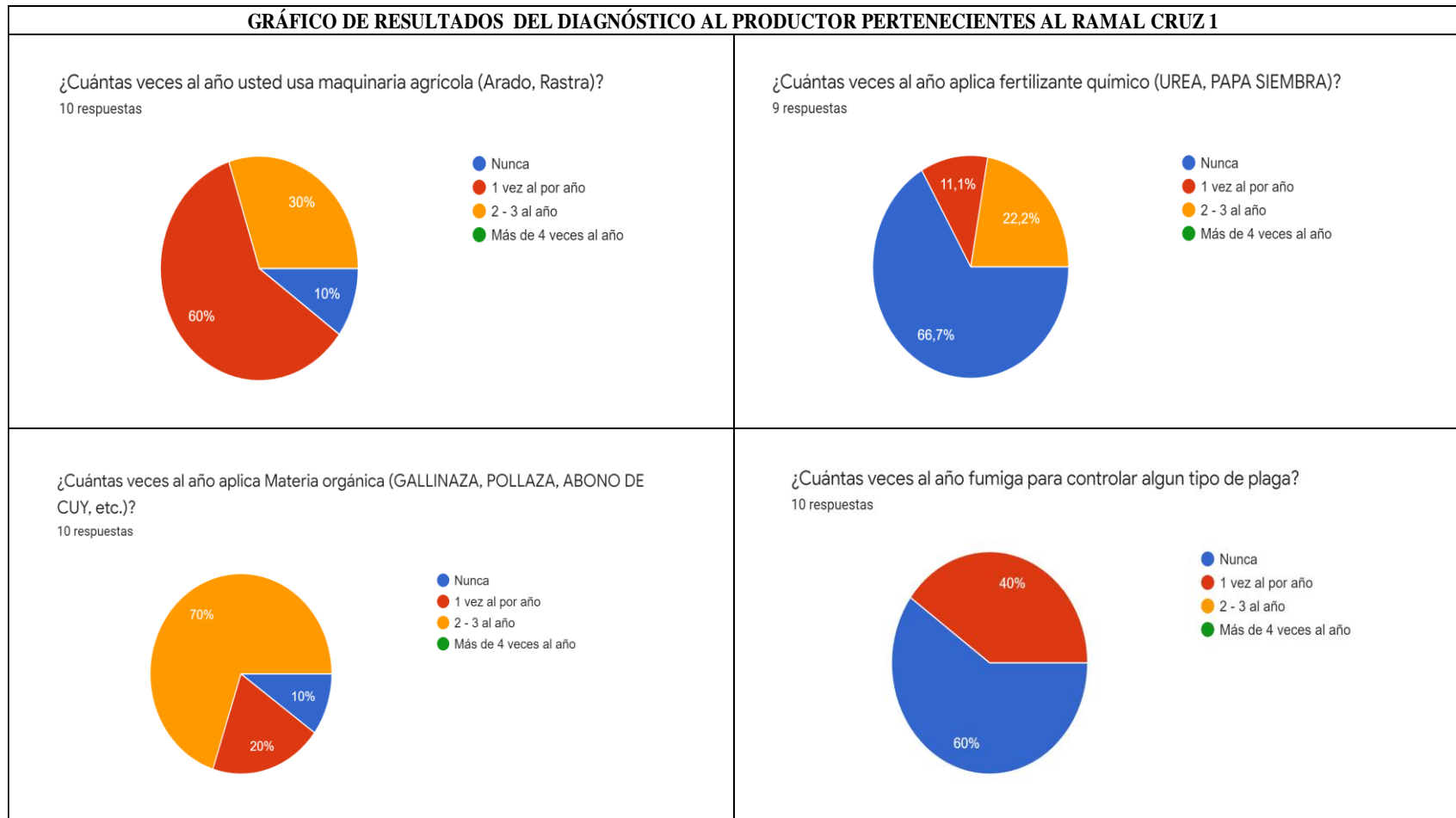


	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFÉRICA
	0 – 1.5	1.5 – 5.0	5.0 – 5.9	5.9 – 7.2	7.2 - 7.5
DESCRIPCIÓN					
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TEMPORAL (MEDIO)				
TAMAÑO	Bueno	Buena	Medio	Medio	Bueno
COLORACIÓN	Medio	Medio	Media (café claro)	Buena (café oscuro)	
INTEGRACIÓN	Buena	Buena	Buena	Buena	
FORMACIÓN	Irregular	Irregular	Irregular	Irregular	
OTROS	Buena estructura	Caminos (plumas)	Buena M.O.	Caminos (plumas)	
	Buena aireación	Anillo de color verde	Caminos (plumas)	Buena actividad microbológica	
	Buen manejo cultural				

Nota: El gráfico muestra la interpretación por zonas de un cromatograma perteneciente al sector Cruz 2

Interpretación: El cromatograma muestra una muy buena integración entre zonas se puede evidenciar un buen manejo cultural, el suelo muestra una buena aireación, oxigenación y estructura. La relación de la M.O. y la actividad microbológica es muy buena, sin embargo, la disponibilidad de nutrientes no es del todo completa.

Anexo 5. Resultados del Diagnóstico realizado al productor

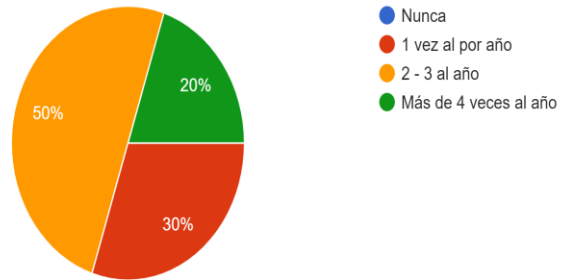


Fuente: El Autor

GRÁFICO DE RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO AL PRODUCTOR PERTENECIENTES AL RAMAL YUGSICHE BAJO

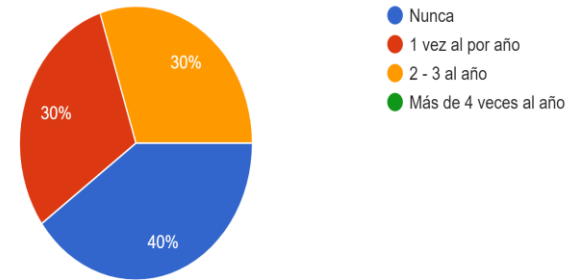
¿Cuántas veces al año usted usa maquinaria agrícola (Arado, Rastra)?

10 respuestas



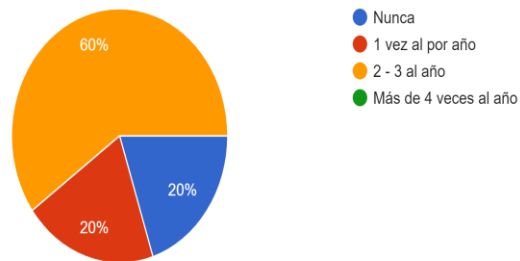
¿Cuántas veces al año aplica fertilizante químico (UREA, PAPA SIEMBRA)?

10 respuestas



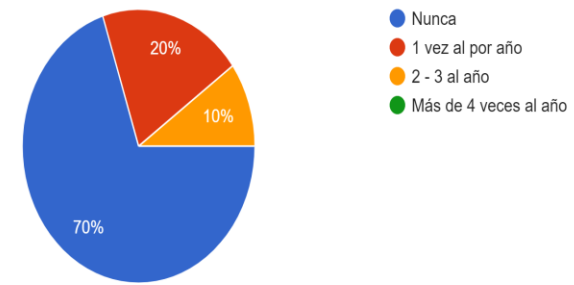
¿Cuántas veces al año aplica Materia orgánica (GALLINAZA, POLLAZA, ABONO DE CUY, etc.)?

10 respuestas



¿Cuántas veces al año fumiga para controlar algún tipo de plaga?

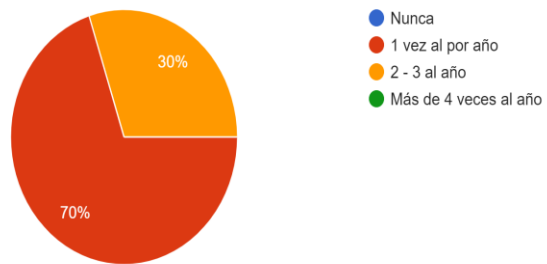
10 respuestas



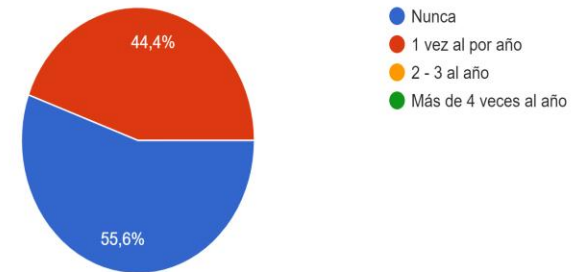
Fuente: El Autor

GRÁFICO DE RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO AL PRODUCTOR PERTENECIENTES AL RAMAL CRUZ 2

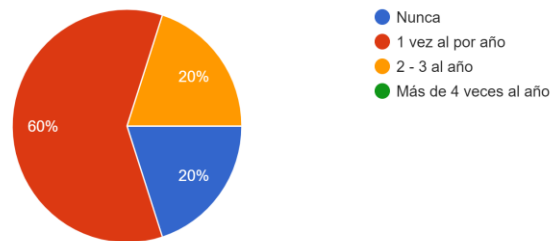
¿Cuántas veces al año usted usa maquinaria agrícola (Arado, Rastra)?
10 respuestas



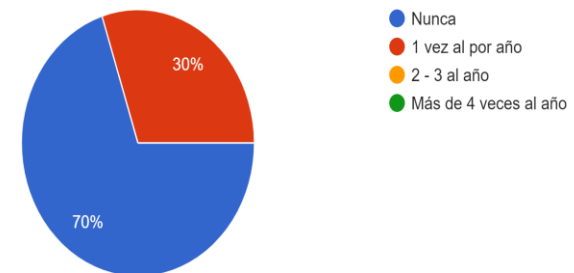
¿Cuántas veces al año aplica fertilizante químico (UREA, PAPA SIEMBRA)?
9 respuestas



¿Cuántas veces al año aplica materia orgánica (GALLINAZA, POLLAZA, ABONO DE CUY, etc.)?
10 respuestas



¿Cuántas veces al año fumiga para controlar algún tipo de plaga?
10 respuestas



Fuente: El Autor

Muestreo de Suelo



Obtención de Muestras Compuestas



Obtención de Sub Muestras



Muestras compuestas para el INIAP



Pesaje de muestras del INIAP



Clasificación y Secado de Muestras de Suelo



Tamizado de Muestras



Identificación de Muestras Tamizadas



Molienda de Muestras



Pesaje de Muestras

Identificación de Muestras Molidas



Pesaje del Hidróxido de Sodio



Preparación de la Solución de Hidróxido de Sodio al 1%

Preparación de las Matrices de Erlenmeyer con NaOH



Matrices de Erlenmeyer y Muestras de suelo



Preparación de la Solución de Suelo para la corrida de Muestras

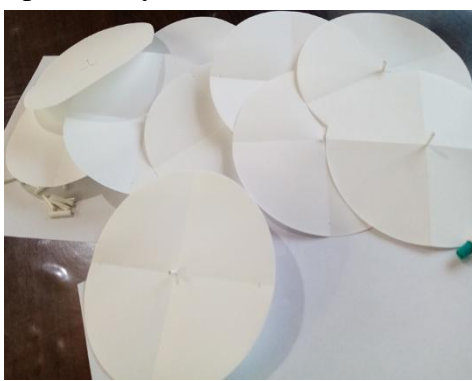


Solución de Suelo en Reposo



Preparación del Papel filtro y Pabilos

Preparación del Nitrato de Plata



Impregnación del Nitrato de Plata en el papel Filtro

Solución del Suelo

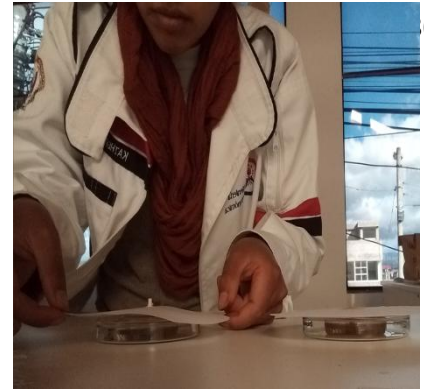


Solución de suelo en cajas Petri

Impregnación de solución de suelo en el Papel Filtro



Corrida de Muestras de Suelo



Cromatogramas Revelados



Preparación de Solución de Suelo para Microbiota Total

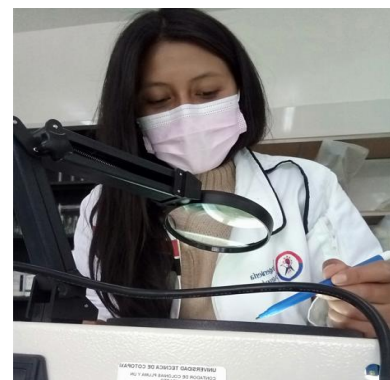


Muestras seriadas a (-5) para Cultivo en cajas Petri



Siembra de Microorganismos

Conteo de Colonias a los 20 días



Presencia de Colonias de Microorganismos

