



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE AGRONOMÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**CARACTERIZACIÓN DE SUELOS POR CROMATOLOGIA EN PAPEL EN TRES
TERRAZAS DE BANCO CON SISTEMAS AGROFORESTALES DEL CAMPUS
CEASA-UTC 2023**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero
Agrónomo

AUTOR:

Borja Chanalata David Joel

TUTOR:

Chancusig Espín Edwin Marcelo

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2023

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

David Joel Borja Chanalata, con cédula de ciudadanía No. 1752245496, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: “Caracterización de suelos por cromatología en papel en tres terrazas de banco con sistemas agroforestales del campus CEASA-UTC 2023”, siendo el Ingeniero, Ph.D. Chancusig Espín Edwin Marcelo, 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, 15 de agosto del 2023



David Joel Borja Chanalata
Estudiante
C.C. 1752245496



Ing. Edwin Chancusig Espin, Ph.D.
Docente Tutor
C.C. 0501148837

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 **BORJA CHANALATA DAVID JOEL**, identificada con cédula de ciudadanía **1752245496** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, 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. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agronomía, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**Caracterización de suelos por cromatología en papel en tres terrazas de banco con sistemas agroforestales del campus ceasa-utc 2023**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: marzo 2019 - agosto 2019

Finalización de la carrera: abril 2023 – agosto 2023

Aprobación en Consejo Directivo: 25 de mayo 2023

Tutor: Ing, Ph.D Edwin Marcelo Chancusig Espín

Tema: “**Caracterización de suelos por cromatología en papel en tres terrazas de banco con sistemas agroforestales del campus ceasa-utc 2023**”

CLÁUSULA SEGUNDA. – **EL CESIONARIO** 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, **EL 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 **EL 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.

e) 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 **EL 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 **EL 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 **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la 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 15 días del mes de agosto del 2023.



David Joel Borja Chanalata
EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“CARACTERIZACIÓN DE SUELOS POR CROMATOLOGIA EN PAPEL EN TRES TERRAZAS DE BANCO CON SISTEMAS AGROFORESTALES DEL CAMPUS CEASA-UTC 2023”, de Borja Chanalata David Joel, de la carrera de 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, 15 agosto del 2023



Ing. Edwin Marcelo Chancusig Espín, Ph.D

DOCENTE TUTOR

CC: 0501148837

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, el postulante: Borja Chanalata David Joel, con el título del Proyecto de Investigación: **“CARACTERIZACIÓN DE SUELOS POR CROMATOLOGIA EN PAPEL EN TRES TERRAZAS DE BANCO CON SISTEMAS AGROFORESTALES DEL CAMPUS CEASA-UTC 2023”**, 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, 15 de agosto del 2023



Lector 1 (Presidente)
Ing. Guido Euclides Yauli Chicaiza, Mg.
CC: 0501604409



Lector 2
Ing. David Santiago Carrera Molina, Mg.
CC: 0502663180



Lector 3
Ing. Guadalupe de las Mercedes López Castillo, Mg.
CC: 1801902907

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Señor de la Resurrección por cuidarme y darme sabiduría para poder lograr un objetivo más en mi vida.

El agradecimiento más grato a mis padres Edison Borja y Paulina Chanalata porque ellos son el motor de mi vida, mi apoyo incondicional gracias por apoyarme en todo este trayecto y poder culminar mis estudios siempre de la mano de ustedes.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas y confiar en mí, y mis más sinceros agradecimientos con la institución.

Ingeniero Edwin Chancusig gracias por brindarme la oportunidad de realizar el proyecto, por sus consejos y su dedicación para que saliera lo mejor posible

A mis hermanas Kerlly y Doménica quienes fueron uno de los apoyos más grandes que tuve en este trayecto el verdadero amor de hermanos no tiene precio con ellas gracias por aguantar tanto y perdón por tan poco.

A toda mi familia, tías, tíos, primos, abuela gracias por la paciencia y consejos que me dieron para poder ser una mejor persona agradezco a cada uno de ustedes porque cuando caí me levantaron y el cariño que me dieron nunca lo olvidare gracias.

A Carolina gracias por el apoyo que me diste al final de la carrera siempre viste algo bonito en mí y me ayudaste en todo lo que podías gracias

Por último, a la persona más impórtate en mi vida que más orgulloso esta de mi Juan Chanalata te agradezco viejito por todo por creer en mi ciegamente, porque ya era hora de que te diera una pequeña alegría de tantas veces que te hice agachar la cabeza espero haberte alegrado y nunca me cansare de agradecerte, tú no eres mi abuelo, tú eres mi papá y gracias por todo

David Joel Borja Chanalata

DEDICATORIA

Esta investigación se la dedico a Dios por darme la salud, fuerzas y las ganas para poder lograr uno de mis sueños.

A mis padres Edison Borja, Juan Chanalata, Paulina chanalata y Teresa Pilapanta por el amor y la paciencia que han tenido conmigo día a día, gracias por su sacrificio, dedicación y por creer que yo estoy hecho para grandes cosas, ustedes son mi inspiración para yo seguir adelante en todo lo que me proponga.

A mis hermanas Domenica y Kerlly por su apoyo, comprensión y ánimos que me sirvieron mucho para poder lograr este objetivo las amo mucho hermanas mías son lo más importante que tengo en mi vida gracias por creer en mí.

A mis familiares, amigos que estuvieron ahí en cada uno de estos años y me ayudaron a seguir adelante estoy completamente agradecido y mis gracias infinitas para todos ustedes.

David Joel Borja Chanalata

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “CARACTERIZACIÓN DE SUELOS POR CROMATOLOGIA EN PAPEL EN TRES TERRAZAS DE BANCO CON SISTEMAS AGROFORESTALES DEL CAMPUS CEASA-UTC 2023”

AUTOR: Borja Chanalata David Joel

RESUMEN

El presente trabajo, tuvo como objetivo caracterizar el suelo mediante la técnica de cromatografía en papel en tres terrazas de banco con sistemas agroforestales del campus Salache. Para el cumplimiento del objetivo se tomó en cuenta 3 cultivos para la toma de muestras siendo estos alfalfa, frutales y forestales con lo que se utilizó la metodología planteada por Restrepo en las cuales tuvimos como resultados la zona central del cromatograma con un rango de 1,37 siendo este el cual se aproxima al rango establecido con un color café claro entonces se puede decir que el suelo de la terraza se encuentra en proceso de compactación y posee poca aireación, así mismo las demás zonas como la intermedia de los cromatogramas donde un rango favorable es de 4,35 entonces el color es un color café muy ligero con estos resultados podemos indicar que posee poca o nula materia orgánica. En la zona externa es donde se llega a presentar los microorganismos presentes en el suelo, pero el color café ligero de nuestros cromas especifica que no existe gran cantidad de microorganismos en el suelo. Entonces los resultados de la caracterización del suelo indican que el suelo se encuentra en proceso de compactación y la aireación está desapareciendo, también el suelo posee gran cantidad de materia orgánica, pero está no está integrada al suelo lo cual no ayuda para su recuperación, entonces la cromatografía es un análisis económico y factible que puede ayudar a consultar el estado en el que se encuentra el suelo.

Palabras claves: Cromatografía, caracterización, aireación, suelo, terrazas.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: "CHARACTERIZATION OF SOILS BY CHROMATOLOGY ON PAPER IN THREE TERRACES OF BANCO WITH AGROFORESTRY SYSTEMS OF THE CEASA-UTC 2023 CAMPUS"

AUTHOR: Borja Chanalata David Joel

ABSTRACT

The objective of this work was to characterize the soil using the paper chromatography technique in three bench terraces with agroforestry systems on the Salache campus. For the fulfillment of the objective, 3 crops were taken into account for the sampling, these being alfalfa, fruit trees and forestry, with which the methodology proposed by Restrepo was used, in which we had as results the central zone of the chromatogram with a range of 1, 37 being this which is close to the established range with a light brown color, then it can be said that the soil of the terrace is in the process of compaction and has little aeration, likewise the other zones such as the intermediate zone of the chromatograms where a range favorable is 4.35 then the color is a very light brown with these results we can indicate that it has little or no organic matter. In the external zone is where the microorganisms present in the soil can be found, but the light brown color of our chromas specifies that there are not a large number of microorganisms in the soil. So the results of the soil characterization indicate that the soil is in the process of compaction and aeration is disappearing, the soil also has a large amount of organic matter, but it is not integrated into the soil, which does not help for its recovery, so Chromatography is an economic and feasible analysis that can help to consult the state in which the soil is found.

Keywords: Chromatography, characterization, aeration, soil, terraces.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	v
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE GRAFICOS	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	2
3.1 Beneficiarios directos.....	2
3.2 Beneficiarios indirectos.....	2
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
5. OBJETIVOS.....	4
5.1 Objetivo General.....	4
5.2 Objetivos Específicos.....	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN CONLOS OBJETIVOS PLANTEADOS	4
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA-TÉCNICA	6
7.1 Suelo.....	6
7.2 Terrazas de banco.....	6
7.3 Degradación del suelo	7
7.4 Sistemas agroforestales	7
7.4.1 Cultivo de alfalfa.....	7
7.4.2 Frutales	8
7.4.3 Forestales	8
7.5 Textura del suelo	8
7.5.1 Materia Orgánica.....	8
7.6 Indicadores de la fertilidad del suelo.....	9

7.6.1 Indicadores químicos.....	10
7.6.2 Indicadores biológicos.....	10
7.7 Análisis químico de suelos	10
7.8 Cuantificación de los nutrimentos.....	11
7.8. 1 colorimetría.....	11
7.8.2 Absorción Atómica.....	12
7.9 Resultados de un análisis de suelo	12
7.10 Cromatografía en papel	12
7.10.1 Tarea en campo	13
7.10.2 Tarea de análisis de laboratorio.....	14
7.11 Interpretación de los cromatogramas	15
7.11.1 Teoría del color	25
7.11.2 Sistema Munsell de especificación del color	25
7.12 Características ideales	25
7.13 Características no ideales.....	26
8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS	26
8.1 Hipótesis alternativa	26
8.2 Hipótesis nula	26
8.3 Operación de variables	27
9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL	27
9.1 Ubicación del ensayo.....	27
9.2 Metodología	28
9.2.1 Modalidad básica de investigación.....	28
9.3 Materiales y métodos	29
9.3.1 Materiales	29
9.4 Metodología de muestreo	30
9.5 Metodología de cromatografía en papel.....	31
9.6 Metodología de microbiota total.....	33
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	35
10.1 Resultados de los análisis cromatográficos	36
10.2 Análisis	90
10.3 Discusión.	90
11. IMPACTOS (SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONOMICOS)	99
11.1 Impacto social	99

11.2 Impacto ambiental.....	99
11.3 Económico	100
12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
12.1 Conclusiones	100
12.2 Recomendaciones.....	100
13. BIBLIOGRAFIA.....	101
14. ANEXOS	103

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades en base a los objetivos	4
Tabla 2. Interpretación por color de la Zona Central	20
Tabla 3. Interpretación por color de la Zona Interna.....	21
Tabla 4. Interpretación de la Zona Intermedia.....	22
Tabla 5. Interpretación de la Zona Externa	23
Tabla 6. Manejo de suelos con diferentes Sistemas de Producción	24
Tabla 7. Operación de variables	27
Tabla 8. Ubicación en donde se implementó el ensayo.	28
Tabla 9. Indicadores cuantitativos y cualitativos de la caracterización del suelo	35
Tabla 10. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P1Alfalfa.....	36
Tabla 11. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P1Forestales.....	37
Tabla 12. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P1Frutales.....	38
Tabla 13. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P2Alfalfa	40
Tabla 14. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 Código – T7P2Forestales	41
Tabla 15. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P2Frutales.....	42
Tabla 16. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P3Alfalfa.....	43
Tabla 17. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P3Forestales.....	45
Tabla 18. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P3Frutales.....	46
Tabla 19. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P4Alfalfa.....	47
Tabla 20. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P4Forestales.....	48
Tabla 21. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P4Futales	50
Tabla 22. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P1Alfalfa.....	54
Tabla 23. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P1Forestales	56
Tabla 24. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P1Frutales	57
Tabla 25. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P2Alfalfa.....	58
Tabla 26. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P2Forestales	59
Tabla 27. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P2Frutales	61
Tabla 28. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P3Alfalfa.....	62
Tabla 29. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P3Forestales	63
Tabla 30. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P3Frutales	64
Tabla 31. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P4Alfalfa.....	66

Tabla 32. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P4Forestales	67
Tabla 33. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P4Frutales	68
Tabla 34. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P1Alfalfa.....	72
Tabla 35. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P1Forestales	73
Tabla 36. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P1Frutales	75
Tabla 37. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P2Alfalfa.....	76
Tabla 38. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P2Forestales	77
Tabla 39. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P2Frutales	78
Tabla 40. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P3Alfalfa.....	79
Tabla 41. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P3Forestales	81
Tabla 42. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P3Frutales	82
Tabla 43. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P4Alfalfa.....	84
Tabla 44. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P4Forestales	85
Tabla 45. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P4Frutales	86
Tabla 46. Discusión de resultados	90
Tabla 47. Contraste de información de los análisis cuantitativos y cualitativos	95
Tabla 48. Costos del análisis de cromatografía y el análisis químico del suelo	98
Tabla 49. Costos del segundo análisis cromatográfico y el análisis químico del suelo.	99

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1. Mapa de Identificación de las Zonas de un Cromatograma para su Interpretación	17
Gráfico 2. Identificación de las Zonas con diámetro ideal de un Cromatograma para su interpretación.....	18
Gráfico 3. Identificación de las Zonas de un Cromatograma para su Interpretación.....	19
Gráfico 4. Mapa terrazas campus CEASA.....	27
Gráfico 5. Identificación de zonas de muestreo en las 3 terrazas de banco con sistemas agroforestales.....	28
Gráfico 6. Resultados del diagnóstico realizado a la terraza 7.....	52
Gráfico 7. Resultados del diagnóstico realizado a la terraza 8.....	70
Gráfico 8. Resultados del diagnóstico realizado a la terraza 9.....	88

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

CARACTERIZACIÓN DE SUELOS POR CROMATOLOGIA EN PAPEL EN TRES TERRAZAS DE BANCO CON SISTEMAS AGROFORESTALES DEL CAMPUS CEASA-UTC 2023

Fecha de inicio:

Abril 2023

Fecha de finalización:

Agosto 2023

Lugar de ejecución:

Campus CEASA

Faculta que auspicia:

Facultad De Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.

Carrera que auspicia:

Carrera de Agronomía

Proyecto de Investigación vinculado:

Proyecto de conservación de suelos.

Nombres de equipo de investigación:

Estudiante: Borja Chanalata David Joel

Tutor: Chancusig Espín Edwin Marcelo Ing. Mg. PhD

Lectores:

Lector 1: Ing. Mg Guido Euclides Yauli Chicaiza

Lector 2: Ing. Mg David Santiago Carrera Molina.

Lector 3: Ing. Mg Guadalupe de las Mercedes López Castillo.

Área de conocimiento.

Agricultura, silvicultura y pesca

Línea de Investigación:

Desarrollo y Seguridad Alimentaria

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Producción agrícola sostenible

Línea de vinculación:

Gestión de recursos naturales, biodiversidad, biotecnología y genética para el desarrollo humano y social.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El suelo es el medio fundamental para la vida su degradación define como un cambio en la salud del suelo resultando en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios para sus beneficiarios. Los suelos degradados contienen un estado de salud que no pueden proporcionar los bienes y servicios normales del suelo en su ecosistema. En el Ecuador al igual que sus diferentes provincias viven esta realidad ya que alrededor del 49% de las tierras del país se presentan en degradación y el 22% de los suelos están en proceso de desertificación

Por lo que, se buscan técnicas que permitan caracterizar al suelo de manera fácil, sencilla y práctica, el presente trabajo permitirá a los agricultores, 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.

La cromatografía se presenta como una herramienta de la vida del suelo y su interacción entre materia orgánica, minerales y microorganismos, presentándose además como un análisis con un costo que no supera los dos dólares, valor que está al alcance de cualquier productor y con facilidad de interpretación, sin la necesidad de grandes laboratorios ni conocimientos técnicos avanzados para describir los resultados.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

3.1 Beneficiarios directos

Estudiantes de la carrera de agronomía (434) del campus Salache.

Docentes de la carrera (19) de ingeniería agrónoma

3.2 Beneficiarios indirectos

Los 2158 estudiantes del campus Salache.

Las 12480 personas de sectores agrícolas en la provincia de Cotopaxi

Las 10 parroquias rurales del cantón Latacunga que trabajan en vinculación con la Universidad Técnica de Cotopaxi.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el mundo, el suelo es muy importante en la agricultura, ya que es considerado como el

sustrato natural para que las plantas, árboles y arbustos crezcan y se desarrollen correctamente, es por ello que el suelo es de vital importancia para la producción en beneficio del ser humano.

(Comercio, 2018) manifiesta que el Ecuador al igual que sus diferentes provincias viven esta realidad ya que alrededor del 49% de las tierras del país se presentan en degradación y el 22% de los suelos están en proceso de desertificación. En el país hay zonas en proceso de desertificación como la cuenca del río Jubones, que comprende a las provincias de Azuay, Loja y el Oro. Para (Chiriboga 2017) esto se ha transformado en uno de los principales problemas ambientales a nivel nacional. Provincias como Manabí, Santa Elena, Chimborazo, Tungurahua y Cotopaxi también se encuentran con estos problemas. Cotopaxi es una de las provincias más afectadas por la pérdida de sus propiedades biológicas y químicas del suelo por lo que impide que cualquier cultivo o plantación no se desarrolle correctamente recurriendo en gastos adicionales. Según datos del “(GAD Municipal Latacunga, 2016)” detallan en el plan de desarrollo y ordenamiento territorial para el año 2016 se presenta un total de 7803,05 hectáreas que están erosionadas o bajo algún proceso erosivo o por la pérdida de la cobertura vegetal.

Teniendo algunos tipos diferentes de erosión que existe, en el cantón Latacunga se encuentra Salache (Barrio de Salache Alto y Salache Rumipamba). Los suelos del sector son franco limoso en la parte alta y franco arenoso en la parte baja con fuertes procesos de erosión, los cultivos que se producen en esta zona son de secano en las partes altas donde el riego es casi nulo. (Centeno, 2019)

Para analizar esta problemática es necesario mencionar sus causas. El ecosistema natural, por medio de los diferentes eventos climáticos extremos y persistentes, provoca la degradación del suelo. Así también, el entorno humano produce este efecto a través de la deforestación, eliminación de la cubierta vegetal, expansión urbana que da lugar a modificaciones en el uso del suelo y, como consecuencia, provoca cambios en su cobertura. Incluso la actividad agrícola puede tornarse insostenible debido a malas prácticas culturales, entre las que se encuentran: el uso y abuso de fertilizantes, pesticidas y equipos agrícolas, el excesivo pastoreo de animales, la inadecuada rotación de cultivos, mala aplicación de los sistemas de riego, que pueden considerarse como los principales procesos ejecutados por el hombre que ocasionan degradación del suelo (Espinoza Ramírez et al., 2011).

Esto nos muestra que para gestionar la fertilidad y conservación de los suelos es necesario una caracterización del área de producción agrícola mediante la cromatografía del suelo puesto que

aportará con datos cualitativos sobre su estado y va a tener un enorme impacto social y económico debido a que con los datos obtenidos se puede hacer enmiendas idóneas que favorezca la producción.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo General

- Caracterizar los suelos mediante la técnica de cromatografía en papel en el área de las terrazas de banco en Salache, con sistemas agroforestales (alfalfa, frutales y forestales) en el cantón Latacunga provincia de Cotopaxi.

5.2 Objetivos Específicos

- Evaluar la fertilidad del suelo mediante cromatografía en las terrazas de banco con sistemas agroforestales (alfalfa, frutales y forestales).
- Correlacionar los resultados presentados por los cromas; con el análisis químico de suelos.
- Evaluar la factibilidad económica del análisis en la fertilidad del suelo a través de la cromatografía y análisis de suelo

6. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN CON LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades en base a los objetivos.

Objetivo 1	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Medios de Verificación
Evaluar la fertilidad del suelo en las terrazas de banco con sistemas agroforestales (alfalfa, frutales y forestales) a través de la cromatografía en papel	1.3 Toma de muestras para los diferentes tipos de análisis (suelo y cromas)	- Información de cómo realizar correctamente la técnica de la cromatografía.	-Fotografías
	1.4-Análisis cuantitativo	-Muestras de suelo para los análisis de las diferentes terrazas.	-Excel datos
	1.5 Análisis cualitativo	-Cromatografías - resultados del análisis de cromas para identificación del mejor cultivo de conservación	-Cromatogramas - Análisis de suelos INIAP

		de suelos -Resultados de los análisis de suelos enviados al INIAP -Datos tomados de los cromas divididos por zonas.	
Objetivo 2	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Medios de Verificación
Correlacionar los resultados presentados por los cromas; con el análisis químico de suelos.	2.1-Elaboración de tablas para la interpretación de los cromatogramas 2.2-Comparación de los resultados de los cromatogramas con los análisis de suelos 2.3-Interpretación sobre el estado actual del suelo de las terrazas	-Información sobre si existe similitud entre los cromas y los análisis de suelo -Resultados de la caracterización sobre el estado actual del suelo.	-Tablas de Interpretación -Resultados sobre el suelo y en qué estado se encuentra.
Objetivo 3	Actividad (tareas)	Resultado de la actividad	Medios de Verificación
Evaluar la factibilidad económica del análisis en la fertilidad del suelo a través de la cromatografía y análisis de suelo	3.1 Elaboración de tabla con precios y costos de cómo se realizó el análisis de la cromatografía	-Información si es o no factible económicamente realizar el análisis de la cromatografía	- Tabla de costos

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA-TÉCNICA

7.1 Suelo

El término suelo, que deriva del latín “solum” significa piso o base, se refiere como la capa superficial de la tierra que se distingue como la roca madre donde las plantas se desarrollan siendo como uno de los recursos más fundamentales para la vida. Los suelos son considerados como formaciones geológicas naturales desarrolladas bajo factores muy diferentes de clima y materiales de origen, lo cual justifica su continua evolución (Navarro & Gines, 2003)

Aún no se reconocen todas las funciones que realiza el suelo, 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 por la superficie y profundidad pues está constituido de varias capas llamadas horizontes, aproximadamente semejantes a la superficie. (Araujo 2020)

Los horizontes del suelo son capas diferentes que se forman de manera natural a lo largo del tiempo en la superficie terrestre. Estas capas están formadas por diferentes materiales y presentan características únicas que las distinguen unas de otras. Cada horizonte del suelo puede revelar las condiciones ambientales del área en la que se encuentra. (Winchester 2021)

- Horizonte A: Se conoce comúnmente como la capa superior del suelo. Es por lo general la capa más oscura del suelo. Es la capa con la mayor cantidad de material orgánico. (Orozco 2016)
- Horizonte B: También es llamado subsuelo. Los minerales solubles y la arcilla se acumulan en esta capa. Debido a que tiene menos material orgánico, esta capa es de un color café más claro que el café de la capa superior del suelo (Orozco 2016)
- Horizonte C: Es la zona de contacto entre el suelo y la roca madre. La región en la que la roca madre se disgrega. (Orozco 2016)

7.2 Terrazas de banco

Las terrazas de banco son un conjunto de escalones (a manera de “bancos”) que se construyen con el objetivo de alterar la pendiente del terreno para favorecer la absorción del agua e

incrementar la producción, dando así la sostenibilidad del uso del suelo a través del tiempo. Tienen una parte plana (terraplén) que sirve para sembrar, y una parte cortada (talud), para darle estabilidad (AYACUCHO, 2014).

7.3 Degradación del suelo

El fenómeno de la degradación se manifiesta en la desaparición de la cubierta vegetal o en el descenso de la productividad agrícola juntamente con cambios importantes en las características químicas, físicas, y biológicas del suelo, lo que sube su vulnerabilidad ante los agentes erosivos. Dentro de las principales alteraciones que se producen en los suelos degradados se pueden mencionar los siguientes: (Quispe 2015)

- Pérdida de la estructura del suelo y por ende descenso de la porosidad y del grado de aireación. (Quispe 2017)
- Compactación y encostramiento de la capa superficial del suelo. (Chicaiza 2011)
- Disminución de la capacidad de retención de agua, lo que se traduce en una reducción de la cantidad de agua útil para las plantas. (Páez 2016)
- Reducción de la velocidad de infiltración de agua lluvia. (Quiroga 2014)
- Menor disponibilidad de macronutrientes (principalmente fósforo y nitrógeno asimilable). Ordoñez (2014)
- Descenso de las poblaciones de microorganismos del suelo (Figuroa, 2004)

7.4 Sistemas agroforestales

Los sistemas agroforestales forman asociaciones diversas de arbustos, arboles, cultivos agrícolas, pastos y animales. Se basa en principios y formas de cultivar la tierra basado en mecanismos variables y flexibles en concordancia con objetivos y planificaciones propuestos, permitiendo diversificar la producción en los terrenos, obteniendo en forma asociativa madera, leña, frutos, plantas medicinales, forrajes y otros productos agrícolas. Es el conjunto de arreglos, normas y técnicas que están orientadas a obtener una mejor producción mediante la asociación de especies vegetales (árboles con cultivos agrícolas), tratando que la productividad sea permanente y sostenible a través del tiempo de todos los recursos que conforman un sistema. (Ramírez, 2000)

7.4.1 Cultivo de alfalfa

La alfalfa presenta un aporte de nitrógeno y materia orgánica al suelo de forma eficaz, sostenible y económica. Este proceso se lleva a cabo por su interacción con bacterias del género *Rhizobium*, lo que permite fijar el nitrógeno atmosférico. La alfalfa fija un promedio de 500 kg

de nitrógeno/ha por año. Esto supone un menor gasto en abonado. (Yáñez 2018)

7.4.2 Frutales

Los frutales favorecen la captura de carbono, que contribuye a una mejor calidad del suelo, incrementa la productividad del suelo, el contenido de materia orgánica (MO), favorece la estructura del suelo, reduce la emisión de CO₂ a la atmósfera, controla la erosión hídrica. (Cortés et al., 2012),

7.4.3 Forestales

Los forestales tienden a beneficiar otras formas de vida al aumentar la fertilidad y moderar las condiciones severas ya que ayudan con la fijación de nitrógeno de 100kg/ha. (García 2019)

Los forestales a menudo están muy arraigados, lo que les permite acceder a los nutrientes en las capas del subsuelo. Su constante caída de hojas nutre la vida del suelo, que a su vez puede soportar más vida de las plantas. El extenso sistema de raíces estabiliza el suelo, mientras crece y se atrofia constantemente, agregando materia orgánica al suelo y creando canales para la aireación. (Páez 2019)

7.5 Textura del suelo

El suelo se compone de varios compuestos que varían de tamaño. INIA (2015) afirma que las partículas que forman el suelo se agrupan y se diferencian en tres fracciones, que a su vez tienen diferente composición mineral:

Arena: de 2 a 0.05 mm

Limo: de 0.05 a 0.002 mm

Arcilla: menor a 0.002 mm

7.5.1 Materia Orgánica

El suelo recibe una gran cantidad de restos orgánicos de distinto origen, entre estos, restos de las plantas superiores que llegan al suelo de dos maneras: se depositan en la superficie (hojas, ramas, flores y frutos) o quedan directamente en la masa del suelo (raíces al morir). Otras dos fuentes importantes son el plasma microbiano y los restos de la fauna habitante del suelo. Inmediatamente después de la caída de los materiales al suelo y muchas veces antes, comienza un rápido proceso de transformación por parte de los macro y microorganismos que utilizan los residuos orgánicos como fuente de energía. (Rivadeneira 2018)

El proceso de descomposición está acompañado de la liberación de CO₂ y de los nutrimentos contenidos en los residuos orgánicos. Del 75 a 90 % de los restos orgánicos están constituidos

por agua. Una fracción pequeña de la materia orgánica del suelo está constituida por carbohidratos, aminoácidos, ácidos alifáticos, proteínas, grasas, etc. Y en su mayor parte están formadas por las llamadas sustancias húmicas, que son una serie de compuestos de alto peso molecular (STEVENSON y COLE, 1999).

La reacción del suelo influye en el contenido de la materia orgánica. Por lo general se ha encontrado que, en suelos alcalinos, con un pH mayor a 7, se produce una acumulación de la materia orgánica. Esto se debe a diferentes razones; por un lado, el pH incide en el contenido y composición de los microorganismos de los suelos: en condiciones alcalinas se limita la acción bacteriana y de la macroflora y se favorece la reproducción de los hongos. Lo que da como resultado una menor eficiencia en la mineralización y humificación con la consecuente acumulación de la materia orgánica. y se produce deficiencias en disponibilidad de Ca, Mg para los microorganismos, conduciendo igualmente a la acumulación del carbono (FASSBENDER y BORNEMISZA, 1987).

7.6 Indicadores de la fertilidad del suelo.

Son las características de un suelo específico, para funcionar y sostener la productividad de las plantas y de los animales, mantener o mejorar la calidad del agua y del aire. (Parker y Watts, 2019)

De manera que Doran y Parkin, (1994) El término `calidad del suelo' se comenzó a usar al reconocer las funciones de este las cuales son las siguientes:

- Promover la productividad del sistema sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas (productividad biológica sostenible). (Doran 1993)
- Atenuar los contaminantes ambientales y los patógenos (calidad ambiental). (Parkin 1994)
- Favorecer la salud de las plantas, los animales y los humanos. Doran y Parkin, (1994).

Teniendo en cuenta que el suelo es un ecosistema donde interactúan múltiples factores y que no es posible que un solo indicador provea una información completa, es necesario basarse en indicadores físicos, químicos, biológicos, productivos y sociales para determinar la calidad y/o la salud del suelo (Doran y Parkin, 1994; Ramírez, 2004).

7.6.1 Indicadores químicos

SQI, (2016) en su trabajo afirma que los indicadores químicos se remiten a las condiciones que afectan las relaciones planta-suelo, la capacidad amortiguadora del suelo, la calidad del agua, y la disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas y los microorganismos, dándonos como ejemplo en los que se encuentran; los cambios en la materia orgánica, el carbono orgánico total, el carbono orgánico lábil, el pH, la conductividad eléctrica, la capacidad de absorción de fosfatos, la capacidad de intercambio de cationes, la disponibilidad de nutrimentos, el nitrógeno total y el nitrógeno mineralizado.

7.6.2 Indicadores biológicos

Karlen et al., (2006) menciona que los indicadores biológicos componen una gran cantidad de factores que afectan la calidad del suelo como los subproductos de micro y macroorganismos, incluidos bacterias, hongos, nematodos, lombrices, anélidos y artrópodos. Integrando funciones como la tasa de respiración, ergosterol y otros subproductos de los hongos, tasas de descomposición de los residuos vegetales.

7.7 Análisis químico de suelos

Un análisis de suelo químico complementa la información del medio sobre el cual, el cultivo está establecido. El primer paso que se debe seguir para realizar un análisis de suelo tiene que ver con la información que se va a recolectar y el laboratorio al cual se van a dirigir las muestras ya que, el suelo posee elementos que, contienen las proteínas y son indispensables en la nutrición de las plantas, entre los cuales podemos mencionar: fósforo, hidrógeno, azufre, nitrógeno, oxígeno y Carbono. (Obando 2021)

Así mismo se relacionan catorce elementos que no son tan necesarios para todas las especies, son esenciales para otras y son: potasio, boro, magnesio, cloro, sodio, cobalto, hierro, manganeso, vanadio, silicio, molibdeno, cobre, calcio y zinc, fundamentales para el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Un análisis de suelo es una herramienta que permite recoger información cualitativa y cuantitativa sobre los niveles nutricionales que tiene el 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 estos. (Winchester 2021)

La información química de los suelos da a conocer el nivel de fertilidad del suelo brindando datos de, si es alcalino o salino. Si tiene alto, medio o bajo contenido de elementos tóxicos y

materia orgánica. (Flores 2020).

Por otra parte, la información cuantitativa permite reconocer las cantidades de fertilizantes y enmiendas que se aplicarán al suelo para lograr una mayor productividad con una menor contaminación (Obando, 2021).

Los análisis de suelos dan a conocer información fundamental al momento de comenzar con cualquier actividad agrícola, por lo cual se recomienda hacer un análisis por año o al empezar 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”, por lo que el levantamiento de información sobre el uso del suelo es fundamental.

Pero hay que tener en cuenta que no existe un análisis con las capacidades de solucionar todos los problemas presentes en el campo, debido a que en el medio 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. (Gómez 2019)

El análisis químico de los suelos es realizado por medio de disoluciones extractoras que imitan la función de absorción de la raíz de las plantas. Dependiendo del requerimiento de información por parte del técnico, el procedimiento que incluye fases de secado, molienda, preparación de muestras y entrega de resultados tomará más tiempo. Pérez (2014) afirma que:

En los análisis de suelo hechos en el laboratorio, se identifican las cantidades de los elementos presentes en el suelo de los cuales la planta puede utilizar en forma inmediata, por lo que ese valor representa un contenido puntual y estático, que debe ser analizado correcta y adecuadamente. (Gutiérrez 2022)

7.8 Cuantificación de los nutrimentos

La cuantificación de nutrimentos o determinación es una sección del proceso de laboratorio que se realiza por medio de fundamentos químicos de los procesos de determinación usados en los laboratorios de suelos para los diferentes elementos, son primordialmente la colorimetría y la espectrofotometría de absorción atómica. (Martínez 2017)

7.8. 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)

7.8.2 Absorción Atómica

La espectrometría de absorción atómica es una técnica reciente y variable para examinar una gran cantidad de muestras ambientales como muestras de suelo, agua, lodos y sedimentos incluyendo un gran número de elementos químicos. (Enrique Treviño 2017)

Es una técnica moderna que se puede usar para medir la concentración de varios elementos, especialmente los metales. Las concentraciones se muestran 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 de que cada elemento tiene su propia lámpara (CAFESA, 1995 como se citó Pérez, 2013)

7.9 Resultados de un análisis de suelo

Según Espinoza et al., (2012) los análisis de suelos más habituales proporcionan información sobre una pequeña parte total de los elementos disponibles en el suelo que, son grandes cantidades, pero solo una pequeña fracción es aprovechable por las plantas. Además de que cualquier enmienda que se realice con los resultados será una solución a largo plazo porque representan un conjunto de procesos microbiológicos y físicos muy complicados. (López 2016)

Los análisis de suelos son entregados en unidades de ppm (partes por millón), y presenta información sobre macro y microelementos como potasio, fósforo, hierros, cobre, zinc, boro, manganeso, además de datos importantes como pH, CIC, C.E indispensables para el crecimiento de las plantas. (Villacrés 2015)

7.10 Cromatografía en papel

La técnica de Cromatografía en papel fue creada por Ehrenfried E. Pfeiffer (1899-1961), con el objetivo de caracterizar el suelo, dentro de la agricultura biodinámica. (Obando 2021)

Medina et al., (2018) afirman que la cromatografía de Pfeiffer es una técnica de análisis cualitativo que se puede usar en los suelos, biofertilizantes y composta, esto nos permite

observar rápidamente la relación que guardan los biofertilizantes, la materia orgánica, y los minerales, como elementos que los complementan. Además, esta técnica nos permite hacer un análisis cualitativo de suelos, frutas, compost etc. con un costo muy bajo y una gran sencillez. Por el contrario, la información que es muy importante para su interpretación. También, afirma que por su sencillez hace que cualquier persona pueda realizar sus propias cromatografías y conocer la calidad de su suelo. De manera sencilla, la cromatografía nos permite ver en un papel, como es la interacción entre minerales, materia orgánica y microorganismos.

Para realizar el proceso del análisis de suelo con la técnica de cromatografía es fundamental seguir una serie de pasos establecido en dos partes siendo la primera la tarea en campo (restrepo 2011).

7.10.1 Tarea en campo

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

Una vez se ha identificado el terreno del cual se procederá a extraer las muestras se deberá seguir la guía de muestreo apropiado, el mismo que será diferente en cada caso, puesto que la guía varía para cada cultivo y condiciones en el cual se encuentra. Asegurando que las muestras serán tomadas con un barreno; a una profundidad aproximada de 40 cm cuando el terreno está destinado al cultivo de hortalizas o pasto y a 1.50 metros cuando el terreno está destinado a la plantación de forestales o frutales como el caso de esta investigación. La cantidad de suelo a tomar para la muestra dependerá de si se va a realizar más de un análisis de suelo, en la gran mayoría de los casos 1 kilo de muestra. Pinheiro, (2011)

Una vez se haya obtenido las muestras de suelo se menciona que se deberá identificar las mismas, con datos más relevantes como: el nombre del agricultor, lugar, fecha de muestreo, cultivo actual, ubicación geográfica, si cuenta con riego, la superficie entre otros. Una vez las muestras estén identificadas el paso siguiente es el secado de las muestras, en donde se deberá limpiar cualquier impureza como raíces, piedras, o cualquier elemento que dificulte el proceso. Se recomienda que las muestras sean secadas indirectamente al sol o a media sombra. El secado en horno no se recomienda puesto que llega a representar un riesgo por no tener el control total

de la temperatura. (Restrepo 2011).

Para concluir este proceso de campo, se manifiesta que las muestras una vez estén secas se pasan por un colador o cernidor y se toman submuestras de 150 gr para luego con la ayuda de un mortero pulverizarlas, hasta obtener un polvo similar al talco, con la ayuda de una balanza gramera se pesa 5 gr del suelo. La segunda parte es la tarea de análisis de laboratorio. (Restrepo-Rivera & Pinheiro, 2011)

7.10.2 Tarea de análisis de laboratorio

El proceso continuo en el laboratorio con la preparación de los reactivos que vamos a utilizar. Se comienza con la preparación del hidróxido de sodio (NaOH) o soda caustica al 1 % en agua destilada. Para lo cual Restrepo-Rivera & Pinheiro, (2011) deduce que “Para preparar 1 litro de solución, se pesan 10 g de hidróxido de sodio en forma de perlas o escamas que se disuelven en 1 litro de agua destilada”, por lo que depende de las muestras que se vaya a realizar se debe preparar la cantidad adecuada realizando una regla de tres.

Posteriormente se procede con la preparación de una solución de nitrato de plata (AgNO_3) 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. (Yáñez 2018)

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 perforar el centro del papel con un palillo o clavo, teniendo en cuenta que el agujero deberá ser de 2 mm de diámetro. (Armijos 2009)

También se deberá elaborar rollos pequeños del mismo papel filtro con una media exacta de 2 x 2 cm que ayudaran como un medio de conexión entre el nitrato de plata y el papel filtro. (Pérez 2016)

Para el corrido 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 después ubicar el papel filtro con el rollo pequeño 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 rollo pequeño para ubicar el papel filtro en una caja de cartón con papel secante y papel oficio en 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. (Restrepo 2011)

Seguido de esto en matraces de Erlenmeyer se procederá a disolver los 5 gr de suelo pulverizado en 50 ml de la solución del 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 descansar la muestra por 15 minutos para luego repetir el proceso nuevamente en una hora, finalmente se deja descansar la solución por 6 horas. Una vez transcurrido el tiempo el tiempo de secado del papel filtro y el reposo de la solución se procede al corrido de las muestras. (Facundo 2017)

Para el corrido final se debe colocar nuevamente las cajas Petri de 5 cm y 10 cm respectivamente, en la caja más pequeña se colocará la solución obtenida del matraz con la ayuda de una jeringa, para luego ubicar nuevamente el papel filtro impregnado con el nitrato de plata con un nuevo rollo pequeño en el centro de la caja Petri, el proceso de impregnación de la muestra variará dependiendo del tipo de suelo y su composición. (Valencia 2021)

Una vez el papel este impregnado con la solución del suelo, nuevamente se procederá a retirar el rollo pequeño y usando papel secante y papel oficio en ambas caras, se pondrá el papel filtro en una caja de cartón y se esperará un lapso de 2 a 3 horas para el revelado. (Pinheiro 2011)

Transcurrido este tiempo se pueden colgar en una ventana y exponerlos de forma indirecta a la luz para que se revele, el proceso de revelado puede ser de dos a tres días dependiendo de la luminosidad que reciban en este tiempo. (Kennedy 2008)

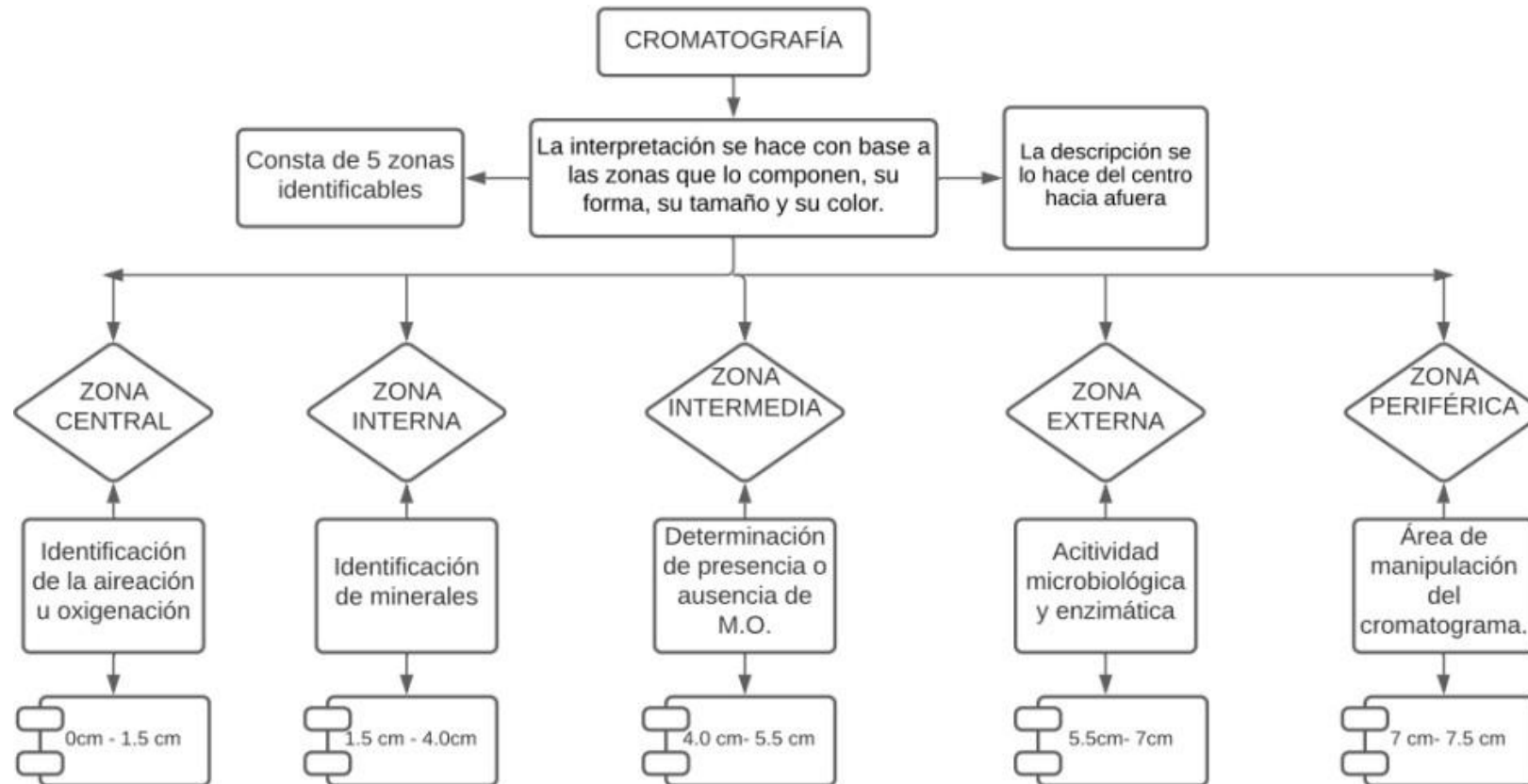
Finalmente se procederá a la documentación de los cromatogramas, para lo que se debe considerar que no tienen que estar en exposición prolongada a la luz, ni tampoco en un lugar con humedad, cada cromatograma debe ser archivado por separado debido a que se pueden deteriorar si están amontonados unos sobre otros. (Restrepo 2011)

7.11 Interpretación de los cromatogramas

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

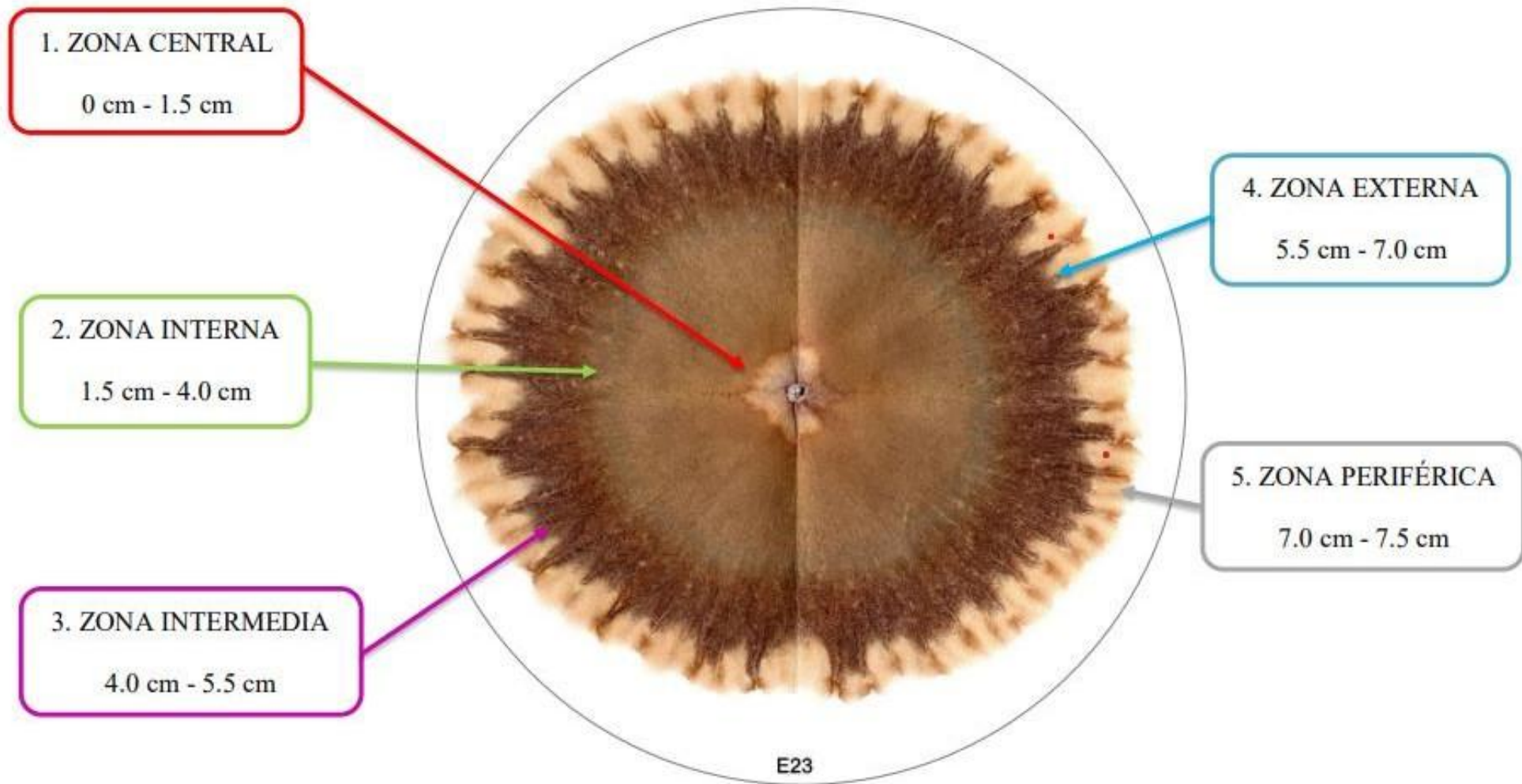
- Zona Central: Conocida también como zona de aireación u oxigenación, en donde el nitrato de plata reacciona con algunos de los elementos presentes en la muestra. (Rivera 2011)
- Zona Interna: Llamada también zona mineral debido a que, aquí quedan atrapadas las sustancias más pesadas. (Yáñez 2018)
- Zona intermedia: Llamada también zona proteica, aquí se determina la presencia o ausencia de la materia orgánica. (Restrepo 2011)
- Zona externa: Aquí se determina la actividad microbiológica y enzimática (Pérez 2010)
- Zona periférica: Zona de manipulación e identificación del cromatograma. (Restrepo 2011)

Gráfico 1. Mapa de Identificación de las Zonas de un Cromatograma para su Interpretación



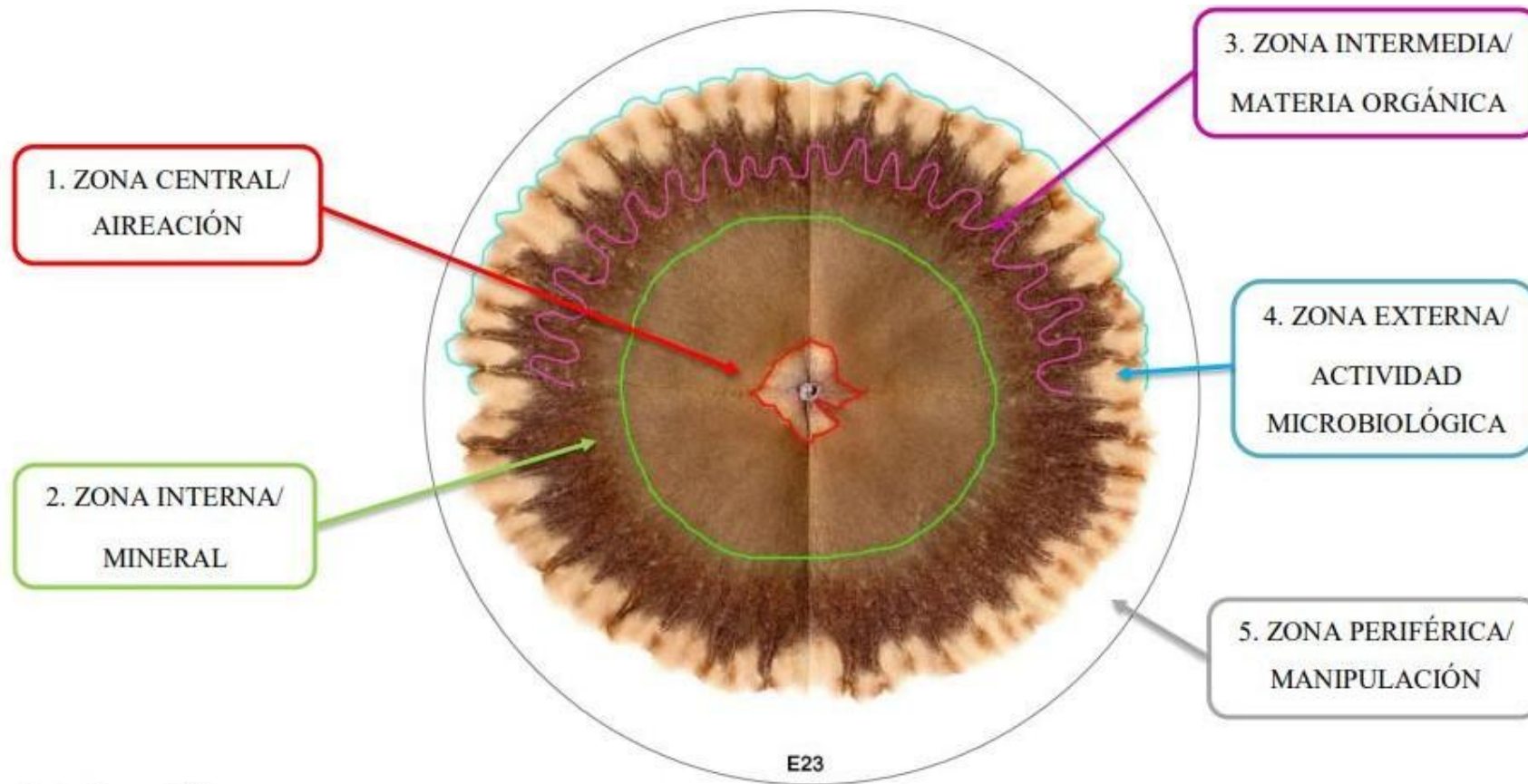
Fuente (Obando, 2021)

Gráfico 2. Identificación de las Zonas con diámetro ideal de un Cromatograma para su interpretación



Fuente: (Herrera,2022)

Gráfico 3. Identificación de las Zonas de un Cromatograma para su Interpretación



Fuente (Herrera 2022)

Tabla 2. Interpretación por color de la Zona Central




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.

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 compacto, mineralizado, destruida la 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	Suelos con presencia de minerales integrados con la materia orgánica, presencia de actividad enzimática y biológica.

Tabla 4. Interpretación de la Zona Intermedia

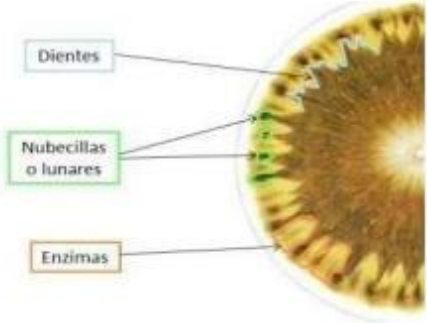
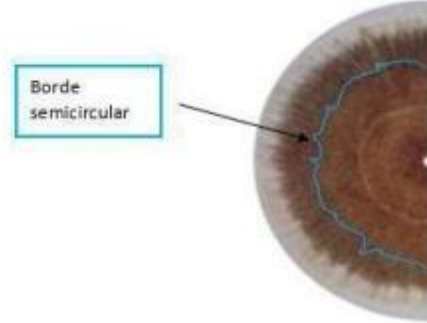
INTERPRETACIÓN DE LA ZONA INTERMEDIA O ZONA PROTEICA			
Destaca la presencia o la ausencia de la materia orgánica en el suelo analizado.			
NIVEL	CROMATOGRAMA	ELEMENTOS	INTERPRETACIÓN
BUENO	 <p>A chromatogram of a healthy soil profile. It shows a semi-circular pattern with three distinct bands: a top band of small teeth-like structures labeled 'Dientes', a middle band of cloud-like or crescent-shaped structures labeled 'Nubecillas o lunares', and a bottom band of enzyme-like structures labeled 'Enzimas'.</p>	<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>A chromatogram of a poor soil profile. It shows a semi-circular pattern with a blue line highlighting the outer edge, labeled 'Borde semicircular'.</p>	<p>Borde circular</p>	<p>Ausencia de materia orgánica son suelos totalmente mineralizados destruidos por la mecanización, por falta de cobertura vegetal o por la aplicación de fertilizantes químicos solubles.</p>

Tabla 5. Interpretación de la Zona Externa






INTERPRETACIÓN DE LA ZONA EXTERNA O ZONA ENZIMÁTICA Y NUTRICIONAL			
Destaca la presencia o la ausencia de la materia orgánica en el suelo analizado.			
NIVEL	CROMATOGRAMA	ELEMENTOS	INTERPRETACIÓN
BAJO		Sin color en forma circular	Suelo agotado, afectado por la intensidad de su 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.

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 l actividad microbiológica.

7.11.1 Teoría del color

El color es una característica única puesto que percibimos los objetos cuando hay luz, lo que sucede es que el color con el que vemos un determinado objeto corresponde a las longitudes de onda que rebotan en ese objeto. (Obando, 2021).

Según Domínguez et al., (2012) el color es una de las características morfológicas más importantes del suelo ya que se asemeja directamente con los elementos que lo componen como textura, materia orgánica 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.

7.11.2 Sistema Munsell de especificación del color

Es una forma exacta de señalar 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.

La tabla de color Munsell tiene colores en un rango que se pueden identificar rápidamente, 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 de placas o “chips” diferentemente coloreados y sistemáticamente ordenados en la hoja, que representan la claridad y la pureza. (Chicaiza 2016)

7.12 Características ideales

La coloración de los cromas va a cambiar, de acuerdo con el manejo cultural y técnico del lote por lo cual es importante una buena interpretación. Los colores que reflejan un excelente estado del suelo son: el anaranjado, amarillo, rojizo, dorado o café claro. (Restrepo 2011)

Armonía e integración de las zonas del cromatograma, presentan una buena relación de la materia orgánica, minerales y presencia de actividad microbiológica. Esto nos dice que el cromatograma contiene colores que se integran visualmente y no hay cambios bruscos o repentinos del color en las zonas. (Rivera 2011)

Presencia de dientes de varios tamaños al borde del cromatograma, que indica la diversidad mineral, es decir las partículas que son de diferentes tamaños desde pequeñas piedras hasta partículas de arcilla que no son visibles al ojo humano. (Chango 2015)

Manchas en los dientes del cromograma, indican presencia de enzimas que contienen una alta actividad biológica, por lo cual se relaciona además con una excelente disponibilidad nutricional y presencia de humus. (Llano 2016)

Radiación, esta característica se relaciona a los caminos sinuosos representa una mejora en la calidad estructural que representa una recuperación y aumento de la actividad microbológica. (Ceferin 2007)

Terminación ideal, se caracteriza por finalizar en forma de explosión, con presencia de lunares enzimáticos (Obando, 2021).

7.13 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. (Restrepo 2011)

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. (Rivera 2011)

8. VALIDACIÓN DE HIPÓTESIS

8.1 Hipótesis alternativa

- **H.a** La cromatografía en papel ayudara a determinar el estado del suelo en terrazas con sistemas agroforestales.

8.2 Hipótesis nula

- **H.o** La cromatografía en papel no ayudara a determinar el estado del suelo en terrazas con sistemas agroforestales.

8.3 Operación de variables

Tabla 7. Operación de variables.

Hipótesis	Variables	Indicadores	índices
H.a La cromatografía en papel ayudara a determinar el estado del suelo en terrazas con sistemas agroforestales.	Variable dependiente: Alfalfa Frutales Forestales	Microorganismos. Materia orgánica. Media de la zona central, interna, intermedia, externa, periférica. -Aireación.	conteo % cm colores
	Variable independiente: Cromatografía en papel		

Elaborado por: (Borja. D. 2023)

9. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

9.1 Ubicación del ensayo

La presente investigación se realizó en la instalación es de la Universidad Técnica de Cotopaxi campus CEASA

Gráfico 4. Mapa terrazas campus CEASA



Fuente: Google Earth

Tabla 8. Ubicación en donde se implementó el ensayo.

Provincia	Cotopaxi
Cantón	Latacunga
Parroquia	Salache
Barrio	Eloy Alfaro
Lugar	CEASA (U.T.C)
Latitud	78°37'19,16" E
Longitud	00°59'47,68" N
Altitud	2757 m.s.n.m

Elaborado: Borja, D. (2023)

9.2 Metodología

9.2.1 Modalidad básica de investigación

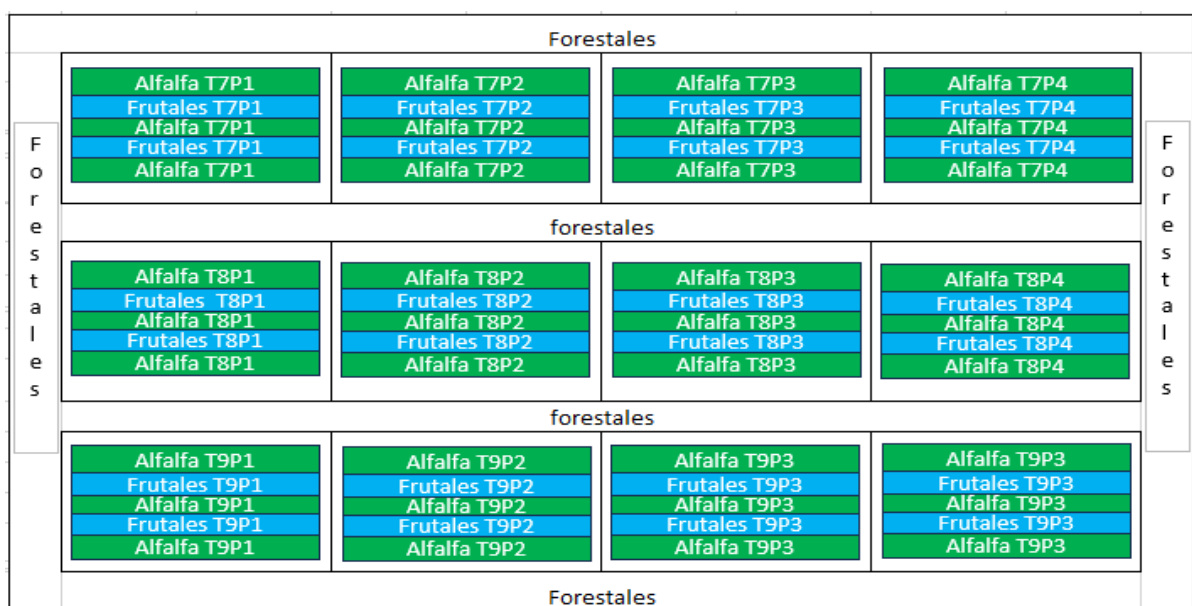
La investigación fue descriptiva, para el reconocimiento de los indicadores, con el fin de caracterizar el suelo puesto que se realizó una revisión bibliográfica y se determinaron dos tipos de indicadores.

- Cualitativos (Cromatografías)
- Cuantitativos (Análisis de suelo INIAP)

El muestreo se realizó en tres terrazas de banco con sistemas agroforestales.

- Terraza 7 (alfalfa, frutales y forestales)
- Terraza 8 (alfalfa, frutales y forestales)
- Terraza 9 (alfalfa, frutales y forestales)

Gráfico 5. Identificación de zonas de muestreo en las 3 terrazas de banco con sistemas agroforestales.



Elaborado por: (Borja, D. 2023)

9.3 Materiales y métodos

9.3.1 Materiales

Terrazas

- ✓ Fundas
- ✓ Cinta masking
- ✓ Barreno
- ✓ Marcador
- ✓ Pala
- ✓ Costal

Laboratorio

- ✓ Muestras
- ✓ Colador
- ✓ Hojas de papel
- ✓ Esferos
- ✓ Gramera
- ✓ Matraz
- ✓ Caja de cartón
- ✓ Papel filtro
- ✓ Hidróxido de sodio o soda caustica (NaOH)
- ✓ Nitrato de litio (AgNO_3)
- ✓ Mortero
- ✓ Agua destilada
- ✓ Cuchara
- ✓ Papel toalla
- ✓ Plástico de cocina
- ✓ Cajas Petri pequeñas y grandes
- ✓ Compas
- ✓ Regla
- ✓ Pinzas
- ✓ Soga
- ✓ agar nutritivo (PCA)
- ✓ mechero
- ✓ papel aluminio

- ✓ tubos de ensayo
- ✓ jeringuilla

9.4 Metodología de muestreo

Para proceder con el muestreo del suelo se analizó la bibliografía de muestreo de suelo propuesto por (Schweizer, 2011). En donde:

- 1.- Se identificó el área para la toma de muestra en las terrazas 7, 8 y 9 las cuales contenían sistemas agroforestales
- 2.- Se determinó que las terrazas se dividían en 4 tratamientos cada uno con cultivos de alfalfa, frutales y forestales.
- 3.- Se elaboró una codificación para el reconocimiento de cada tratamiento.
- 4.- Se procedió a la limpieza de la parte donde se iba a recoger las muestras con el fin que no interfieran en el proceso.
- 5.- El barreno fue utilizado para perforar el suelo y con la ayuda de una pala se recogió las muestras
- 6.- El muestreo se lo realizó en zigzag a una profundidad en alfalfa de 20 cm, en frutales a 75 cm y en forestales a 1,50 m
- 7.- se obtuvo de cada cultivo un total de 15 sub – muestras recogidas de toda la terraza eliminando áreas atípicas
- 8.- después de tener las 15 submuestras se procedió a mezclarlas en una funda grande para así tener la muestra compuesta. Que fue dividida en 2 una para el análisis químico y otra para el proceso de la cromatografía
- 9.- Para el etiquetado de las muestras se usó la siguiente codificación: terrazas (T) número de parcela o tratamiento (P) el tipo de cultivo que estaba: alfalfa (AL) frutales (FRU) y forestales (FO)

10.- Se procedió a enviar las muestras al INIAP con su respectivo etiquetado y el peso justo que se pide en el protocolo. El análisis químico que nos proporcionaron contenía la siguiente información.

- Porcentaje de nutrimentos %
- Nitrogeno (N) ppm (partes por millón)
- Fósforo (P) ppm (partes por millón)
- Potasio (K) meq/100g Miliequivalente
- Calcio (Ca) meq/100g Miliequivalente
- Magnesio (Mg) meq/100g Miliequivalente
- Zinc (Zn) ppm (partes por millón)
- Cobre (Cu) ppm (partes por millón)
- Hierro (Fe) ppm (partes por millón)
- Manganeso (Mn) ppm (partes por millón)
- Porcentaje de materia orgánica, caracterizado por su contenido como: nivel alto, medio y bajo.

9.5 Metodología de cromatografía en papel.

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

- 1.- Una vez recogidas las muestras se las clasifico por su número de terraza y de tratamiento al que pertenece
- 2.- Se sacaron las muestras de la funda y se las pusieron encima de una hoja de papel directamente al sol por 3 días
- 3.- De las muestras secas se sacaron submuestras de 150 gr las cuales con ayuda de un colador se las tamizo en una hoja de papel bond para tener una muestra fina libre piedras o resto vegetal
- 4.-La muestra una vez seca se la llevó al mortero para molerla y tener un polvo similar al talco
- 5.- De las muestras que fueron molidas se pesa 5 gr las cuales se pasó a etiquetar con la codificación correspondiente

6.- Para la preparación del hidróxido de sodio (NaOH) al 1% se preparó en un recipiente con un litro de agua destilada donde se usó para cada muestra 50ml de la solución.

7.- El nitrato de plata (AgNO_3) se preparó al 0.5% el cual se disolvió en 100ml de agua destilada es decir se agregó 0.5 gr

8.- Para la preparación del papel filtro se procedió a trazar el círculo con un diámetro de 15 cm se cortó y se perforo el centro con una aguja con un espesor de 2 mm

9.- Una vez se obtuvo el círculo se lo doblo por la mitad 2 veces quedando los 4 lados iguales, después se mide 4 y 6 cm por los cuatro lados iguales.

10.- Para la preparación de los tubillos pequeños se cortó el papel filtro con una dimensión de 2x2 cm de cada lado y con la ayuda de un palillo se los envuelve tomando la forma de un pequeño tubo

11.- Una vez se obtuvo los círculos de papel filtro y los tubillos, se hizo de traspasar por el centro del círculo al tubillo quedando traspasado.

12.- Para la impregnación del papel filtro con la solución de nitrato de plata, ponemos la caja Petri pequeña dentro de la grande, con la ayuda de una jeringa de 10ml se llenó la caja Petri pequeña, una vez puesta la solución se inserta la parte del tubillo con el círculo de papel filtro en la solución es importante que el tubillo llegue hasta el fondo para evitar que la corrida de la muestra no se detenga, por efecto osmótico el nitrato de plata se distribuye en forma circular, hasta alcanzar 4 cm de diámetro en el papel, momento en el cual se procede a retirar el tubillo y cubrirlo en ambas caras con papel secante para dejar secar al interior de un cartón que favorece el revelado.

13.- Con la ayuda de un matraz se procede a poner los 5 gr de muestra del suelo con 50ml de la solución de hidróxido de sodio. Una vez se mezcló la solución se procede a agitar 7 veces a la derecha, 7 veces a la izquierda por 7 veces dando un total de 49 giros, lo cual se repite a los 15 minutos, para luego pasado una hora volver al mismo proceso. Una vez concluido los giros se deja reposar la solución por un mínimo de 6 horas para que la reacción Química haga efecto

14.- Finalizado el proceso de reposo de la solución se vuelve a poner la caja Petri pequeña dentro de la más grande, con la ayuda de una jeringa se recoge 20 ml de muestra para ponerla en la caja Petri de menor tamaño para después poner los ejemplares que se estaban secando en la caja de cartón, se hizo el procedimiento de hacer correr la muestra hasta los 6 cm de diámetro.

15.- Para el secado una vez corrido los 6 cm se saca el tubillo con mucho cuidado de no tocar la parte del corrido se los coloca en la caja de cartón con papel absorbente de ambos. Se colocó su respectiva codificación para evitar cualquier confusión, se coloca la caja de cartón en un lugar oscuro para que el revelado no se vea alterado.

16.- Una vez secos los cromas se procede a colocar con un lápiz HB en la parte inferior la codificación respectiva de cada muestra.

17.- Se colocó las muestras para el secado en un espacio donde el sol no llegue directamente, las muestras permanecerán en ese espacio por un lapso de 3 días.

18.- Los resultados de la cromatografía, una vez revelados se los guarda en un lugar libre de humedad y de los rayos directos del sol con el fin que no se decoloren

19.- El protocolo de cromatografía brinda la siguiente información:

1. Descripción de los anillos por color y forma de sus bordes.
2. Interpretación de Presencia de minerales en el anillo de la zona interna por color y bordes.
3. Presencia de Materia Orgánica, en el anillo de la zona intermedia, por color y bordes.

9.6 Metodología de microbiota total

Para determinar la presencia de microorganismos en el suelo se realiza la inoculación de la solución de suelo en la caja Petri, en donde:

1.- Para el análisis se pesa 150 gr de muestra de suelo y 300 ml de agua destilada que se pudo medir en una probeta y se colocó en un vaso de precipitación y se mezcla hasta conseguir una muestra homogénea

2.- Para la preparación de microbiota total se realizó en 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.- 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.

4.- El siguiente paso fue 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 que se pesó 19,6 g del medio en un litro de agua destilada. Se dejó reposar 15 minutos. Se lo metió en el autoclave para esterilizar a 121°C (15 libras de presión) durante 15 minutos.

6.- Para que no se produzca la contaminación de las cajas Petri hay que desinfectarse las manos con alcohol y en la cabina de bioseguridad se procede a llenar las cajas Petri con el agar nutritivo siempre cerca del mechero para evitar la contaminación 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 sembramos en las cajas Petri. Se realizó 3 repeticiones por cada muestra compuesta.

7.- Finalmente se ubicó a las cajas Petri en la incubadora por 48 horas, luego de este tiempo se procedió 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 procedió a sacar las medias de las 5 zonas de la cromatografía para determinar si cumplen con un rango adecuado. Se evaluará el diámetro de cada zona, color, bordes, y manejo cultural.

Tabla 9. Indicadores cuantitativos y cualitativos de la caracterización del suelo

INDICADORES DE LA CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
CUANTITATIVOS		CUALITATIVOS
ANÁLISIS QUÍMICO	UNIDADES DE MEDICIÓN	CROMATOGRAFÍA
PH	Ac/LAc/PN/N/LAl/Al	Estructura
N	ppm	Textura/Aireación
P	ppm	Residuos químicos (Glifosato/Sulfatos)
S	ppm	Materia orgánica
B	ppm	Actividad microbiológica
K	meq/100g	
Ca	meq/100g	
Mg	meq/100g	
Zn	ppm	
Cu	ppm	
Fe	ppm	
Mn	ppm	
MO	Alto/Medio/Bajo	
Textura	%	
DATOS DE ANÁLISIS COMPOSICIONAL DEL SUELO		CROMATOGRAMASIN-SITU

Fuente: Obando (2021)

La tabla da a conocer la identificación de los indicadores cuantitativos proporcionados por el análisis químico hecho al suelo. Los indicadores cualitativos fueron extraídos de los cromatogramas.

Para la caracterización del suelo se elaboró un cuadro en donde se identificó el diámetro ideal de cada zona de los cromatogramas que indican el nivel de aireación, presencia de materia orgánica (M.O.), y actividad microbiológica.

La zona del proyecto está dividida en tres terrazas diferentes, que son analizadas con criterios para determinar su calidad y conservación.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

10.1 Resultados de los análisis cromatográficos

Tabla 10. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P1Alfalfa

terrazza 7 código - T7P1Alfalfa					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.2cm	1.2- 2.9	2.9 – 4.4	4.4 – 5.3	5.3-7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	Crema	Café claro/oscuro	Café Oscuro	Cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café oscuro	anaranjado	Pardo negruzco	Café ligero	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

1.- la zona central: presenta un color café oscuro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, no presenta aireación y es un suelo que está siendo compactado casi en su totalidad

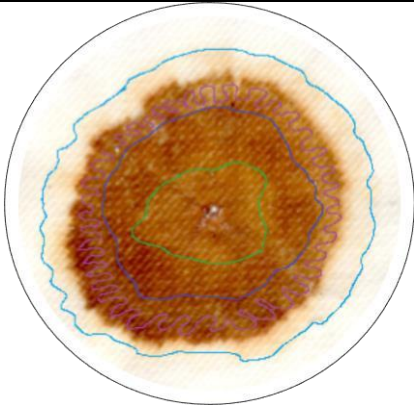
2.- La zona interna: contiene un color pardo negruzco sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave puesto que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de

MO y ninguna actividad biológica

3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que no posee o tiene muy poca MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática

4.- La zona externa por la forma del borde y no presenta nubecillas se infiere una baja actividad microbiológica y reservas de MO.

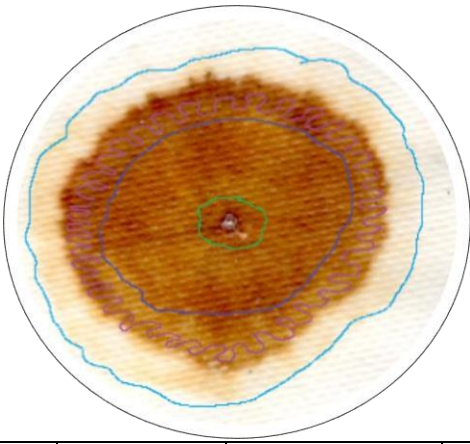
Tabla 11. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P1Forestales

terracea 7 código - T7P1forestales					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.3	1.3 – 3.7	3.7 – 4.2	4.2 – 5.4	5.4 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	CREMA	CAFÉ CLARO/OSCURO	CAFÉ OSCURO	CREMOSO	
COLORACION DEL CROMA	café oscuro	café claro	pardo negruzco	café ligero	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Irregular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	No presenta aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	

	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: presenta un color café oscuro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, no presenta aireación y es un suelo que está siendo compactado casi en su totalidad
- 2.- La zona interna: contiene un color café claro sin ningún camino tipo pluma esto es una situación de gravedad leve ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica
- 3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que no posee o tiene muy poca MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- La zona externa: por la forma del borde y no presenta nubecillas se infiere una baja actividad microbiológica y reservas de MO.

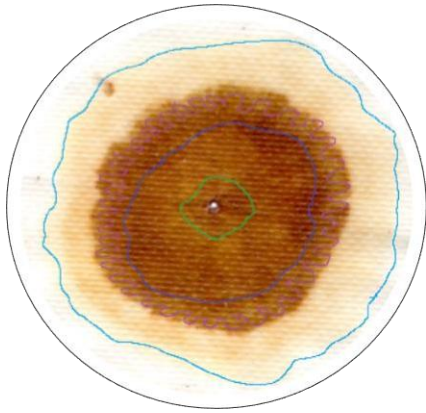
Tabla 12. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P1Frutales

terrazza 7 código - T7P1Frutales					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	0.9	0.9 – 3.5	3.5 – 4.7	4.7 – 5.6	5.6 – 7.5
DESCRIPCION					

COLORACION FAVORABLE	CREMA	CAFÉ CLARO/OSCURO	CAFÉ OSCURO	CREMOSO	
COLORACION DEL CROMA	Café oscuro	Anaranjado	Pardo claro	Café ligero	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	No presenta aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: presenta un color café oscuro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, no presenta aireación y es un suelo que está siendo compactado casi en su totalidad
- 2.- La zona interna: contiene un color anaranjado sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica
- 3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color pardo claro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que no posee o tiene muy poca MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- La zona externa por la forma del borde y no presenta nubecillas se infiere una baja actividad microbiológica y reservas de MO.

Tabla 13. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P2Alfalfa

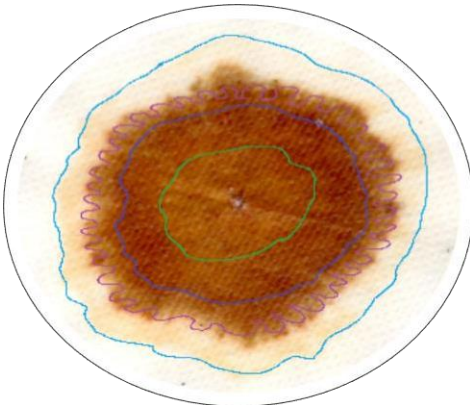
terracea 7 código - T7P2Alfalfa					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.4	1.4 – 3.4	3.4 – 5.0	5.0 – 6.1	6.1 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuero	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café claro	Café oscuro	Pardo negruzco	Café ligero	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y está compactado o en proceso de este
- 2.- La zona interna: contiene un color café oscuro sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica

3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color pardo negruzco, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que no posee o tiene muy poca MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática

4.- La zona externa por la forma del borde y no presenta nubecillas se infiere una baja actividad microbiológica y reservas de MO

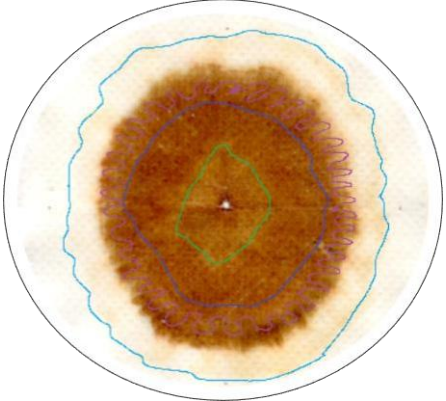
Tabla 14. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 Código – T7P2Forestales

terrazza 7 código - T7P2Forestales					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.7	1.7 – 3.6	3.6 – 4.5	4.5 – 5.0	5.0 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuro	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café claro	café claro	Pardo negruzco	Café ligero	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Regular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	

SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL
-----------------------	----------------------

- 1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este
- 2.- La zona interna: contiene un color café claro sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica
- 3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color pardo negruzco, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que no poseen o tiene muy poca MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- La zona externa por la forma del borde y no presenta nubecillas se infiere una baja actividad microbiológica y reservas de MO.

Tabla 15. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P2Frutales

<i>terrazza 7 código - T7P2Frutales</i>					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.6	1.6 – 3.5	3.5 – 4.2	4.2 – 5.9	5.9 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuero	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café claro	anaranjado	Pardo negruzco	Crema ligera	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	

OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

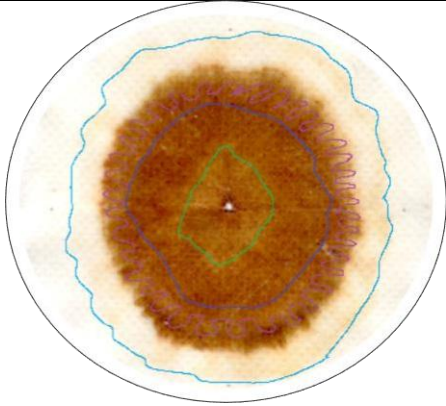
1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este

2.- La zona interna: contiene un color anaranjado sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica

3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color pardo negruzco, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que no posee o tiene muy poca MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática

4.- La zona externa por la forma del borde y no presenta nubecillas se infiere una baja actividad microbiológica y reservas de MO.

Tabla 16. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P3Alfalfa

<i>terracea 7 código - T7P3Alfalfa</i>					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5

RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1	1 – 2.2	2.2 – 3.7	3.7 – 4.9	4.9 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuero	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café oscuro	anaranjado	Pardo negruzco	Café ligero	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Sin aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: presenta un color café oscuro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, no presenta aireación y está casi en su totalidad compactado
- 2.- La zona interna: contiene un color anaranjado sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica
- 3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color pardo negruzco, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que no posee o tiene muy poca MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- La zona externa por la forma del borde y no presenta nubecillas se infiere una baja actividad microbiológica y reservas de MO.

Tabla 17. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P3Forestales

terrazza 7 código - T7P3Forestales					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.1	1.1 – 3.3	3.3 – 3.9	3.9 - 5	5 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscurro	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café claro	anaranjado	Pardo negruzco	Café ligero	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Sin aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

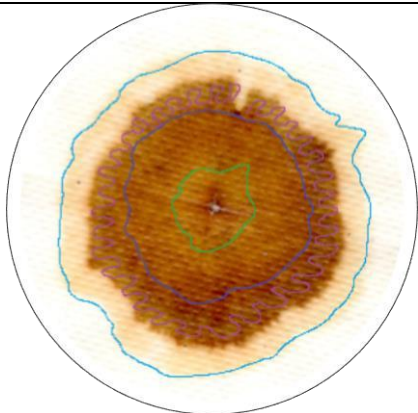
1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, no presenta aireación y está casi en su totalidad compactado

2.- La zona interna: contiene un color anaranjado sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica

3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color pardo negruzco, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que no posee o tiene muy poca MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática

4.- La zona externa por la forma del borde y no presenta nubecillas se infiere una baja actividad microbiológica y reservas de MO.

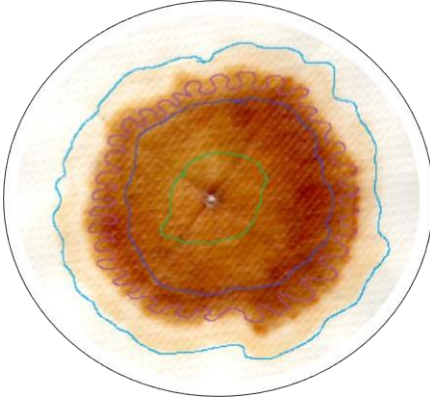
Tabla 18. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P3Frutales

terrazza 7 código - T7P3Frutales					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAM A	1.3	1.3 - 3	3 – 3.8	3.8 – 4.9	4.9 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuero	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café oscuro	anaranjado	Negro	Café ligero	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	Calidad del suelo baja
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	Presenta muy poca aireación
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	Suelo compactado

SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL
-----------------------	----------------------

- 1.- la zona central: presenta un color café oscuro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este
- 2.- La zona interna: contiene un color pardo negruzco sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica
- 3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color negro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que posee MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- La zona externa por la forma del borde y no presenta nubecillas se infiere una baja actividad microbiológica y reservas de MO.

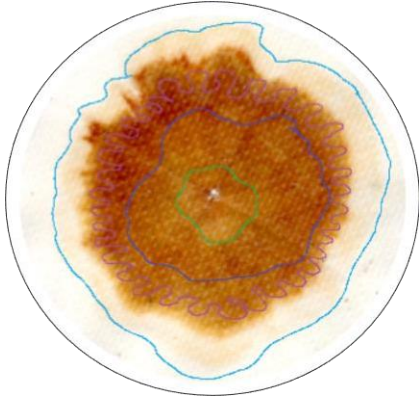
Tabla 19. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P4Alfalfa

terrazza 7 código - T7P4Alfalfa					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.6	1.6 – 3.7	3.7 – 4.5	4.5 – 5.2	5.2 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuro	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café oscuro	anaranjado	Pardo negruzco	Café ligero	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	

OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	Calidad del suelo baja
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	Presenta muy poca aireación
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	Suelo compactado
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: presenta un color café oscuro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este
- 2.- La zona interna: contiene un color pardo negruzco sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica
- 3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que no posee o tiene muy poca MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- La zona externa por la forma del borde y no presenta nubecillas se infiere una baja actividad microbiológica y reservas de MO.

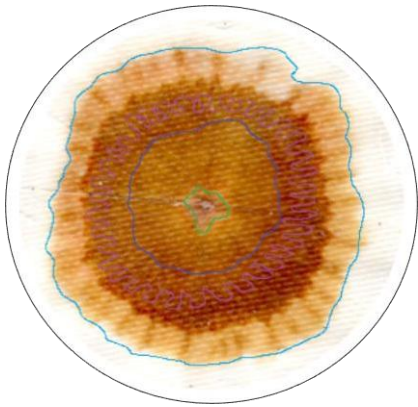
Tabla 20. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P4Forestales

<i>terrazza 7 código - T7P4Forestales</i>					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5

RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.4	1.4 – 3.5	3.5 – 4.4	4.4 – 5.4	5.4 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuero	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café claro	anaranjado	Pardo negruzco	Café ligero	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	Calidad del suelo baja
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	Presenta muy poca aireación
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	Suelo compactado
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este
- 2.- La zona interna: contiene un color anaranjado sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica
- 3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color pardo negruzco, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que no posee o tiene muy poca MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- La zona externa por la forma del borde y no presenta nubecillas se infiere una baja actividad microbiológica y reservas de MO.

Tabla 21. Descripción de un cromatograma de la terraza 7 código - T7P4Frutales

terrazza 7 código - T7P4Frutales					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	0.7	0.7 – 2.6	2.6 – 4.3	4.3 – 5.5	5.5 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuro	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Crema oscura	Café claro	Café oscuro	Crema	
INTEGRACIÓN	Presenta caminos entre zonas una suavidad en el color no presenta cambios bruscos de tonalidad.				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Circular	Irregular	
OTROS	Calidad del suelo en regeneración	Caminos en forma de plumas	Cantidad media de materia orgánica	Tiene nubecillas	
	Aireación media	No presenta tonalidad verde (fosfato)	Presenta moderado presencia dentada	Presenta caminos al estilo pluma	
	Comienza a presentar compactación			Moderada actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

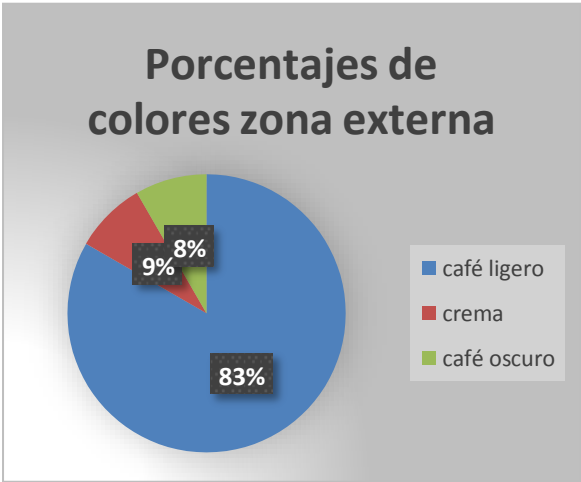
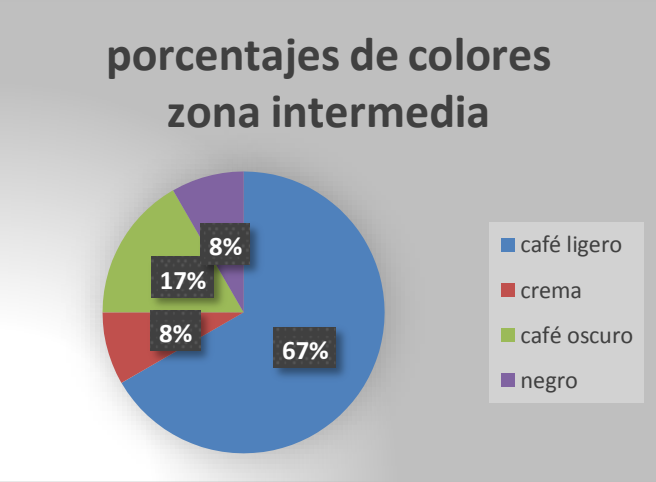
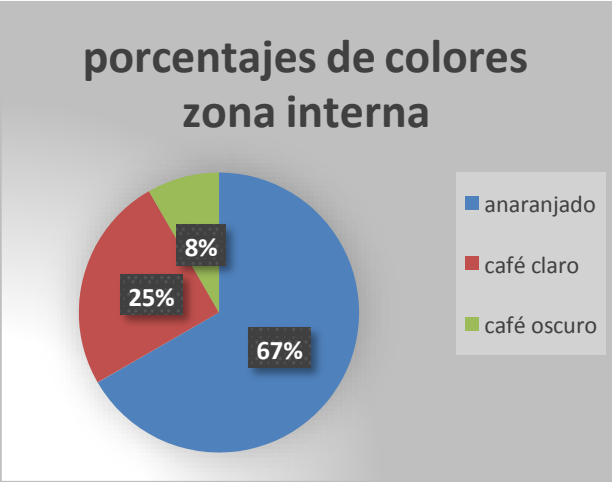
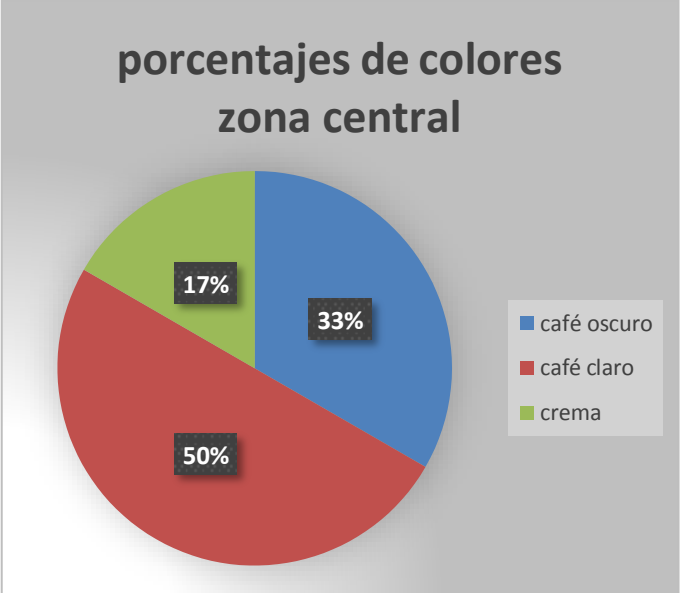
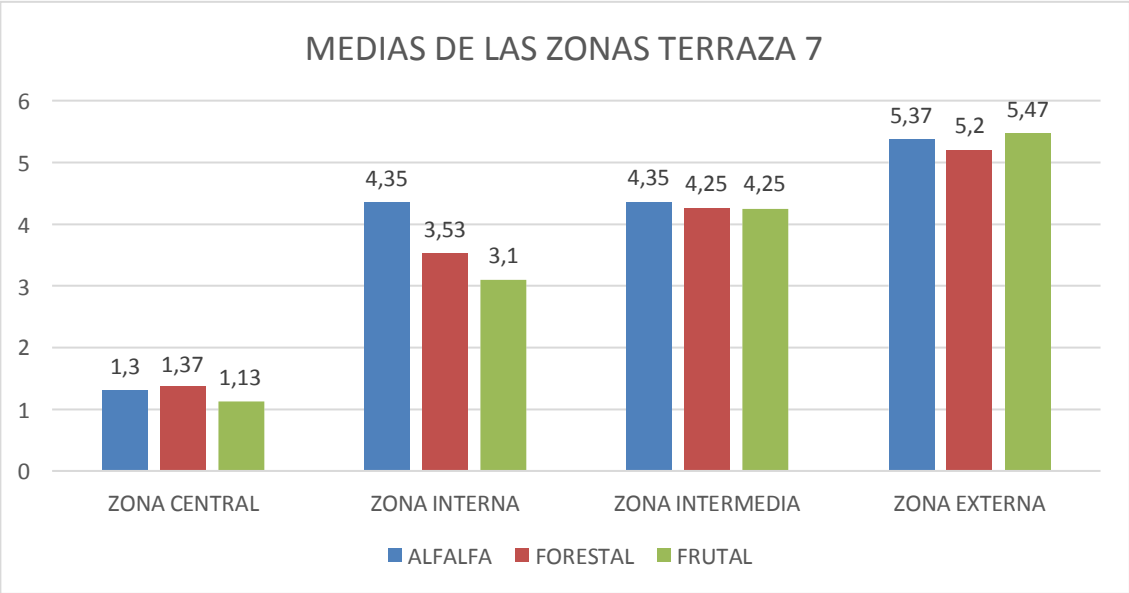
1.- la zona central: esta zona presenta una tonalidad cremosa oscura casi café esto nos da a entender que el suelo se encuentra en un rango medianamente bueno, presenta una aireación media, y la compactación comienza a afectarlo

2.- La zona interna: tiene presencia de minerales por los caminos en tipo pluma que se unen suavemente con las demás zonas

3.- La zona externa: El tamaño del anillo externo nos dice que presenta un contenido moderado de materia orgánica

4.- La zona externa: la forma del borde simulando una explosión y el contenido de nubecillas se deduce que comienza a recuperar la actividad microbiana y recupera la materia orgánica.

Gráfico 6. Resultados del diagnóstico realizado a la terraza 7



INTERPRETACION GENERAL DE LA TERRAZA 7

En los 12 cromatogramas realizados en la terraza numero 7 tenemos una media de la zona central de 1,37 siendo esta la más alta correspondiente a los forestales según la literatura de Restrepo-Rivera & Pinheiro (2011) manifiestan que la zona central de los cromatogramas es donde ocurre la aireación y se determina la compactación del suelo, en este caso el rango de los forestales es el que más se aproxima al rango optimo y eso lo podemos comprobar en los cromas donde el 50% de la terraza tiene una coloración café claro entonces el suelo se encuentra en estado de compactación avanzado y su aireación es moderada pero no está en los rangos óptimos de color, mientras que el 33% del suelo se encuentra totalmente compactado y no existe aireación, según Rivera (2015) establece que al tener ese color el suelo tuvo que ser expuesto al sol y retirado su cubierta vegetal que lo protege, y solo 17 % de la terraza tiene unas condiciones medianamente favorables ya que presenta un color crema y es el indicador de que el suelo tiene una buena aireación y no se encuentra compactado esto quiere decir que una parte de la terraza se encuentra en recuperación.

En la zona interna el rango optimo lo presentan la alfalfa con un 4.35 según Restrepo (2014) en esta zona es donde los minerales más pesados se presentan, también la actividad microbiana y ausencia de la materia orgánica el color con mayor presencia en la zona interna de los cromas realizados es el color anaranjado lo cual nos dice que el suelo se encuentra en un estado grave de erosión puesto que se encuentra altamente destruido y mineralizado con muy poca actividad microbiana y presenta muy poca materia orgánica estas características son muy habituales en suelos franco arenoso. El segundo porcentaje más alto es el color café claro en este caso la mineralización está en un proceso medio la materia orgánica se presenta en poca cantidad igual que la actividad microbiana en una cantidad moderada el tercer porcentaje es el café oscuro comparte cierta similitud con el rango de café claro los dos presenta un desgaste preocupante del suelo por lo cual Sánchez (2014) establece que un buen suelo en excelentes condiciones debe presentar una tonalidad dorada con amarillo eso nos indicara que el suelo posee excelentes condiciones para los cultivos.

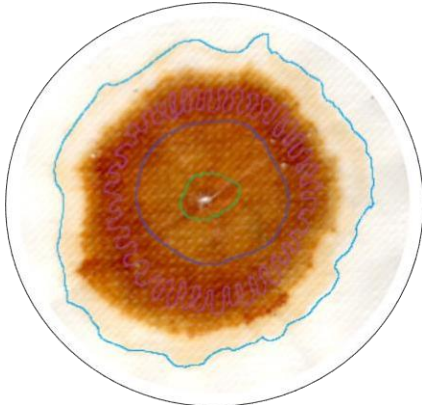
En la zona Intermedia obtuvo una media de 4,35 en la alfalfa fue el que más se acercó al rango favorable, el color que más presencia tuvo en la zona media fue el café ligero, manifiesta restrepo (2011) que la zona intermedia o zona proteica donde regula la materia orgánica y de acuerdo a nuestros cromas la cantidad de materia orgánica es baja o casi nula y no presenta una unión entre zonas lo cual nos da a entender de que la poca materia orgánica que se encuentra

en el suelo no está completamente integrada al suelo. Los cromas realizados presentan una terminación en tipo agujas regulares lo que nos da a entender que la materia orgánica se encuentra bloqueada o momificada esto se debe a la inmovilización o destrucción total de la actividad microbiana.

El 17 % pertenece al color café oscuro que según Suarez (2016) el tamaño del anillo expresa la cantidad de materia orgánica que existe en el suelo en el caso del color café oscuro presenta gran cantidad de materia orgánica la misma presentan nubecillas que es un indicio a que la materia orgánica se encuentra bien implementada en el suelo.

La zona externa es donde se llega apreciar a los microorganismos presentes en el suelo restrepo (2011) manifiesta que esta debe tener un color cremoso y presentar nubecillas o forma de ramificaciones para determinar que el suelo tiene buen almacenamiento y buena función enzimática, nuestros rangos más cerca de los favorables se lo obtuvo de los frutales ya que presento una media de 5,35 con una coloración de café ligero esto nos dice que presenta una cantidad insignificante de microorganismos y que la función enzimática no existe ya que no presentan nubecillas ni ramificación. Esto lo podemos verificar en el análisis del microbiota total que se realizó puesto que se presenta 29 Colonias contadas de las 3 repeticiones que se realizó. El segundo color con mayor presencia fue la crema este es el color favorable ya que expresa que el suelo posee buena función enzimática.

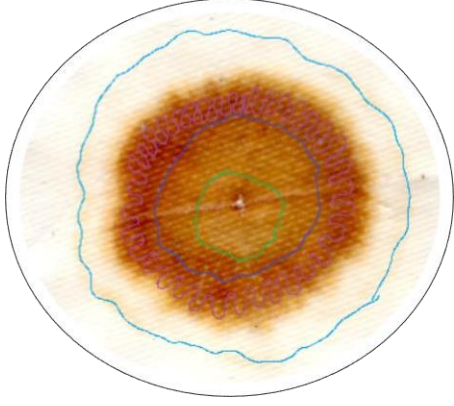
Tabla 22. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P1Alfalfa

<i>terrazza 8 código – T8P1Alfalfa</i>					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1	1 – 2.5	2.5 – 4.1	4.5 – 5.2	5.2 – 7.5

DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscurο	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café Claro	Naranja oscuro	Café oscuro/anaranjado	Crema claro	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Regular	Circular	Irregular	Irregular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este
- 2.- La zona interna: contiene un color naranja oscuro sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica
- 3.- La zona externa: tiene una línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que posee MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- La zona externa por la forma del borde y no presenta nubecillas se infiere una baja actividad microbiológica y reservas de MO.

Tabla 23. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P1Forestales

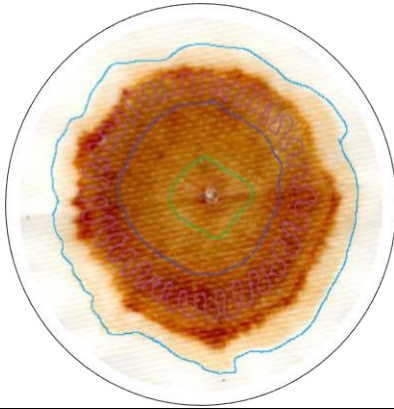
terrazza 8 código – T8P1Forestales					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.4	1.4 – 2.6	2.6 – 4.2	4.2 – 5.3	5.3 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuro	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café claro	Café claro	Anaranjado oscuro	No se distingue	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este
- 2.- La zona interna: contiene un color café claro sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica

3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que posee MO en buena cantidad, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática

4.- La zona externa no está presente en este por lo que se infiere que el suelo no tiene reservas de materia orgánica

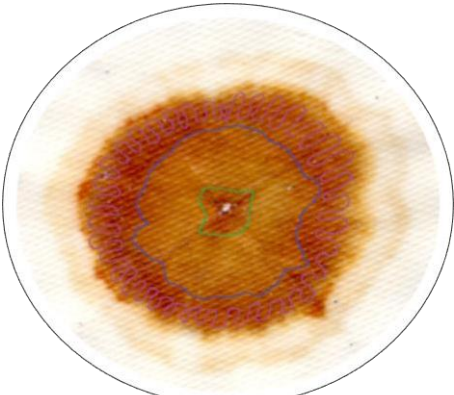
Tabla 24. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P1Frutales

terrazza 8 código – T8P1Frutales					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.3	1.3 – 2.5	2.5 – 4.3	4.3 – 4.9	4.9 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuero	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café Claro	Café claro /oscuero	Negro	Blanco cremoso	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Irregular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	

SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL
-----------------------	----------------------

- 1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este
- 2.- La zona interna: contiene un color café claro sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica
- 3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que posee una buena cantidad de MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- La zona externa presenta una leve coloración cremosa esto con lleva a que no posee actividad microbiológica y reservas de MO.

Tabla 25. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P2Alfalfa

terrazza 8 código – T8P2Alfalfa					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAM A	0.9	0.9 – 2.4	2.4 – 4.5	4.5 – 5.4	5.4 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuro	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café oscuro	Café claro	Café oscuro	Crema	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Irregular	Irregular	Circular	

OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

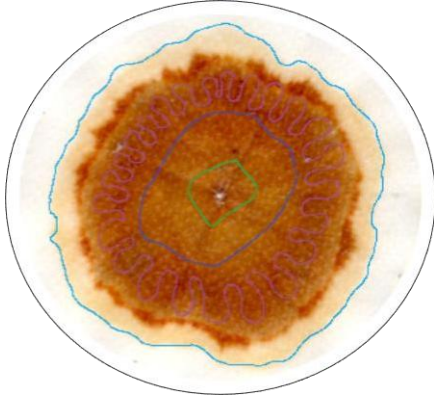
1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este

2.- La zona interna: contiene un color café claro sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica

3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que posee una buena cantidad de MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática

4.- la zona externa: presenta una leve unión con las zonas anteriores lo cual la reserva de MO esta complementada al suelo y tiene una leve aparición de la actividad microbiana

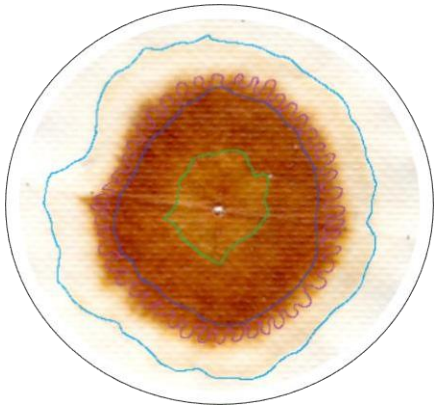
Tabla 26. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P2Forestales

<i>terrazza 8 código – T8P2Forestales</i>					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5

RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.1	1.1 – 2.3	2.3 – 4.1	4.1 – 4.7	4.7 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscura	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Crema oscura	Anaranjado	Café oscuro	cremoso	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: esta zona presenta una tonalidad cremosa oscura casi café esto nos da a entender que el suelo se encuentra en un rango medianamente bueno, presenta una aireación media, y la compactación comienza a afectarlo
- 2.- La zona interna: tiene presencia de minerales por los caminos en tipo pluma que se unen suavemente con las demás zonas
- 3.- La zona externa: El tamaño del anillo externo nos dice que presenta un contenido moderado de materia orgánica
- 4.- La zona externa: la forma del borde simulando una explosión y el contenido de nubecillas se deduce que comienza a recuperar la actividad microbiana y recupera la materia orgánica.

Tabla 27. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P2Frutales

terrazza 8 código – T8P2Frutales					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.5	1.5 – 3.0	3.0 – 4.2	4.2 – 5.2	5.2 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuro	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café claro	Café oscuro	negro	Blanco cremoso	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Irregular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y está compactado o en proceso de este
- 2.- La zona interna: contiene un color café claro sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica

3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que posee una buena cantidad de MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática

4.- La zona externa presenta una leve coloración cremosa esto con lleva a que no posee actividad microbiológica y reservas de MO.

Tabla 28. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P3Alfalfa

terracea 8 código – T8P3Alfalfa					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.2	1.2 – 2.4	2.4 – 4.3	4.3 – 5.1	5.1 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuro	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café oscuro	Café claro	Café oscuro/amarillo	Blanco cremoso	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Circular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: presenta un color café oscuro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, no presenta aireación y es un suelo casi compactado en su totalidad
- 2.- La zona interna: contiene un color café claro con unas tonalidades amarillezcas sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica
- 3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color oscuro, con una leve complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que posee una buena cantidad de MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- La zona externa presenta una leve coloración cremosa esto con lleva a que no posee actividad microbiológica y reservas de MO.

Tabla 29. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P3Forestales

terrazza 8 código – T8P3Forestales					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	0.8	0.8 – 2.7	2.7 – 5.1	5.1 – 5.8	5.8 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuro	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café claro	Anaranjado	Café oscuro	Blanco cremoso	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	

	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

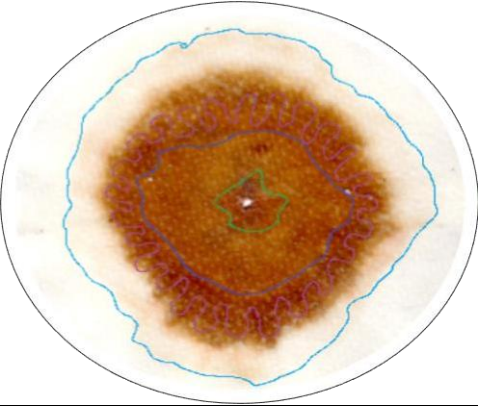
1.- la zona central: la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este

2.- La zona interna: contiene un color anaranjado sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica

3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color oscuro, con una leve complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que posee una buena cantidad de MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática

4.- La zona externa presenta una leve coloración cremosa esto con lleva a que no posee actividad microbiológica y reservas de MO.

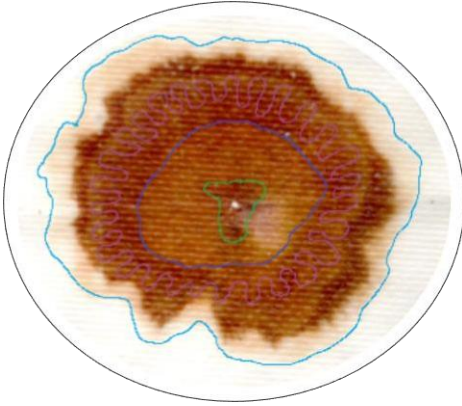
Tabla 30. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P3Frutales

<i>terrazza 8 código – T8P3Frutales</i>					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5

RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.1	1.1 – 3.0	3.0 – 4.3	4.3 – 5.4	5.4 - 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscur	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café oscuro	Pardo negruzco	Café oscuro	Blanco cremoso	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Irregular	Irregular	Irregular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: presenta un color café oscuro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este
- 2.- La zona interna: contiene un color pardo negruzco sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica
- 3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que no posee muy poca MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- La zona externa esta casi en un color blanco lo que nos da a entender que no presenta reservas de materia orgánica ni ninguna actividad microbiana

Tabla 31. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P4Alfalfa

terrazza 8 código – T8P4Alfalfa					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	0.7	0,7 – 2.4	2.4 – 4.8	4.8 – 5.3	5.3 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuro	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café oscuro	Café claro	Café oscuro	Cremoso claro	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

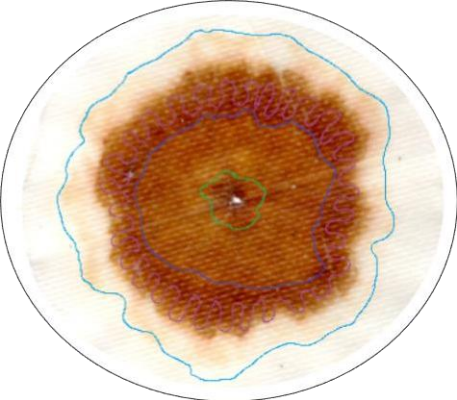
1.- la zona central: presenta un color café oscuro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, no presenta aireación y esa en su totalidad compactado

2.- La zona interna: contiene un color pardo negruzco sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica

3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que no posee muy poca MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática

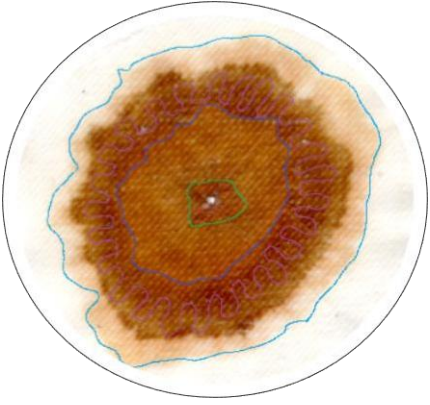
4.- La zona externa esta casi en un color blanco lo que nos da a entender que no presenta reservas de materia orgánica ni ninguna actividad microbiana

Tabla 32. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P4Forestales

terrazza 8 código – T8p4Forestales					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	0.9	0.9 – 3.1	3.1 – 4.6	4.6 – 5.1	5.1 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/curo	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café oscuro	Café claro	Café oscuro	Crema claro	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- presenta un color café oscuro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, no presenta aireación y esa en su totalidad compactado
- 2.- La zona interna: contiene un color café claro sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica
- 3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color oscuro, con una leve complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que posee una buena cantidad de MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- La zona externa presenta una leve coloración cremosa esto con lleva a que no posee actividad microbiológica y reservas de MO.

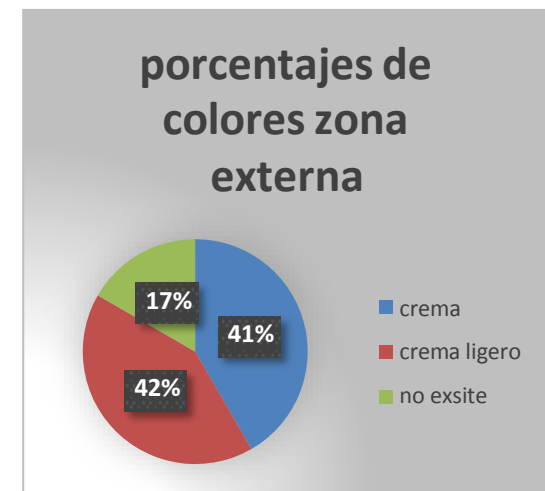
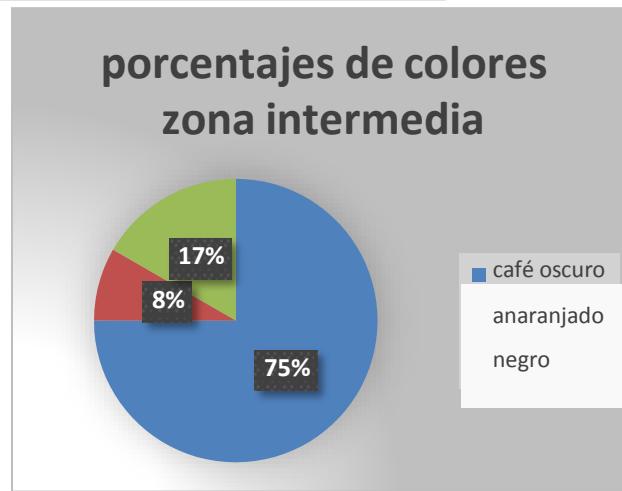
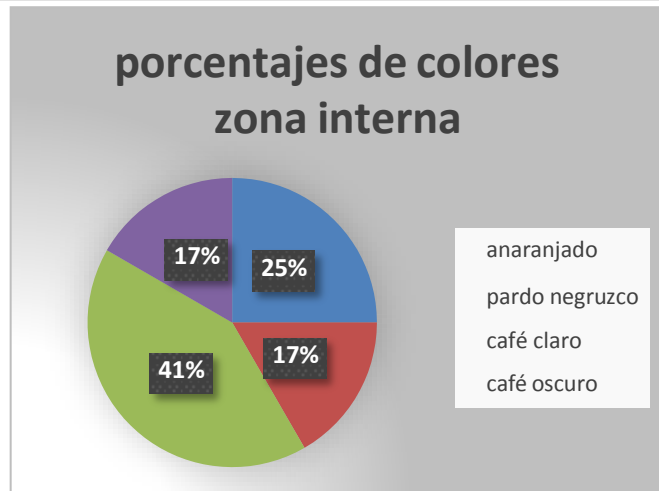
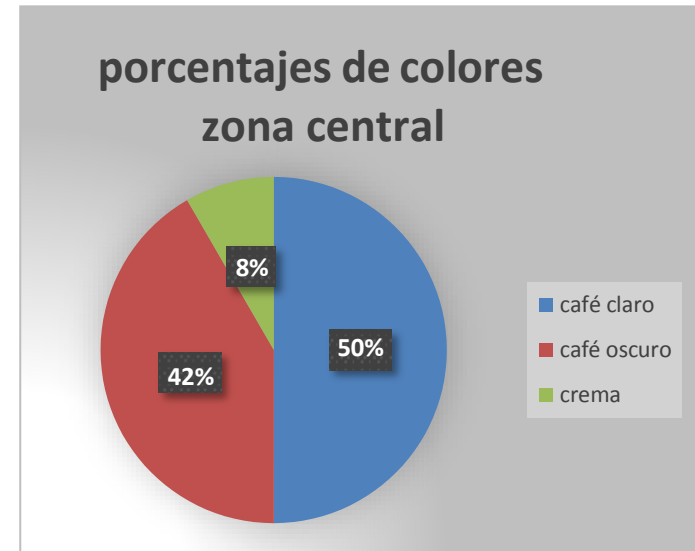
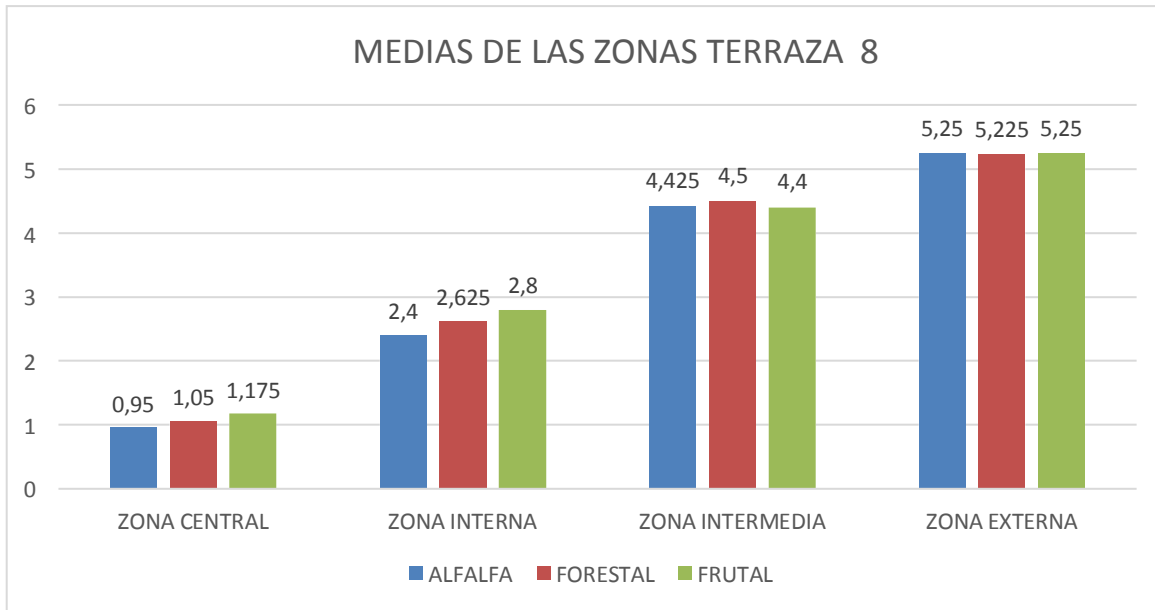
Tabla 33. Descripción de un cromatograma de la terraza 8 código – T8P4Frutales

terracea 8 código – T8p4Frutales					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	0.8	0.8 – 2.7	2.7 – 4.8	4.8 – 5.5	5.5 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuero	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café claro	Pardo negruzco	Café oscuro	Crema	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de	

				agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este
- 2.- La zona interna: contiene un color pardo negruzco sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica
- 3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que no posee muy poca MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- La zona externa esta casi en un color blanco lo que nos da a entender que no presenta reservas de materia orgánica ni ninguna actividad microbiana

Gráfico 7. Resultados del diagnóstico realizado a la terraza 8



INTERPRETACION GENERAL DE LA TERRAZA 8

En los 12 cromatogramas realizados en la terraza numero 8 tenemos una media de la zona central de 1,17 siendo esta la más alta correspondiente a los frutales según la literatura de Restrepo-Rivera & Pinheiro (2011) manifiestan que la zona central de los cromatogramas es donde ocurre la aireación y se determina la compactación del suelo, en este caso el rango de los forestales es el que más se aproxima al rango optimo y eso lo podemos comprobar en los cromas donde el 50% de la terraza tiene una coloración café claro entonces el suelo se encuentra en estado de compactación avanzado y su aireación es moderada pero no está en los rangos óptimos de color, mientras que el 42% del suelo se encuentra totalmente compactado y no existe aireación, según Rivera (2015) establece que al tener ese color el suelo tuvo que ser expuesto al sol y retirado su cubierta vegetal que lo protege, y solo 8 % de la terraza tiene unas condiciones medianamente favorables ya que presenta un color crema y es el indicador de que el suelo tiene una buena aireación y no se encuentra compactado esto quiere decir que una parte de la terraza se encuentra en recuperación.

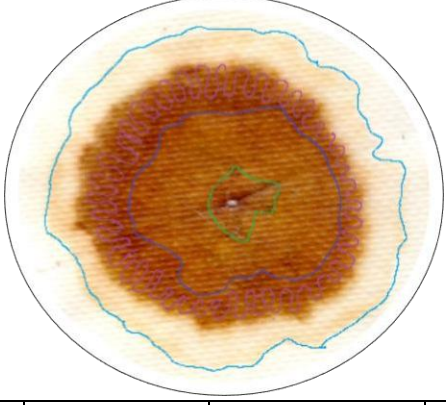
En la zona interna el rango optimo lo presentan los frutales con un 2,8 según Restrepo (2014) en esta zona es donde los minerales más pesados se presentan, también la actividad microbiana y ausencia de la materia orgánica el color con mayor presencia en la zona interna de los cromas realizados es el color café claro con un porcentaje del 41% en este caso la mineralización está en un proceso medio la materia orgánica se presenta en poca cantidad igual que la actividad microbiana en una cantidad moderada el segundo porcentaje es el café oscuro comparte cierta similitud con el rango de café claro los dos presenta un desgaste preocupante del suelo por lo cual Sánchez (2014) establece que un buen suelo en excelentes condiciones debe presentar una tonalidad dorada con amarillo eso nos indicara que el suelo posee excelentes condiciones para los cultivos.

En la zona Intermedia obtuvo una media de 4,5 en los forestales, fue el que más se acercó al rango favorable, el color que más presencia tuvo en la zona media fue el café oscuro con un 75%, manifiesta restrepo (2011) que la zona intermedia o zona proteica donde regula la materia orgánica y de acuerdo a nuestros cromas la cantidad de materia es moderada o se está recuperando pero no presenta una unión entre zonas lo cual nos da a entender de que la materia orgánica que se encuentra en el suelo esta medianamente integrada al suelo. Los cromas realizados presentan una terminación en tipo agujas regulares lo que nos da a entender que la materia orgánica se encuentra bloqueada o momificada esto se debe a la inmovilización o destrucción total de la actividad microbiana.

El 17 % pertenece al color negro que según Suarez restrepo (2011) cuando se presenta este color es porque el suelo está totalmente mineralizado, compactado y destruido esto se debe a que el suelo ha perdido su cobertura vegetal y recibe directamente el sol lo cual produce que no exista materia orgánica

La zona externa es donde se llega apreciar a los microorganismos presentes en el suelo restrepo (2011) manifiesta que esta debe tener un color cremoso y presentar nubecillas o forma de ramificaciones para determinar que el suelo tiene buen almacenamiento y buena función enzimática, nuestros rangos más cerca de los favorables se lo obtuvo de la alfalfa ya que presento una media de 5,25 con una coloración de cremosa esto nos dice que presenta una gran cantidad de microorganismos y la función enzimática existe pero no se complementa directamente en el suelo. Esto lo podemos verificar en el análisis del microbiota total que se realizó puesto que se presenta 33 Colonias contadas de las 3 repeticiones que se realizó. El segundo color con mayor presencia fue la crema claro este es el color medianamente favorable ya que si existe microorganismos y realizan la función enzimática pero no está asociada al suelo Y el 17% no existe es decir que los microorganismos han desaparecido en su totalidad de una parte de la terraza.

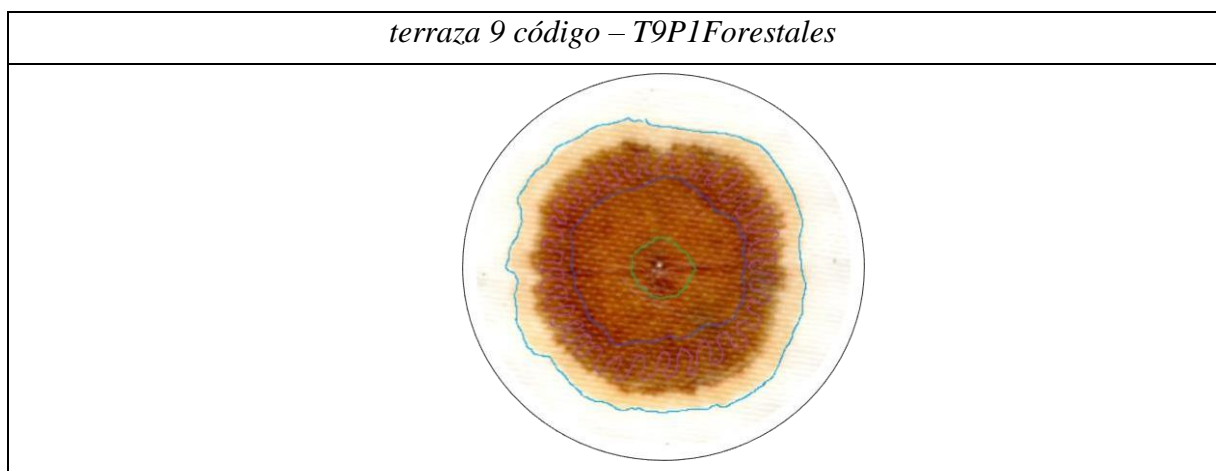
Tabla 34. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P1Alfalfa

<i>terrazza 9 código – T9P1Alfalfa</i>					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.4	1.4 – 3.4	3.4 – 4.3	4.3 – 5.3	5.3 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuo	café oscuro	cremoso	

COLORACION DEL CROMA	Café claro	anaranjado	Café claro	blanco	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este
- 2.- La zona interna: contiene un color anaranjado sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica
- 3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que no posee muy poca MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- La zona externa esta casi en un color blanco lo que nos da a entender que no presenta reservas de materia orgánica ni ninguna actividad microbiana

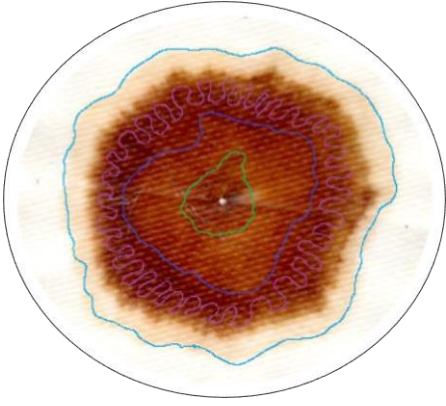
Tabla 35. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P1Forestales



	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.3	1.3 – 2.9	2.9 – 4.4	4.4 – 4.9	4.9 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuero	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café oscuro	Color pardo negruzco	Café oscuro	cremoso	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- presenta un color café oscuro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, no presenta aireación y está en su totalidad compactado
- 2.- La zona interna: contiene un color pardo negruzco sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica
- 3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color oscuro, con una leve complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que posee una buena cantidad de MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- La zona externa presenta una leve coloración cremosa esto con lleva a que no posee actividad microbiológica y reservas de MO.

Tabla 36. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P1Frutales

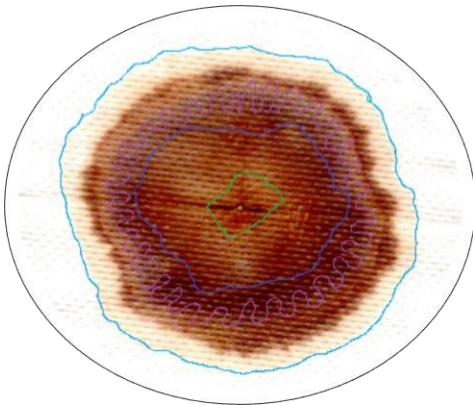
terrazza 9 código – T9P1Frutales					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1	1 – 2.8	2.8 – 4.2	4.2 – 4.5	4.5 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscur o	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	café oscuro	pardo negruzco	anaranjado oscuro	Café claro	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: presenta un color café oscuro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, no presenta aireación y está en su totalidad compactado
- 2.- La zona interna: contiene un color pardo negruzco sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con casi nula de MO y ninguna actividad biológica

3.- La zona externa: tiene una pequeña línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que no posee o tiene muy poca MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática

4.- La zona externa por la forma del borde y no presenta nubecillas se infiere una baja actividad microbiológica y reservas de MO.

Tabla 37. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P2Alfalfa

<i>terrazza 9 código – T9P2Alfalfa</i>					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.5	1.5 – 3.4	3.4 – 4.9	4.9 – 5.7	5.7 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscura	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café oscuro	Café claro/oscura	Café oscuro	Blanco	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Irregular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica		
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada		
	Suelo compactado				
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

1.- la zona central: presenta un color café oscuro lo que nos da a entender que es un suelo

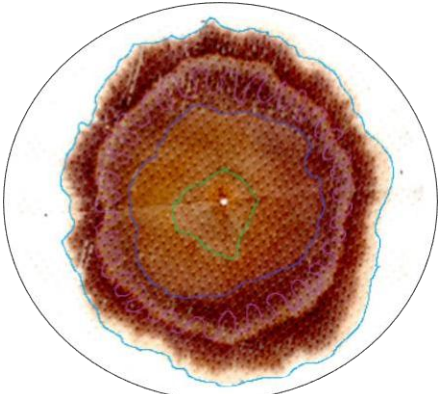
afectado por la erosión, no presenta aireación y está en su totalidad compactado

2.- La zona interna: contiene un color café claro con oscuro sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con muy poca materia orgánica

3.- La zona externa: tiene una línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que posee gran cantidad de MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática

4.- el color blanco presente en la croma significa que no existe actividad microbiológica y reservas de MO.

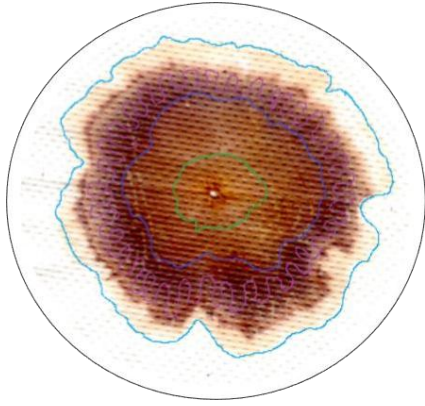
Tabla 38. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P2Forestales

<i>terrazza 9 código – T9P2Forestales</i>					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.3	1.3 – 3.5	3.5 – 4.9	4.9 – 5.7	5.7 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuro	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café claro	Café claro/oscuro	Café oscuro	Blanco	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica		
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada		

	Suelo compactado				
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este
- 2.- La zona interna: contiene un color café claro con oscuro sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con muy poca materia orgánica
- 3.- La zona externa: tiene una línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que posee gran cantidad de MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- el color blanco presente en la cromas significa que no existe actividad microbológica y reservas de MO.

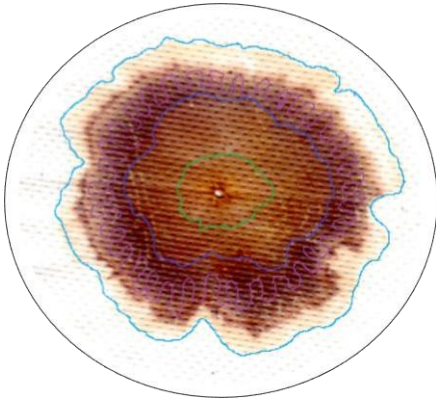
Tabla 39. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P2Frutales

<i>terrazza 9 código – T9P2Frutales</i>					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.8	1.8 – 3.7	3.7 – 5.7	5.7 – 6.7	6.7 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuro	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café claro	Café claro/oscuro	Café oscuro	Crema	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				

FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este
- 2.- La zona interna: contiene un color café claro con oscuro sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con muy poca materia orgánica
- 3.- La zona externa: tiene una línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que posee gran cantidad de MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- La zona externa: posee un color crema, pero muy ligero a lo cual se interpreta que posee una mínima reserva de MO y muy poca actividad microbiana

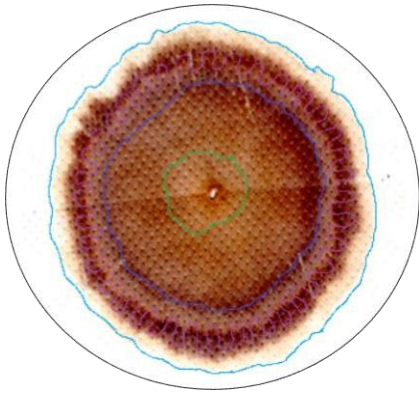
Tabla 40. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P3Alfalfa

<i>terracea 9 código – T9P3Alfalfa</i>					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5

RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.6	1.6 – 3.1	3.1 – 4.4	4.4 – 4.9	4.9 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscur o	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café claro	Café claro/ oscuro	Café oscuro	Crema	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Irregular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este
- 2.- La zona interna: contiene un color café claro con oscuro sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con muy poca materia orgánica
- 3.- La zona externa: tiene una línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que posee gran cantidad de MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- La zona externa: posee un color crema, pero muy ligero a lo cual se interpreta que posee una mínima reserva de MO y muy poca actividad microbiana

Tabla 41. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P3Forestales

terrazza 9 código – T9P3Forestales					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.1	1.1 – 3.6	3.6 – 4.8	4.8 – 5.3	5.3 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuro	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café claro	Café claro/oscuro	Café oscuro	Crema	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

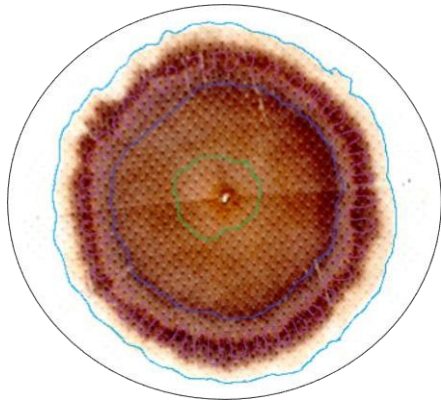
1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este

2.- La zona interna: contiene un color café claro con oscuro sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con muy poca materia orgánica

3.- La zona externa: tiene una línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que posee gran cantidad de MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática

4.- La zona externa: posee un color crema, pero muy ligero a lo cual se interpreta que posee una mínima reserva de MO y muy poca actividad microbiana

Tabla 42. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P3Frutales

terrazza 9 código – T9P3Frutales					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.6	1.6 – 3.5	3.5 – 4.3	4.3 – 5.6	5.6 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscurο	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café claro	Café claro/oscurο	Café oscuro	Crema	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este

<i>terrazza 8 código – T841Alfalfa</i>					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.7	1.7 – 3.9	3.9 – 4.7	4.7 – 5.5	5.5 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuro	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café claro	Café claro/oscuro	Café oscuro	Crema	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

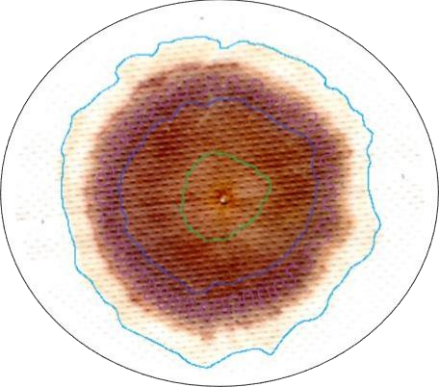
2.- La zona interna: contiene un color café claro con oscuro sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con muy poca materia orgánica

3.- La zona externa: tiene una línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que posee gran cantidad de MO, pero no está integrada al

suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática

4.- La zona externa: posee una línea muy delgada de color crema ligero a lo cual se interpreta que posee una mínima reserva de MO y muy poca actividad microbiana

Tabla 43. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P4Alfalfa

terrazza 8 código – T841Alfalfa					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1.7	1.7 – 3.9	3.9 – 4.7	4.7 – 5.5	5.5 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuro	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café claro	Café claro/oscuro	Café oscuro	Crema	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado

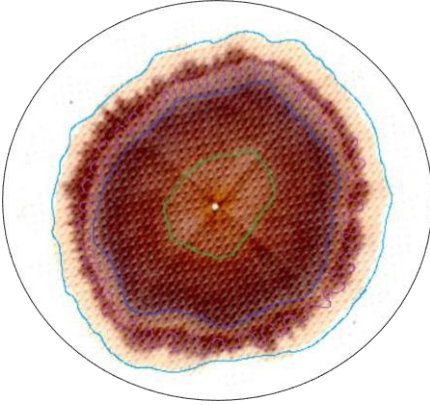
por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este

2.- La zona interna: contiene un color café claro con oscuro sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con muy poca materia orgánica

3.- La zona externa: tiene una línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que posee gran cantidad de MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática

4.- La zona externa: posee una línea muy delgada de color crema ligero a lo cual se interpreta que posee una mínima reserva de MO y muy poca actividad microbiana

Tabla 44. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P4Forestales

terrazza 9 código – T9P4Forestales					
					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	0.6	0.6 – 3.4	3.4 – 4.8	4.8 – 5.4	5.4 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuero	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café claro	Café claro/oscuero	Café oscuro	Crema	
INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	

	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este
- 2.- La zona interna: contiene un color café claro con oscuro sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con muy poca materia orgánica
- 3.- La zona externa: tiene una línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que posee gran cantidad de MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- La zona externa: posee una línea muy delgada de color crema ligero a lo cual se interpreta que posee una mínima reserva de MO y muy poca actividad microbiana

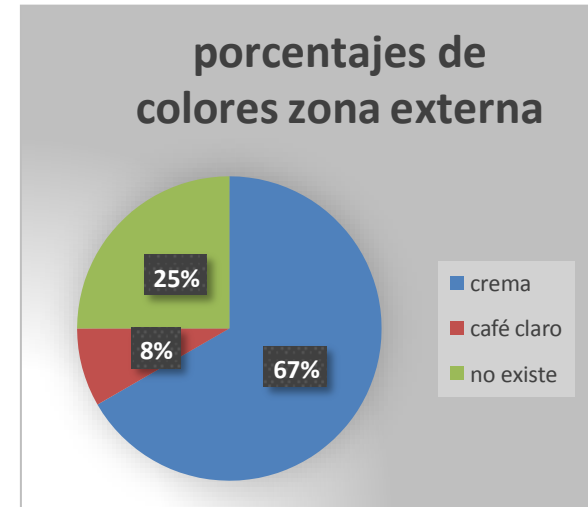
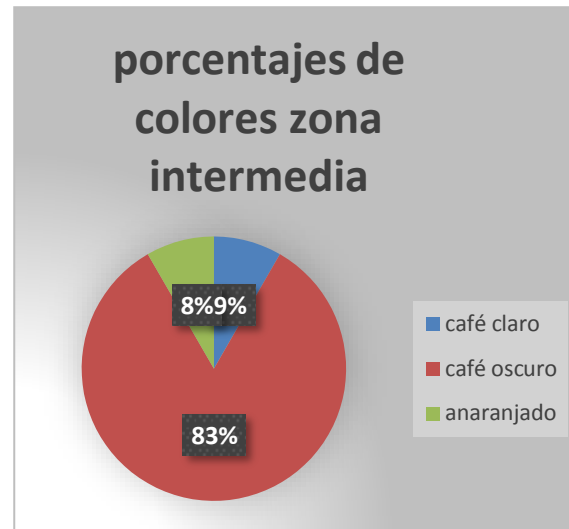
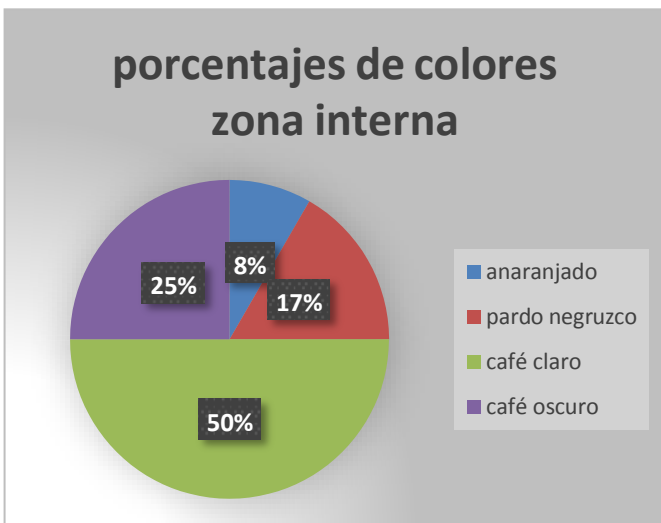
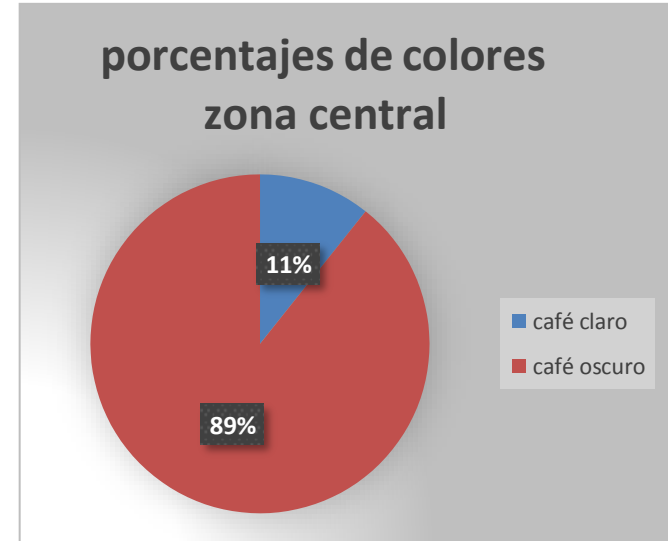
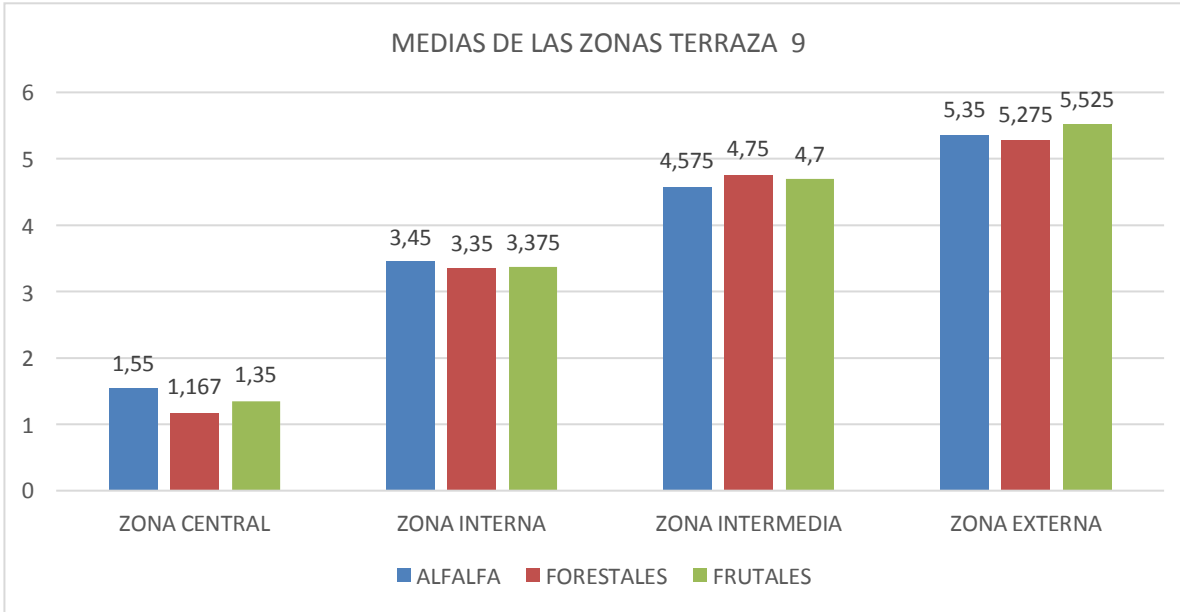
Tabla 45. Descripción de un cromatograma de la terraza 9 código – T9P4Frutales

<i>terracea 9 código – T9P4Frutales</i>					
	ZONA CENTRAL	ZONA INTERNA	ZONA INTERMEDIA	ZONA EXTERNA	ZONA PERIFERICA
RANGOS FAVORABLES	0 – 1.5	1.5 - 4.0	4.0 - 5.5	5.5 - 7.0	7 - 7.5
RANGOS DEL CROMATOGRAMA	1	1 – 3.5	3.5 – 4.6	4.6 – 5.3	5.3 – 7.5
DESCRIPCION					
COLORACION FAVORABLE	crema	café claro/oscuero	café oscuro	cremoso	
COLORACION DEL CROMA	Café claro	Café claro/oscuero	Café oscuro	Crema	

INTEGRACIÓN	No presenta caminos ni integración con ninguna zona, su transición de color es brusca y no tienen homogeneidad				
FORMACIÓN	Irregular	Circular	Irregular	Circular	
OTROS	Calidad del suelo baja	No presenta camino tipo pluma	Cantidad baja de materia orgánica	Terminación en forma de agujas irregulares	
	Presenta muy poca aireación	No presenta uso de agroquímicos	No presenta formación dentada	No presenta una unión con la zona intermedia	
	Suelo compactado			Baja actividad microbiana	
SISTEMA DE PRODUCCION	SISTEMA AGROFORESTAL				

- 1.- la zona central: presenta un color café claro lo que nos da a entender que es un suelo afectado por la erosión, presenta poca aireación y esta compactado o en proceso de este
- 2.- La zona interna: contiene un color café claro con oscuro sin ningún camino tipo pluma esto es una situación muy grave ya que el suelo está muy mineralizado y uniforme, con muy poca materia orgánica
- 3.- La zona externa: tiene una línea de color café oscuro, pero sin ninguna complementación con la siguiente zona lo cual nos dice que posee gran cantidad de MO, pero no está integrada al suelo no posee formación de humus y ninguna actividad biológica enzimática
- 4.- La zona externa: posee una línea muy delgada de color crema ligero a lo cual se interpreta que posee una mínima reserva de MO y muy poca actividad microbiana

Gráfico 8. Resultados del diagnóstico realizado a la terraza 9



INTERPRETACION GENERAL DE LA TERRAZA 9

En los 12 cromatogramas realizados en la terraza numero 9 tenemos una media de la zona central de los cromatogramas de 1,17 siendo esta la más alta correspondiente a la alfalfa según la literatura de Restrepo-Rivera & Pinheiro (2011) manifiestan que la zona central es donde ocurre la aireación y se determina la compactación del suelo, en este caso el rango de los forestales es el que más se aproxima al rango optimo y eso lo podemos comprobar en los cromas donde el 88% de la terraza tiene una coloración café oscuro entonces el suelo se encuentra totalmente erosionado y su aireación es nula ya que se encuentra muy compactado una de las causas para que se de este proceso es la perdida de la cubierta vegetal mientras que el 12% es de color café claro esto nos dice que se encuentra en proceso de compactación y presenta una leve aireación no es el rango óptimo de un suelo pero se Encuentra en un proceso de recuperación.

En la zona interna el rango optimo lo presentan la alfalfa con un 3,45 según Restrepo (2014) en esta zona es donde los minerales más pesados se presentan, también la actividad microbiana y ausencia de la materia orgánica el color con mayor presencia en la zona interna de los cromas realizados es el color café claro con un porcentaje del 50% en este caso la mineralización está en un proceso medio la materia orgánica se presenta en poca cantidad igual que la actividad microbiana en una cantidad moderada el segundo porcentaje es el café oscuro comparte cierta similitud con el rango de café claro los dos presenta un desgaste preocupante del suelo por lo cual Sánchez (2014) establece que un buen suelo en excelentes condiciones debe presentar una tonalidad dorada con amarillo eso nos indicara que el suelo posee excelentes condiciones para los cultivos.

En la zona Intermedia obtuvo una media de 4,75 en los frutales, fue el que más se acercó al rango favorable, el color que más presencia tuvo en la zona media fue el café claro con un 75%, manifiesta restrepo (2011) que la zona intermedia o zona proteica donde regula la materia orgánica y de acuerdo a nuestros cromas la cantidad de materia es moderada o se está recuperando pero no presenta una unión entre zonas lo cual nos da a entender de que la materia orgánica que se encuentra en el suelo esta medianamente integrada al suelo. Los cromas realizados presentan una terminación en tipo agujas regulares lo que nos da a entender que la materia orgánica se encuentra bloqueada o momificada esto se debe a la inmovilización o destrucción total de la actividad microbiana.

El 8 % pertenece al color café claro que según Suarez restrepo (2011) cuando se presenta este color es porque la cantidad de materia orgánica es baja o casi nula y no presenta una unión entre zonas lo cual nos da a entender de que la poca materia orgánica que se encuentra en el suelo no está completamente integrada al suelo.

La zona externa es donde se llega apreciar a los microorganismos presentes en el suelo restrepo (2011) manifiesta que esta debe tener un color cremoso y presentar nubecillas o forma de ramificaciones para determinar que el suelo tiene buen almacenamiento y buena función enzimática, nuestros rangos más cerca de los favorables se lo obtuvo de los frutales ya que presento una media de 5,25 con una coloración de cremosa esto nos dice que presenta una gran cantidad de microorganismos y la función enzimática existe pero no se complementa directamente en el suelo. Esto lo podemos verificar en el análisis del microbiota total que se realizó puesto que se presenta 40 Colonias contadas de las 3 repeticiones que se realizó.

Y el 25% no existe es decir que los microorganismos han desaparecido en su totalidad de una parte de la terraza.

10.2 Análisis

Análisis del comportamiento del suelo en las tres terrazas con sistemas agroforestales

Una vez concluido el análisis de las 3 terrazas con sistemas agroforestales sabemos que el suelo se encuentra en su gran parte erosionado o en proceso de este mismo, pero se observa que la recuperación del suelo está en proceso.

En su conjunto los cromatogramas nos indican que el suelo presenta características medianamente buenas para el tipo de suelo que se encuentran en las terrazas, pero se necesita realizar esfuerzos para un incremento de materia orgánica y la actividad microbiológica, con lo cual en el corto plazo se puede contar con un mejoramiento de su calidad.

10.3 Discusión.

Tabla 46. Discusión de resultados

Zonas de muestras	Terraza 7	Terraza 8	Terraza 9	Sinapsis horizontal
Zona Central	6 muestras tienen un color café claro, 4 con café oscuro y 2 con un color crema	6 muestras presentan un color café claro, 1 con un color crema y Con colorcafé oscuro	9 muestras presentan un color café claro y 3 con un color café claro	El 33,3% presenta color café oscuro, el 58,3% presentan café claro, y el 8,3 % es color crema
Zona Interna	8 muestras presentan un Color anaranjado, 3 con color café claro y 1 color pardo oscuro	3 muestras presentan un Color anaranjado, 5 con color café claro, 2 con color pardo oscuro y 2 con café oscuro	1 muestra presenta un Color anaranjado, 6 con color café claro, 2 color pardo oscuro y 3	El 100% de las muestras no presenta caminos de plumas

	(sin caminos de plumas)	(sin caminos de plumas)	con café oscuro (sin caminos de plumas)	
Zona Intermedia	10 muestras presentan poca formación dentada y 2 presentan formación dentada.	12 muestras no poseen formación dentada	12 muestras no poseen formación dentada	El 72% No presenta formación dentada y el 27 % presentan formación dentada.
Zona Externa	10 muestras no presentan nubecillas y 2 muestras si presentan nubecillas	11 muestras no presentan nubecillas y 1 si presenta nubecillas	12 muestras no presentan nubecillas.	El 91% de las muestras no presentan nubecillas y el 9 % presenta nubecillas.

Restrepo-Rivera & Pinheiro, (2011) en su bibliografía manifiesta para que un suelo sea bueno debe presentar un color crema en la zona central del cromograma, lo cual nos indica que el suelo de las terrazas presentan un porcentaje del 58% al color café claro lo que se interpreta es que el suelo está en proceso de compactación y posee muy poca aireación pero todavía no se encuentra erosionado, el 33 % de la terraza posee un color café oscuro lo cual es muy grave este suelo está muy erosionado, completamente compactado y no presenta aireación esto se puede deber a la pérdida de la cubierta vegetal y los rayos directos del sol.

En la zona interna para que un suelo sea bueno Restrepo-Rivera & Pinheiro, (2011) argumenta que debe tener presencia de minerales integrados con la materia orgánica y además un color café claro/oscurito con la presencia de caminos (plumas), lo cual nos indica que éste tipo de suelos tiene una disponibilidad de minerales susceptibles de asimilación por las plantas, y que además, los caminos en forma de plumas nos indica una interacción entre la zona mineral y la zona de materia orgánica, en los análisis realizados el 100% no poseen un camino (pluma) ya que el suelo presenta un café claro con el 38,8% lo que nos dice que no existe interacción con las demás zonas, por lo que intuimos que los minerales no están integrados al suelo o están bloqueado.

En la zona intermedia para que un suelo sea bueno Restrepo-Rivera & Pinheiro, (2011) manifiestan que debe presentar un ensamblaje a manera de dientes, lo que indica alta actividad biológica y transformación de la materia orgánica de los cromogramas que obtuvimos el 72% no corresponde a estas

características puesto que su forma es irregular y posee terminación en tipo agujas uniformes, lo que nos indica que existe pequeña cantidad de materia orgánica asimilable por las plantas, mientras que el 27% posee una gran cantidad de materia orgánica muy asimilable para la nutrición de la planta y empieza a restaurar el suelo.

En la zona externa para que un suelo sea bueno y con gran actividad microbológica Restrepo (2011) manifiestan que debe tener bordes irregulares con nubecillas, las muestras hechas de las terrazas fueron un color blanquizco y eso no es bueno porque la actividad microbiana no existe y el 91 % de las muestras salieron sin nubecillas por lo que se interpreta la poca cantidad de actividad microbiana y lo poco que almacena la materia Orgánica y el 9% presentaron nubecillas por lo cual el suelo está en proceso de recuperación.

La terraza 7 y 8 tuvieron los resultados de mejor aireación y no presentan un suelo totalmente compactado, pero sus resultados en la zona externa son muy preocupantes al ser un color casi invisible, que se asume que no existe suficiente actividad biológica lo cual hace que se demore en descomponerse la poca materia orgánica existente. Pero en las demás zonas tuvieron buenos rangos los cuales están cerca a los mínimos que manifiesta Restrepo-Rivera & Pinheiro, (2011)

Pero la terraza 9 tuvo los resultados más bajos en la zona de aireación puesto que su suelo se encuentra compactado y no tiene aireación alguna, pero en la zona externa tuvo muy buenos resultados lo cual nos dice que posee microorganismos en grandes cantidades, pero no están integrados totalmente al suelo.

Tabla 47. Contraste de información de los análisis cuantitativos y cualitativos

CONTRASTE DE INFORMACIÓN DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO Y CUALITATIVO						
LUGAR	INDICADOR	ANÁLISIS CUANTITATIVO	ANÁLISIS CUALITATIVO CROMATOGRAFÍA	OBSERVACIÓN	COLOR	MEDIDA DE ZONAS CROMAS
TERRAZA 7	PH	Alcalino (9.65)	No aplica	VALOR DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO	No aplica	No aplica
	Materia orgánica	bajo (0,37%)	Presenta poca materia orgánica	CUANTITATIVO Y CROMATOGRAFÍA	Café ligero	4.35cm
	Textura	Franco Arenoso	No aplica	VALOR DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO	No aplica	No aplica
	NITROGENO	Medio (19.92ppm)	No presenta	VALOR DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO	No aplica	No aplica
	Microbiología	29 colonias Colonias/gr	Baja presencia de microbiología	VALIDA	café ligero	5.35cm
	Uso de Glifosato	No aplica	No aplica	INVALIDA	No aplica	No aplica
	Aireación	Textura Franco Arenoso	Coloración café claro de la zona central	VALIDA EN ANÁLISIS CUANTITATIVO Y CROMATOGRAFÍA	Café claro	1.37cm
	PH	Alcalino (9.66)	No aplica	VALOR DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO	No aplica	No aplica
	Materia orgánica	Media (0,64%)	Presenta contenido de materia orgánica	VALIDA	Café oscuro	4.5cm
	Textura	Franco Arenoso	No aplica	VALOR DEL ANÁLISIS	No aplica	No aplica

TERRAZA 8				No aplica CUANTITATIVO		
	NITROGENO	bajo (7,05 ppm)	No presenta	VALIDA	No aplica	No aplica
	Microbiología	33 colonias Colonias/gr	Baja presencia de microbiología	VALIDA	crema	5.25cm
	Uso de Glifosato	No aplica	No existe presencia	No valida	No aplica	No aplica
	Aireación	Textura Franco Arenoso	Coloración café de la zona central	VALIDA EN ANÁLISIS CUANTITATIVO Y CROMATOGRAFÍA	Café claro	2.8cm
TERRAZA9	PH	ALCALINO (9,65)	No aplica	VALOR DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO	No aplica	No aplica
	Materia orgánica	BAJO (0,64%)	Presenta poco contenido demateria orgánica	VALIDA	Café claro	4,75cm
	Textura	Franco Arenoso	No aplica	VALOR DEL ANÁLISIS CUANTITATIVO	No aplica	No aplica
	NITROGENO	Medio (9,89 ppm)	Color de la zona interna indica presencia de nitrógeno	VALIDA	No aplica	No aplica
	Microbiología	40 colonias Colonias/gr	Moderada presencia de microorganismos	VALIDA	Crema	5.25cm
	Uso de Glifosato	No aplica	No aplica	INVALIDA	No aplica	No aplica
	Aireación	Textura Franco Arenoso	Coloración café de la zona central	VALIDA EN ANÁLISIS CUANTITATIVO Y CROMATOGRAFÍA	Café oscuro	3.45cm

De los resultados obtenidos en el análisis en laboratorio (cuantitativo) coinciden el 71,4 % con los resultados obtenidos en el análisis cromatográfico (cualitativo) esto nos quiere decir que la cromatografía es no es 100% precisa, pero ayuda en ciertos parámetros para determinar el estado del suelo, la información de los resultados cualitativos es muy limitada y no brinda información de mucha importancia como el PH puesto que sin el análisis químico no se sabría ese dato, lo mismo sucede con la textura. Pero en datos como la materia orgánica dice que se tiene un 0,64 % lo cual es muy bajo y la cromatografía lo afirma puesto que sus colores en la zona externa es un café claro y según la bibliografía de restrepo es un nivel de materia orgánica baja. Esto da a entender que la cromatografía en sus parámetros es precisa pero no brinda porcentajes.

Tabla 48. Costos del análisis de cromatografía y el análisis químico del suelo

Costos del análisis de cromatografía y el análisis químico del suelo			
Descripción análisis de cromas	Costo total	Descripción análisis químico suelo.	costos
8 pliegos de papel filtro	8.00\$	Mano de obra	12.00\$
6 cajas Petri grandes	18.00\$	Paquete de fundas con zip	3,40\$
6 cajas Petri pequeñas	9.00\$	Precio de análisis químico de 3 muestras	82.26\$
Paquete de fundas 10x16 sencillas	1,27\$	transporte	5.00\$
40 gr Hidróxido de sodio	9.16\$		
1 ml Nitrato de plata	0.52 ctvs.		
2 jeringuillas	0.36 ctvs.		
3 paquetes de papel toallas	4.56 \$		
100 hojas de papel bond	3.00\$		
6 matraz	17.10 \$		
1 mortero	10,50\$		
10 litros de agua destilada	7.05\$		
1 cartón	0.50 ctvs.		
Marcadores	1.00\$		
Esfero azul	1.00\$		
1 paquete de pinzas pequeñas	1.50\$		
2 metros de sogá	0.50ctvs.		
300 gr de parafina	0.94ctvs.		
COSTO TOTAL;	93.96 \$	COSTO TOTAL:	102.66\$

Con la tabla de costos obtenida podemos afirmar que el análisis cromatográfico es un 10 % más barato que el análisis químico hecho en el INIAP, pero el precio disminuye notablemente ya que los instrumentos se los puede volver a utilizar, en la siguiente tabla se puede observar el precio cuando se realice un segundo análisis cromatográfico del mismo lugar.

Tabla 49. Costos del segundo análisis cromatográfico y el análisis químico del suelo.

Costos del análisis de cromatografía y el análisis químico del suelo			
Descripción análisis de cromas	Costo total	Descripción análisis químico suelo.	Costo total
8 pliegos de papel filtro	8.00\$	Mano de obra	12.00\$
Paquete de fundas 10x16 sencillas	1,27\$	Paquete de fundas con zip	3,40\$
40 gr Hidróxido de sodio	9.16\$	Precio de análisis químico de 3 muestras	82.26\$
1 ml Nitrato de plata	0.52 ctvs.	transporte	5.00\$
2 jeringuillas	0.36 ctvs.		
3 paquetes de papel toallas	4.56 \$		
100 hojas de papel bond	3.00\$		
300 gr de parafina	0.94ctvs.		
COSTO TOTAL;	27.81\$	COSTO TOTAL:	102.66\$

En el segundo análisis ya no se toma en cuenta a los instrumentos lo cual el análisis cromatográfico resulta ser un 70 % más barato que un análisis químico que conserva su valor inicial, en el ámbito de resultados tienen una similitud del 76% lo cual nos da a entender que los resultados del INIAP es más preciso y brinda más detalles del suelo, pero el precio es demasiado elevado para los pequeños o medianos productores por lo cual el cromatográfico brinda un poco menos de información pero la necesaria para interpretar el estado del suelo y resulta más barato para los agricultores realizarlo.

11. IMPACTOS (SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONOMICOS)

11.1 Impacto social

Si los agrónomos, técnico o estudiantes logran contar con una buena capacitación del comportamiento de las diferentes zonas a los niveles de mayor o menor presencia de los insumos de la producción como es la materia orgánica, minerales y actividad biológica, fácilmente puede identificar a los suelos por su calidad. (Obando 2021)

11.2 Impacto ambiental

Un análisis cromatográfico permite la identificación tanto de materia orgánica como de microorganismos esto será de gran ayuda para tener una idea clara de cómo restaurar nuestro suelo sabiendo que enmiendas se podrán utilizar para ello. (Caiza 2019)

11.3 Económico

Un análisis cromatográfico de suelos cuesta el 10% menos con relación al análisis de laboratorio, pero se vuelve mucho más barato al segundo análisis ya que los instrumentos comprados en el primer análisis se los puede reutilizar llegando a costar un 70% más barato y debidamente capacitados puede realizar sus propias enmiendas a sus suelos. (Borja 2023)

12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

12.1 Conclusiones

- La fertilidad del suelo se encuentra en un nivel bajo puesto que los resultados de la cromatografía dicen que el suelo se está compactando, pero posee una gran cantidad de materia orgánica pero que no está integrada en el suelo.
- Se estableció que existe un 71,4% de similitud entre los indicadores cualitativos (cromatografía) y cuantitativos (INIAP) esto dice que no existe una similitud precisa entre ambos.
- La factibilidad económica resultó que un análisis cromatográfico es un 70% más barato que el análisis químico INIAP, pero brinda información limitada y el análisis químico brinda más detalles de los resultados, pero es mucho más caro.

12.2 Recomendaciones

- Profundizar el estudio de la cromatografía en papel de extractos de suelo como herramienta para el diagnóstico de fertilidad del suelo.
- 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
- Para la validación de la presencia de microorganismos se recomienda hacerlo con un análisis microbiológico del suelo.
- Para evitar la contaminación del nitrato de plata se recomienda enjuagar las cajas Petri 3 veces con agua destilada.

13. BIBLIOGRAFIA

- Encina, A., & Ibarra, J. (2003). La degradación del suelo y sus efectos sobre la población. *Población y Desarrollo*, 14(25), 4–9.
- Arias, A., & Montenegro, A. (1996). Aplicación De La Colorimetría En La Determinación Del Contenido De La Materia Orgánica De Los Suelos. *Acta Agronómica*, 16, 169–196
- García, A. (2009). La Materia Orgánica (MOS) Y Su Papel En Lucha Contra La Degradación 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>
- Restrepo-Rivera, J., & Pinheiro, S. (2011). Cromatografía imágenes de la vida y de la destrucción del suelo. FERIVA S.A.
- 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>
- 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>
- NIA. (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>.
- Iniap. (2012). Muestreo de suelos para análisis químicos con fines agrícolas. Disponible en: <http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Muestreo%20del%20suelos%20para%20an%C3%A1lisis%20qu%C3%ADmico%20con%20fines%20agr%C3%ADcolas.pdf>.
- Zabaloy, M. C. (2021). One Health: soil health and its link with human health. *Revista Argentina de Microbiología*, 53(4), 275–276. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2021.11.001>
- Schweizer, S. (2011). Muestreo y análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad. INTA

Costa Rica, 18.

- Espinoza, L., Slaton, N., & Mozaffari, M. (2012). Como Interpretar los Resultados de los Análisis de Suelos Agricultura y Recursos Naturales. División of Agriculture Research and Extension, https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:2U_TU_ZDn0J:https://hopelchen.tecnm.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r125593.PDF+&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=ec
- Julca, A., Meneses, L., Blas, R., & Bello, S. (2006). La Materia Orgánica, Importancia Y Experiencia De Su Uso En La Agricultura. *Idesia (Arica)*, 24(1), 49–61. <https://doi.org/10.4067/s0718-34292006000100009>
- Arguello, H. (1991). La descomposición de la materia orgánica y su relación con algunos factores climáticos y microclimaticos. *Agronomía Colombiana*, 8(2), 384–388.
- Cartes, G. (2013). Degradacion de suelos agrícolas y el SIRSD - S. Oficina de Estudios y Politiccas Agrarias, 1–6. www.odepa.gob.cl
- Dracup. (2008). Regulation of Bacterial Virulence. New Your: Library of congress cataloguin publicacion data.
- Duckett, V. (2004 - 1984). Biotecnología . Recuperado el 6 de Febrero de 2023, de <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/11713/37209>
- 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

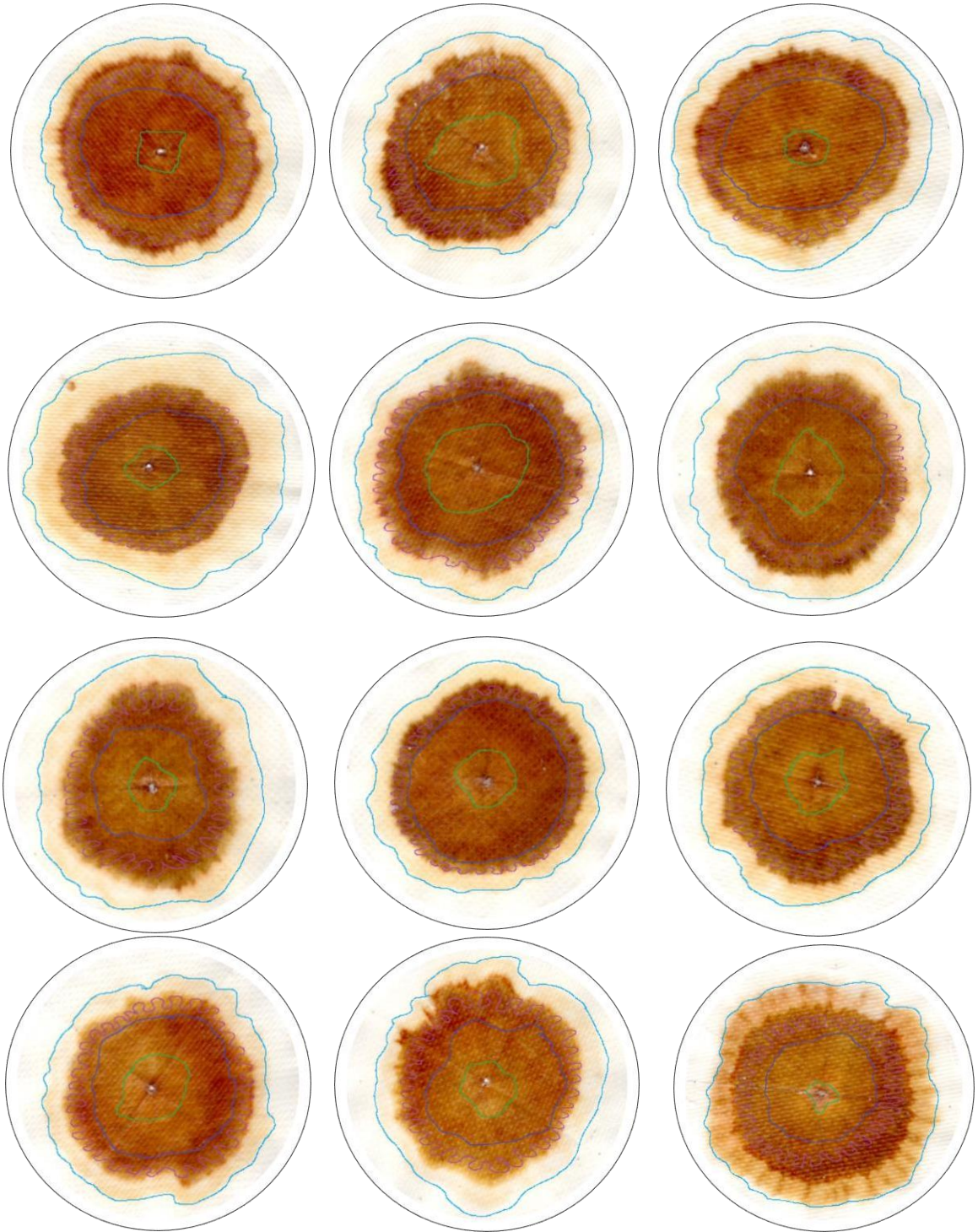
14. ANEXOS*Ilustración 1. Resultado de la cromatografía de 12 muestras pertenecientes a la terraza 7*

Ilustración 2. Resultado de la cromatografía de 12 muestras pertenecientes a la terraza 8

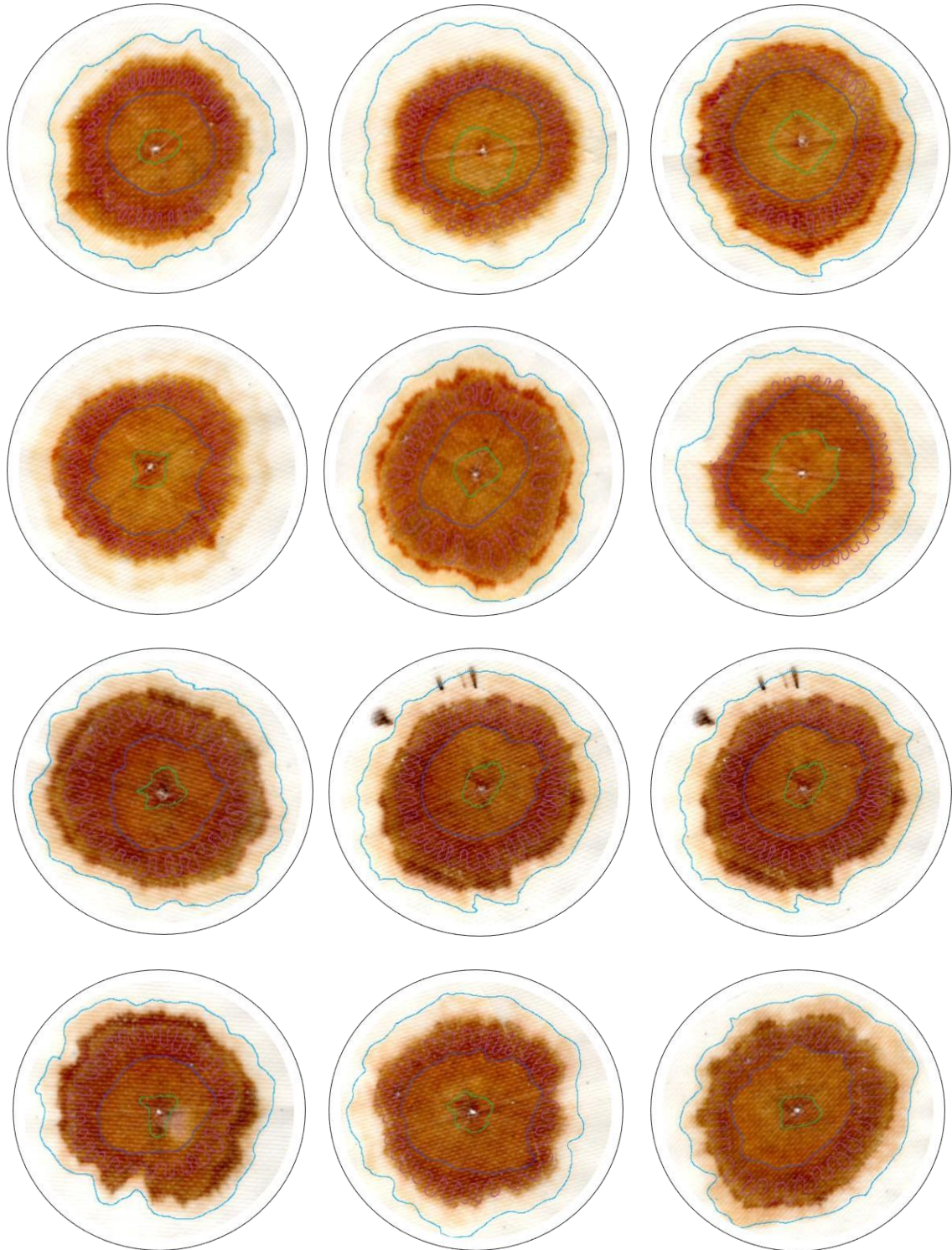
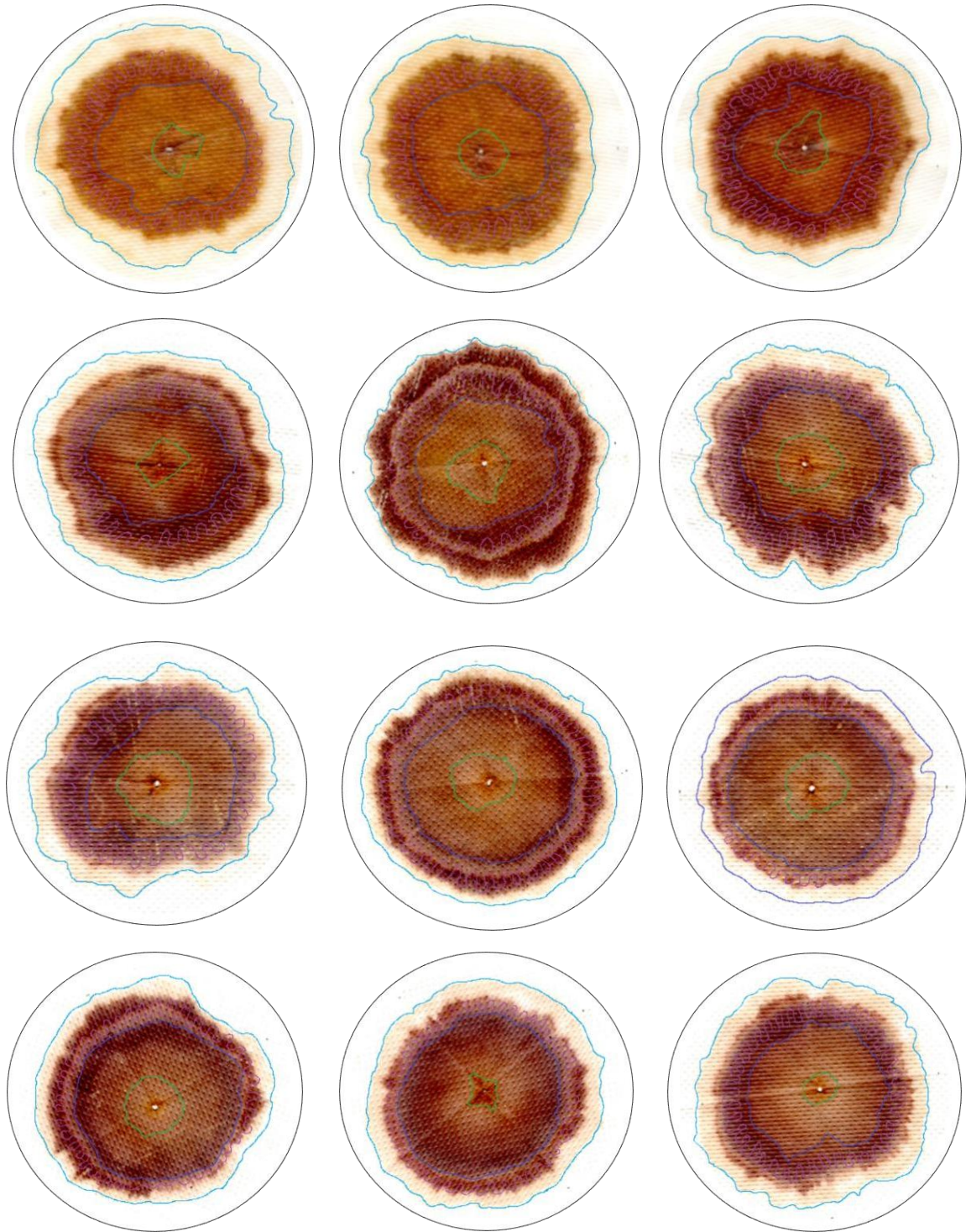


Ilustración 3. Resultado de la cromatografía de 12 muestras pertenecientes a la terraza 8



Fotografías.

Reconocimiento del terreno



Muestreo de suelo



Toma de muestras



Secado de muestras



Preparación de los papeles filtro



Muestras secadas en tres días



Envase de nitrato de plata



Preparación de las Petri



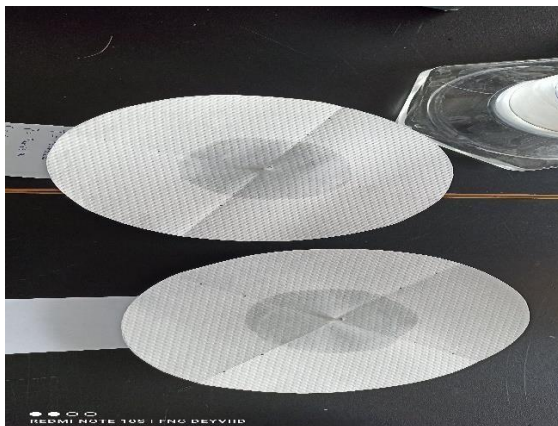
Tubillos en el centro de los papeles



Cajas Petri con el AgNO3

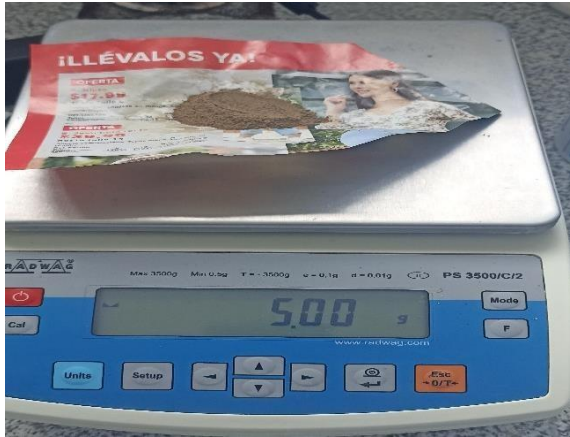
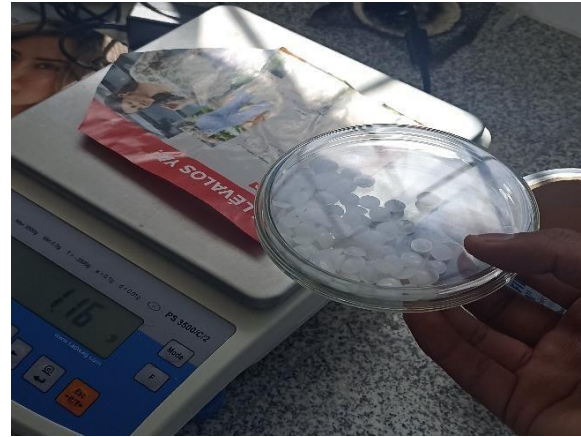
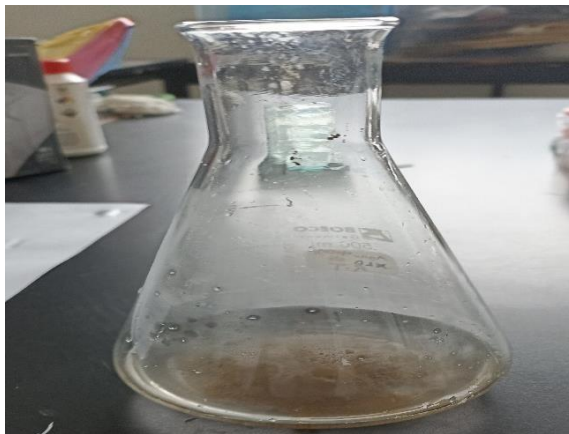


Impregnación de papel con AgNO3



Tamizado de las muestras



Impregnación de papel con AgNO_3 Peso del NaOH Llenado de las Matraces con NaOH y muestras

Solución de suelo en reposo



Corrido final con la solución de muestra



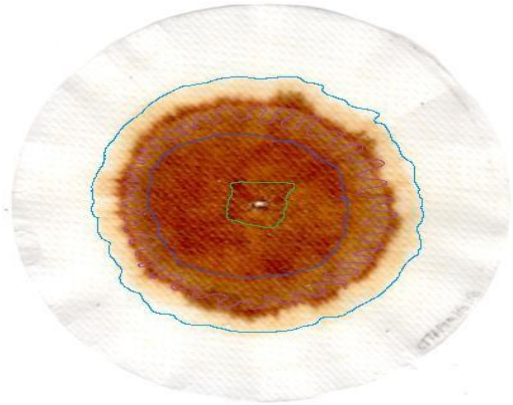
Etiquetado de las muestras secas



Muestras colgadas en la sombra



Muestras secas



Parafina derretida para muestras



Muestras listas para la parafina



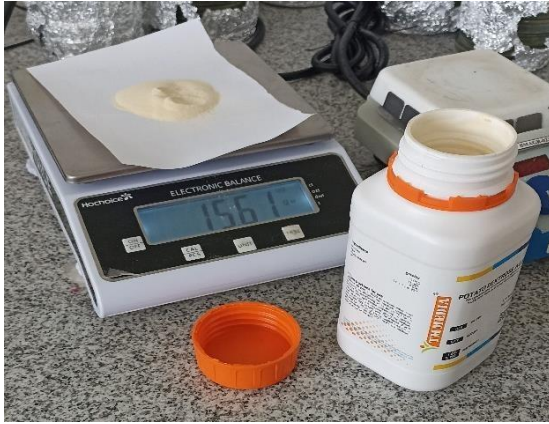
Muestras impregnadas en parafina



Secado de muestras en parafina



Preparación del Agar Nutritivo (PDA) para la siembra de Microorganismos



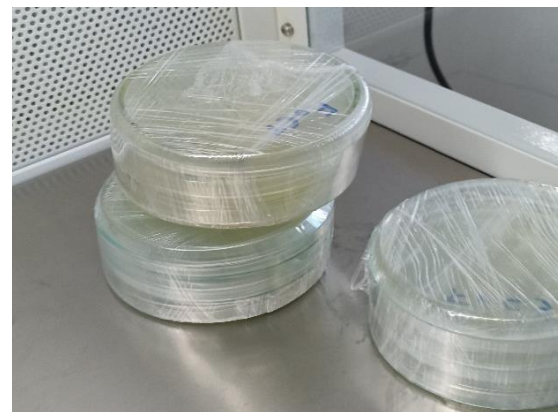
Preparación de Solución de Suelo para Microbiota Total



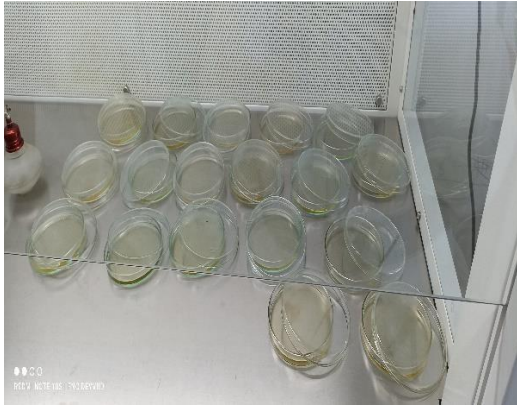
Muestras seriadas a (-6) para Cultivo en cajas Petri



Siembra de microorganismo



Conteo de muestras



anexo aval de traducción



CENTRO
DE IDIOMAS

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 POR CROMATOLOGIA EN PAPEL EN TRES TERRAZAS DE BANCO CON SISTEMAS AGROFORESTALES DEL CAMPUS CEASA-UTC 2023”** presentado por: Borja Chanalata David Joel egresado de la Carrera de: Agronomía, 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 al peticionario hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, agosto del 2023

Atentamente,

TANIA
ELIZABETH
ALVEAR JIMENEZ

Firmado digitalmente
por TANIA ELIZABETH
ALVEAR JIMENEZ
Fecha: 2023.08.15
12:27:08 -05'00'



Tania Alvear Jiménez
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 0503231763