



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SUELOS DE
SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CULTIVOS CICLO CORTO
EMPLEANDO LA CROMATOGRAFÍA DE PFEIFFER**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor: Aida Jessenia Tumbaco Chavarria

LA LIBERTAD, 2021



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA DE AGROPECUARIA**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SUELOS DE
SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CULTIVOS CICLO CORTO
EMPLEANDO LA CROMATOGRAFÍA DE PFEIFFER**

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

Autor/a: Aida Jessenia Tumbaco Chavarria

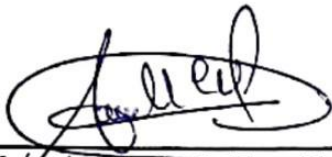
Tutor/a: Ing. Carlos Balmaseda Espinosa, PhD.

LA LIBERTAD, 2021

TRIBUNAL DE GRADO

Trabajo de Integración Curricular presentado por Aida Jessenia Tumbaco Chavarria como requisito parcial para la obtención del grado de Ingeniera Agropecuario de la Carrera de Agropecuaria.

Trabajo de Integración Curricular **APROBADO** el: 07/09/2022.



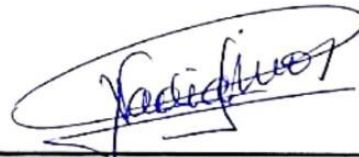
Ing. Verónica Andrade Yucailla, Ph.D.
**DIRECTORA DE CARRERA
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**



Ing. Daniel Ponce de León, Ph.D.
**PROFESOR ESPECIALISTA
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Carlos Balmaseda Espinosa, Ph.D.
**PROFESOR TUTOR
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Nadia Quevedo Pinos, Ph.D.
**PROFESOR GUIA DE LA UIC
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



Ing. Ana Villalba Gómez, MSc.
**ASISTENTE ADMINISTRATIVA
SECRETARIA**

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios, por permitirme cada mañana seguir adelante y brindándome las fuerzas necesarias para culminar las metas y sueños que tengo.

A mi madre, por su amor, por su sacrificio a diario, y por tantos obstáculos que se han presentado en este proceso, nunca dejo de creer en mí siempre alentándome a no rendirme y luchar por mis sueños.

A mí querido tutor de la Facultad de Ciencias Agrarias, Ing. Carlos Balmaseda Espinosa, PhD, quien sin conocerme, me brindó su apoyo incondicionalmente, siendo un excelente docente y amigo.

A mis profesores, Daniel Ponce de León, Miguel Lema, Clotilde Andrade, Jorge Ladines y Nadia Quevedo, por brindarme sus conocimientos y las diferentes formas de enseñar y sin su apoyo no hubiera sido posible.

DEDICATORIA

Este triunfo alcanzado va dedicado a Dios, a mi madre Francisca Chavarria Lino por su afecto sincero, amor y apoyo, que siempre ha trabajado duro para brindarles un futuro mejor a sus hijos, y que me inculco que el estudio es la mejor herencia que puede dejar un padre a un hijo.

A mis hermanos, quienes estaban pendiente de mí y brindándome sus palabras de aliento para que siguiera adelante, gracias por su apoyo.

A mi novio Charles Mejillón, por su confianza, por su apoyo incondicional incluso en los momentos difíciles.

A mis amigos y compañeros con quienes he compartidos buenos y malos momentos en nuestra etapa estudiantil.

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo evaluar las características cuantitativas en comparación a los resultados del análisis de laboratorio y proponer medidas de manejo para mejorar la calidad de los suelos. Para la obtención de los cromatogramas se utilizaron ocho muestras de las cuales cuatro fueron de Manglaralto y cuatro de Río Verde, seleccionadas para los cultivos de ciclo corto de Maíz y Pimiento. Para el análisis de los cromatogramas se describieron las cuatro zonas que lo conforman: central, interna, intermedia y externa. Interpretando cada una de zona: la estructura del suelo, presencia de minerales, materia orgánica, la presencia de microorganismos y enzimas respectivamente. Con un enfoque en la zona intermedia identificando el color (estandarizado con la tabla de Munsell) y su relación con el porcentaje de materia orgánica obtenido mediante un análisis de laboratorio. De esta manera se observaron las diferencias cualitativas que existen en la integración de la zona intermedia y para el análisis cuantitativo de la materia orgánica, se concluyó que el valor de la integración está relacionado con el porcentaje de materia orgánica obtenida, a excepción de los suelos con procesos de degradación, lo cual puede deberse al mal manejo en la manipulación de químicos agrícolas y el uso excesivo de maquinarias pesadas. Finalmente se plantean algunas medidas de prevención, entre las cuales están: rotación de cultivos, aumento de cobertura y compost.

Palabras claves: Cromatograma de Pfeiffer, Calidad de suelo.

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the quantitative characteristics compared to the results of the laboratory analysis and to propose management measures to improve the quality of the soils. To obtain the chromatograms, eight samples were used, of which four were from Manglaralto and four from Río Verde, selected for the short-cycle crops of Corn and Pepper. For the analysis of the chromatograms, the four zones that make it up were described: central, internal, intermediate and external. Interpreting each zone: soil structure, presence of minerals, organic matter, presence of microorganisms and enzymes respectively. With a focus on the intermediate zone, identifying the color (standardized with the Munsell table) and its relationship with the percentage of organic matter obtained through laboratory analysis. In this way, the qualitative differences that exist in the integration of the intermediate zone were observed and for the quantitative analysis of the organic matter, it was concluded that the value of the integration is related to the percentage of organic matter obtained, with the exception of soils. with degradation processes, which may be due to poor handling in the handling of agricultural chemicals and the excessive use of heavy machinery. Finally, some prevention measures are proposed, among which are: crop rotation, increased coverage and compost.

Keywords: Pfeiffer chromatogram, Soil quality

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

El presente Trabajo de Integración Curricular titulado “**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE SUELOS DE SISTEMAS PRODUCTIVOS DE CULTIVOS CICLO CORTO EMPLEANDO LA CROMATOGRAFIA DE PFEIFFER**” y elaborado por **Aida Jessenia Tumbaco Chavarria**, declara que la concepción, análisis y resultados son originales y aportan a la actividad científica educativa agropecuaria.

Transferencia de derechos autorales.

"El contenido del presente Trabajo de Graduación es de mi responsabilidad; el patrimonio intelectual del mismo pertenece a la Universidad Estatal Península de Santa Elena".

Aida Tumbaco

Firma del estudiante

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS.....	2
1.1.1 <i>Objetivo General:</i>	2
1.1.2 <i>Objetivos Específicos:</i>	2
HIPÓTESIS:	2
CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	3
1.1 SUELO	3
1.1.1 <i>Clasificación</i>	3
1.1.2 <i>Tipos de suelos</i>	3
1.2 FORMACIÓN DE LOS SUELOS.....	4
1.3 MICROBIOTA DEL SUELO.....	4
1.3.1 <i>Bacterias</i>	4
1.3.2 <i>Hongos</i>	4
1.3.3 <i>Nematodos</i>	4
1.3.4 <i>Amebas</i>	5
1.4 PROPIEDADES DEL SUELO.....	5
1.5 PROPIEDADES QUÍMICAS	5
1.6 PROPIEDADES BIOLÓGICAS	5
1.6.1 <i>El ciclo Nitrógeno</i>	5
1.6.2 <i>El ciclo del Carbono</i>	6
1.7 PROPIEDADES FÍSICAS	6
1.7.1 <i>Textura</i>	6
1.7.2 <i>Estructura</i>	7
1.7.3 <i>Color</i>	7
1.7.4 <i>Densidad y porosidad</i>	7
1.8 CULTIVO DE CICLO CORTO	8
1.8.1 <i>Importancia de los cultivos de ciclo corto</i>	8
1.9 ANÁLISIS DE CROMATOGRÁFICO	8
1.9.1 <i>La cromatografía</i>	8
1.9.2 <i>Interpretación de la cromatografía</i>	9
1.9.3 <i>Coloración de los cromatogramas</i>	12
CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	14
2.1 UBICACIÓN DEL LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
2.2 MATERIALES, EQUIPOS E INSUMO.....	15
2.3 UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO.....	16
2.4 CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.4.1 <i>Extracción de las muestras para la cromatografía</i>	17
2.4.2 <i>Procesamiento de las muestras para la cromatografía</i>	17
2.4.3 <i>Preparación de la solución de Hidróxido de Sodio (NaOH) al 1%, en agua destilada</i>	18
2.4.4 <i>Preparación de la solución de Nitrato de Plata (AgNO₃) al 0.5%, en agua destilada</i>	18
2.5 PREPARACIÓN DEL PAPEL FILTRO	18
2.6 OBTENCIÓN DEL CROMATOGRAMA	18
2.7 INTERPRETACIÓN DEL CROMATOGRAMA	19
2.8 COMPARACIÓN DEL ANÁLISIS CUALITATIVO DEL SUELO.....	20
2.9 CLASIFICACIÓN DEL PORCENTAJE DE LA MATERIA ORGÁNICA.....	21
2.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	22
2.11 DETERMINACIÓN DE COLORES.....	24
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	25
3.1 RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LOS CROMATOGRAMAS.....	25

3.1.1	<i>Interpretación de las características del cromatograma de las muestras de suelo tomadas en un cultivo de Maíz en Manglaralto</i>	25
3.1.2	<i>Interpretación de las características de los cromatogramas de la muestra de suelo tomadas en un cultivo de maíz en Manglaralto</i>	27
3.1.3	<i>Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de suelo tomadas en un maíz en Río Verde</i>	29
3.1.4	<i>Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de cultivo de maíz en Río Verde</i>	31
3.1.5	<i>Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de suelo tomadas en un del cultivo de pimiento en Manglaralto</i>	33
3.1.6	<i>Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de suelo en un cultivo de pimiento Manglaralto</i>	35
3.1.7	<i>Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de suelo en un cultivo de pimiento en Río Verde</i>	37
3.1.8	<i>Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de suelo en un cultivo de pimiento en Río Verde</i>	39
3.2	COMPARACIÓN DE LA CALIDAD CUALITATIVA DEL SUELO CON NIVELES DE MATERIA ORGÁNICA	40
3.2.1	<i>Resultados del análisis de laboratorio</i>	41
3.3	MEDIDAS DE CONSERVACIÓN DEL SUELO	44
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		45
	CONCLUSIONES.....	45
	RECOMENDACIONES	45
BIBLIOGRAFÍA		46
ANEXOS		48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Interpretación de los colores en las diferentes zonas de la cromatografía.....	13
Tabla 2. Ubicación de la toma de las muestras de suelo en el Centro de Apoyo Manglaralto.....	17
Tabla 3. Ubicación de la extracción de las muestras de suelo en el Centro de Apoyo Río Verde..	17
Tabla 4. Puntuaciones y descripción para el análisis de los cromatogramas.	20
Tabla 5. Características cualitativas del estado del suelo.....	21
Tabla 6. Porcentaje de materia orgánica	22
Tabla 7. Sistemas de colores de Munsell 10YR.....	24
Tabla 8. <i>Sistemas de colores de Munsell 7.5YR</i>	24
Tabla 9. Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de Mg-MON01-CC.	26
Tabla 10. Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de la Mg-MON02- CC.	28
Tabla 11. Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de la Rv-MON01- CC	30
Tabla 12. Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de la Rv-MON02- CC.	32
Tabla 13. Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de la Mg-MON04- CC.	34
Tabla 14. Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de la Mg-MON05- CC.	36
Tabla 15. Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de la Rv-MON05- CC.	38
Tabla 16. Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de la Rv-MON08- CC.	40
Tabla 17. Resultados de análisis laboratorio de las características químicas de muestras de suelo colectadas en Manglaralto.....	41
Tabla 18. Resultados de análisis laboratorio de las características químicas de muestras de suelo colectadas en Río Verde.....	41
Tabla 19. Resultados de estadística de la regresión	43

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 1. Zona Central de los tres cromatogramas de acuerdo a su coloración.....	9
Imagen 2. Suelo con escasas diferencia central.....	10
Imagen 3. Cromatograma de un suelo manejado convencional en cultivo.	11
Imagen 4. Intersección de la materia orgánica y mineralización en el suelo.	12
Imagen 5. Cromatograma de la muestra Mg-MON01-CC.....	25
Imagen 6. Cromatograma de la muestra Mg-MON02-CC.....	27
Imagen 7. Cromatograma de la muestra Rv-MON01-CC.....	29
Imagen 8. Cromatograma de la muestra Rv-MON02-CC.....	31
Imagen 9. Cromatograma de la muestra Mg-MON04-CC.....	33
Imagen 10. Cromatograma de la muestra Mg-MON05-CC.....	35
Imagen 11. Cromatograma de la muestra Rv-MON05-CC.....	37
Imagen 12. Cromatograma de la muestra Rv-MON08-CC.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de los puntos de extracción de muestras del Centro de apoyo Manglaralto... 14	14
Figura 2. Ubicación de los puntos de extracción de muestras del Centro de apoyo Río Verde..... 15	15
Figura 3. Selección de función de la regresión	22
Figura 4. Ventana de regresión	23
Figura 5. Relación entre los niveles de materia orgánica y los valores de la integración de la zona intermedia.....	42
Figura 6. Curva de regresión ajustada de la materia orgánica.....	43

ANEXOS

Figura 1A. Pesado de las muestras de suelos.....	48
Figura 2A. Hidróxido de Sodio (NaOH) al 1%.....	48
Figura 3A. Nitrato de Plata al 0,5% y caja oscura.	49
Figura 4A. Materiales utilizados para la elaboración de los cromatogramas.....	49
Figura 5A. Muestras de suelo con el Hidróxido de sodio (NaOH) al 1%, en reposo	50
Figura 6A. Impregnación de la sustancia de hidróxido de sodio y el suelo en el papel filtro.....	50
Figura 7A. Secado de los cromatogramas durante 24 horas.	51
Figura 8A. Espelmado de los cromatogramas.....	51
Figura 9A. Identificación de cada una de las zonas del cromatograma	52
Figura 10A. Análisis de varianza	52
Figura 11A. Análisis de los residuales.....	52
Figura 12A. Informe de análisis de suelo en Manglaralto	53
Figura 13A. Informe de análisis de suelo en Manglaralto	54
Figura 14A. Reporte de análisis de suelo en Manglaralt.....	55
Figura 15A. Informe de análisis de suelo en Río Verde	56
Figura 16A. Informe de análisis de suelo en Río Verde	57
Figura 17A. Reporte de análisis de suelo en Río Verde.....	58

INTRODUCCIÓN

El método cromatográfico propuesto por Ehrgnfried Pfeffier se utiliza para determinar la calidad del suelo en los sistemas de producción agrícola. Este método es conocido como la separación y análisis de sustancias complejas. Se realiza disolviendo las sustancias nitrogenadas presentes en una muestra de suelo del metabolismo de los microorganismos en una solución de hidróxido de sodio al 1%, el resultado de esta solubilización se refleja en un papel de filtro previamente impregnado con nitrato de plata. Al final se obtiene un cromatograma, esto es, una secuencia de colores, formas y determinadas distancias (Pinheiro et al. 2011).

Aunque el método de Pfeiffer en la determinación de vida del suelo está perfeccionado, profundizando relaciones entre la química, la fertilidad y la salud del suelo, su investigación no obtuvo ninguna divulgación y su conocimiento fue controlado. En la actualidad este método permite a los pequeños productores cualificar con total libertad la vitalidad de los suelos y la calidad de sus alimentos, según Pinheiro et al. (2011).

Durante años, la agricultura ha sufrido impactos que conducen al deterioro de los sistemas productivos que requieren medidas para mitigarlos. Los análisis de suelos se enfocan en examinar ciertos elementos, sin tomar en cuenta como estos elementos se relacionan con los seres vivos, según Pfeiffer (1947).

La evaluación de la calidad del suelo por cromatografía propone examinar cualidades como la microbiología, la mineralización, la materia orgánica y la salud del suelo, para entender los diferentes fenómenos que se efectúan, llevando las medidas adecuadas para mejorar la viabilidad de los suelos si así se requiere Pfeiffer (1984).

Muchos sistemas de producción de ciclo corto en la Península de Santa Elena se desarrollan en suelos que durante años se han manejado con técnicas tradicionales, con el empleo de fertilizantes minerales sin un basamento científico para determinar las dosis a aplicar. Esto ha traído como consecuencias el deterioro de los suelos. Por lo tanto, es necesario encontrar métodos relativamente sencillos que indiquen a los productores agrícolas de la calidad de los suelos en sus parcelas.

Con estos antecedentes se declara el siguiente **Problema Científico**:

¿Es posible, mediante la cromatografía de Pfeiffer, evaluar de manera cualitativa la calidad de suelos de sistemas productivos de ciclo corto de la Península de Santa Elena?

Objetivos

1.1.1 Objetivo General:

- ❖ Evaluar de forma cualitativa la calidad de suelos de sistemas productivos de ciclo corto de la Península de Santa Elena.

1.1.2 Objetivos Específicos:

1. Caracterizar los suelos de los sistemas productivos de ciclo corto estudiados en correspondencia con los cromatogramas obtenidos.
2. Comparar los resultados de la evaluación cualitativa con análisis de laboratorio de las mismas muestras de suelos.
3. Proponer medidas de manejo para mejorar la calidad de los suelos.

Hipótesis:

El método de cromatografía de Pfeiffer permite conocer la calidad de suelos de sistemas productivos de ciclo corto de la Península de Santa Elena.

CAPÍTULO 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1 Suelo

El suelo está formado por minerales y materia orgánica, cuyo concepto se ha modificado a lo largo de los años y el conocimiento de sus componentes, que han avanzado, el cual es el medio natural para la nutrición y desarrollo de las plantas, manifiestan (Lerma et al. 2015). En la formación de suelos intervienen varios factores, algunos de ellos son: el clima y los organismos vivos sobre la materia madre, según López (2005).

1.1.1 Clasificación

Para clasificar el suelo se necesita un sistema multicategorico que permita tener información detallada, tal como indica el sistema USDA (United States Department of Agriculture) es necesario realizar un trabajo preliminar para seleccionar la ubicación del suelo más representativa para obtener una clasificación precisa, según USDA (2010).

Para describir la clasificación del suelo, se establece de manera precisa los horizontes diagnósticos como: los regímenes de temperatura, de humedad y el mayor número de características que conforman el suelo que será estudiado, según Jaramillo (2002).

1.1.2 Tipos de suelos

Los tipos suelos de acuerdo a su clase estructural para la agricultura son:

1.1.2.1 Suelos arenosos

Los suelos arenosos tienen gránulos grandes que causan que los surcos se derrumben, lo que permite que el agua se drene rápidamente y no retiene los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas FAO (2000).

1.1.2.2 Suelos limosos

Los suelos limosos están compuestos por arena fina y arcilla, lo que la hace suave al tacto. Este tipo de suelo retiene agua y nutrientes, haciéndolo un suelo fértil debido a su humedad y por la rapidez de descomposición que hace que estos suelos sean ricos en nutrientes, manifiestan Vivanco et al.(2009).

1.1.2.3 Suelo arcilloso

Este suelo presenta una textura fina, con alta predominancia de arcilla, conocido por ser un suelo húmedo y pesado por su alta impermeabilidad, no deja pasar ni el agua ni el aire. Cuando están secas presentan grietas debido a que los suelos quedan compactados y duros Masats (2021).

1.2 Formación de los suelos

Son los cambios que ocurren en el sistema los que conducen al desarrollo del suelo, los cuales pueden ser físicos y biogeoquímicos; se distinguen generalmente por diecisiete procesos y se agrupan en cuatro procesos básicos (Porta et al. 2013) y son: adiciones, transformaciones, translocaciones y pérdidas.

1.3 Microbiota del suelo

La Microbiota está formado por organismos microscópicos, tanto microflora como microfauna (eubacterias y arqueobacterias) que juegan un papel en el ciclo bioquímico de la materia orgánica, se mencionan los siguientes organismos:

1.3.1 Bacterias

Son microorganismos heterótrofos, numerosos y de gran importancia en el proceso de descomposición de la materia orgánica y fijación de nutrientes como nitrógeno, fósforo, azufre, hierro y manganeso, manifiestan Teresa et al. (2013).

1.3.2 Hongos

Son organismos que se encuentran en la superficie del suelo, se encargan de la degradación de compuestos resistentes a bacterias, hemicelulosa, celulosa, grasas, lignina y almidón, mencionan Daniel & Jaramillo (2002) Contienen dos funciones importantes: la degradación de los tejidos vegetales (celulosa y lignina) y la formación de los agregados, manifiestan Teresa et al. (2013).

Constituyen un papel importante en la nutrición de las plantas porque forman una alianza con las micorrizas (raíces). Las levaduras son organismos fúngicos unicelulares que abundan en el suelo de los cultivos ricos en azúcar, manifiestan Teresa et al. (2013).

1.3.3 Nematodos

Son organismos pluricelulares pertenecientes al reino animal y vitales en la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de los nutrientes, aunque algunos de ellos son parásitos

(fitoparásitos). Los nematodos prefieren suelos húmedos con una temperatura óptima de 30°C a 37°C y pH de 4 y 8 para su desarrollo, a temperaturas altas de 40°C provocan la muerte de estos animales, mencionan Jaramillo (2002).

1.3.4 Amebas

Son uno de los principales grupos que protegen y valoran la vida del suelo. Se alimentan principalmente de materia orgánica y bacterias, con esta actividad permiten un equilibrio entre las demás poblaciones microbianas del suelo y crean nichos ecológicos para las especies microbianas. La descomposición de la celulosa y la lignina para formar humus en el suelo a partir de materia orgánica, según Restrepo (2009).

1.4 Propiedades del suelo

Las propiedades del suelo dependen de los factores químicos, biológicos y físicos. Los más importantes son la roca de origen, la antigüedad, la vegetación, el relieve, el clima y los animales, según Restrepo (2009).

1.5 Propiedades químicas

Las propiedades químicas dependen del contenido de nitrógeno, potasio, calcio, fósforo y magnesio en cantidades y en equilibrio. La materia orgánica muestra oxígeno, carbono e hidrógeno que los microorganismos liberan nutrientes a medida que los animales y plantas se descomponen los cuales son reutilizados, según FAO (2000).

1.6 Propiedades biológicas

1.6.1 El ciclo Nitrógeno

El nitrógeno es uno de los ciclos más complicados, este elemento es abundante en un 78% en la atmósfera. Aunque es un elemento estable, el proceso biológico de ciertas bacterias y cianobacterias separan las uniones de los enlaces, creando compuestos nitrogenados de fácil asimilación utilizados por los seres vivos.

Hay cinco etapas, comenzando con la fijación biológica, que introduce nitrógeno atmosférico en las plantas a través de microorganismos como bacterias y cianobacterias presentes en el suelo. Durante la nitrificación o mineralización, esto ocurre en dos pasos por diferentes bacterias: las bacterias del suelo *Nitrosomonas* y *Nitrococcus* transforman el amonio en nitrito (NO_2^-), la siguiente bacteria *Nitrobacter* oxida el nitrito en nitrato y suministra energía a las bacterias.

La asimilación posterior ocurre si la planta absorbió previamente nitrato o amonio a través de sus raíces por la fijación de nitrógeno o la nitrificación. Por otro lado, durante la amonificación, las bacterias fijadoras realizan una digestión enzimática que descompone el amonio en compuestos amino, que en última instancia son aminoácidos. Finalmente, la desnitrificación consiste en la reducción de nitratos a nitrógeno gaseoso y de amonio a amoníaco, este proceso lo llevan a cabo bacterias desnitrificantes, según CICEANA (2018).

1.6.2 El ciclo del Carbono

El carbono es el elemento más importante para los compuestos orgánicos; está presente en los océanos, en la atmósfera, en el suelo y en grandes depósitos o reservorios de carbono. El intercambio de carbono entre la deposición terrestre y la atmosférica se produce a través de procesos naturales como la fotosíntesis y la respiración.

El ciclo del carbono comienza cuando la fotosíntesis fija el dióxido de carbono atmosférico, en este proceso el agua y el dióxido de carbono reaccionan para formar carbohidratos y liberar oxígeno a la atmósfera. Parte de los carbohidratos son consumidos por las plantas para la producción de energía, y el CO_2 formado se libera de sus raíces y hojas. Por otro lado, los organismos son descompuestos por los microorganismos del suelo, que oxidan el carbono en sus tejidos y forman CO_2 para que pueda regresar a la atmósfera, según Burbano (2018).

1.7 Propiedades físicas

Las propiedades físicas del suelo están determinadas por el tamaño de las partículas minerales, así como por la estructura, textura, capacidad para airear y drenar el agua.

1.7.1 Textura

La textura del suelo está representada por el número de elementos que componen el suelo, estos pueden ser: arena fina, arena media, arena gruesa, limo y arcilla. Para que la textura del suelo sea favorable, debe estar constituido por elementos que beneficien la fijación y soporte del sistema radicular de las plantas y su nutrición.

Los factores que influyen sobre la textura del suelo, ya que aparecen en forma natural enriqueciendo con humos cálcico para estabilizarlo, y ser lixiviado. Durante la lixiviación, la cantidad de arcilla disminuye en la superficie y aumenta en profundidad. Este tipo de proceso modifica la roca madre, por lo que el tipo de textura resultante es consecuencia de estos factores y de la intensidad de su actividad, manifiestan Rucks et al. (2004).

1.7.2 Estructura

Se define por la disposición de partículas primarias (arena, arcilla, limo) y secundarias (áridos o elementos estructurales) que determinan el espacio generalmente macroporoso entre ellas, manifiestan Rucks et al. (2004). Esta propiedad controla la relación entre las diversas fases físicas del suelo y la actividad líquida y gaseosa en su interior; Influyen en la porosidad, el régimen hídrico y térmico, la ventilación, la permeabilidad y la densidad.

Por lo tanto, una buena estructura del suelo puede reducir los efectos adversos de la textura del suelo, como problemas de drenaje, mala aireación y baja permeabilidad causados por la poderosa combinación de agentes desmoldantes en suelos de textura fina, según Jaramillo (2002).

1.7.3 Color

El color es una de las propiedades más notorias del suelo y se relaciona con los componentes sólidos del mismo (Jaramillo 2002), que por lo general esta relación se debe a los procesos de pedogénesis. Los color del suelo se debe al contenido de materia orgánica junto con óxidos de hierro, manganeso y de carbón. Además, indican buen drenaje y aireación con intensa meteorización a lo largo del tiempo. Por otro lado, los colores grises a blancos pueden denotar grandes contenidos de caolinita, cuarzo u otros silicatos, manifiestan Rucks et al. (2004).

1.7.4 Densidad y porosidad

La densidad se define como el peso del material por unidad de volumen, el suelo como cuerpo poroso tiene dos situaciones de densidad diferentes: la primera es la densidad real cuando se considera el suelo como una sola masa sólida y la densidad aparente cuando se considera la organización existente del suelo, según Jaramillo (2002) y Rucks et al. (2004).

1.8 Cultivo de ciclo corto

Los cultivos de ciclo corto se han utilizado durante miles de años, pero en la década de 1950 y principios de la de 1960, se pensó en cambiar este tipo de cultivo por fertilizantes y pesticidas que alegaron que no perderían el rendimiento de los cultivos. Actualmente, se conoce que los cultivos de ciclo corto aumentan la rentabilidad ganadera, el rendimiento del cultivo permiten una producción sostenida, según Bullock (2008).

1.8.1 Importancia de los cultivos de ciclo corto

Los cultivos de ciclo corto son excelentes para facilitar la construcción de suelos saludables mediante el control de plagas y otros beneficios al cambiar el tipo de cultivo en un área de un año a otro. Los agricultores reconocen que los cultivos de ciclo corto son necesarios para mantener la productividad en un campo, diseñando sus propias rotaciones de cultivos para obtener ganancias con la biología del campo manera equilibrada, menciona Mohler et al.(2009).

1.9 Análisis de cromatográfico

1.9.1 La cromatografía

Fue el botánico ruso Mikhail Tswett quien utilizó por primera vez el término “cromatografía”, derivado del griego chroma (color) y graphos (escribir). Usó columnas de absorción líquida para separar pigmentos vegetales, mencionan Skoog et al. (1997) y Pinheiro et al. (2011).

Existen diferentes tipos de cromatografía: cromatografía plana (donde la fase se fija en una placa o papel), cromatografía en papel, cromatografía en capa fina, cromatografía en columna, donde la fase se encuentra en una columna que puede ser líquida, gaseosa o supercrítica.

La cromatografía en papel nació de la necesidad de realizar “evaluaciones” sobre la salud del suelo, los agricultores en Alemania preocupados por su futuro en la agricultura, así como por la merma de sus cultivos por los métodos empleados en 1924, fue Rudolf Steiner, quien dirigió a este pequeño grupo de agricultores para comprender cómo el uso de fertilizantes industriales degrada los suelos con el tiempo, mencionan Pinheiro et al. (2011).

La cromatografía en papel tiene gran utilidad para verificar la alta calidad, actividad biológica y la interacción de los aspectos minerales, orgánicos y enzimáticos del suelo. Esto da resultados cualitativos que pueden ser una ayuda didáctica para los agricultores y es de gran importancia, manifiestan Nivia (2017); Morris (1984).

1.9.2 Interpretación de la cromatografía

1.9.2.1 Zonas centrales o de aireación

En la Imagen 1 se puede observar tres distintos cromatogramas de acuerdo a su coloración. En el centro por donde circulan las sustancias presentes en el suelo por medio del fenómeno de capilaridad que se produce a través del rollo de papel filtro. En la imagen 1 Analizando la parte central en la degradación del suelo, se identifican uniformemente con la zona interna de color negro, gris o grisáceo. El color blanco representa la reacción del nitrato de plata con sustancias nitrogenada, indicando un suelo con exceso de fertilizantes nitrogenados, manifiestan Carla et al. (2021).



Imagen 1. Zona Central de los tres cromatogramas de acuerdo a su coloración.

Fuente: Restrepo y Piñeiro (2011).

1.9.2.2 Zona interna o mineral

Esta es el área donde tiene lugar la mayor parte de la reacción con los minerales y todas aquellas sustancias pesadas dentro del suelo, lo que indica un desarrollo mineral. Un círculo lineal en esta área muestra poca o ninguna evidencia de vida en el suelo, que puede o no estar integrada con el resto de las áreas. Si su borde es homogéneo, significa que el suelo está severamente degradado, compactado y erosionado. En cambio, si es de color dorado y con forma de pluma, tiene un gran equilibrio biológico. En la Imagen 1 se puede observar suelos con escases con diferencia central, manifiestan Carla et al. (2021).



Imagen 2. Suelo con escases diferencia central.

Fuente: Restrepo y Piñeiro (2011).

1.9.2.3 Zona intermedia o de proteínas

En la Imagen 3 se puede apreciar un cromatograma de un suelo manejado convencional en cultivo. Es el área de incorporación con el resto de zonas. Sus colores van desde el negro, que indica baja actividad en el suelo, hasta el naranja y el dorado, que indican el límite de actividad del suelo. En esta zona se observa una formación dentaria, donde se determina la

calidad del cromatograma. Cuando las zonas interior y exterior están completamente integradas, exhiben una alta actividad biológica, manifiestan, Carla et al. (2021).



Imagen 3. Cromatograma de un suelo manejado convencional en cultivo.

Fuente: Restrepo y Piñeiro (2011).

1.9.2.4 Zona externa o enzimática

El cuarto y último anillo cromatográfico contiene un color que va del marrón oscuro al amarillo dorado (ocre), indicativo de nutrientes y enzimas en el suelo. La forma de nubes con bordes marrón oscuro y marrón claro expresa un alto contenido de elementos biológicos y nutritivos en el suelo, en la Imagen 4 se aprecia la intersección de la materia orgánica y mineralización en el suelo, manifiesta Carla et al. (2021).

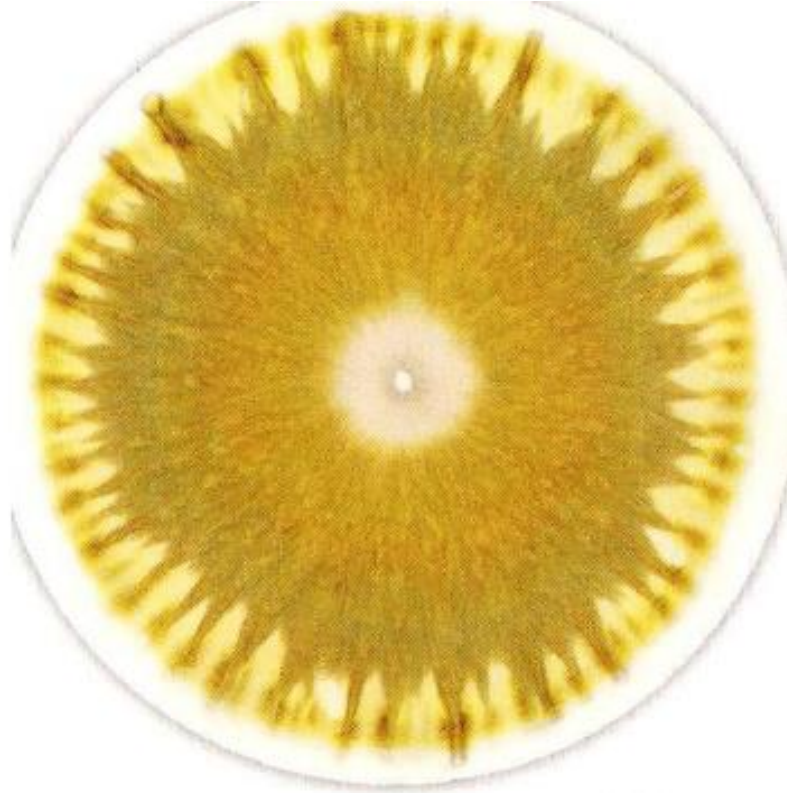


Imagen 4. Intersección de la materia orgánica y mineralización en el suelo.

Fuente: Restrepo y Piñeiro (2011).

1.9.2.5 Zona periférica o identificación

En esta última zona se observan estructuras con bordes ondulados que contienen nubes definidas. Esto puede representar en el suelo la disponibilidad de nutrientes en las plantas, cabe destacar que la cromatografía bien ejecutada y conservada presenta un tono crema a amarillento en el centro y adquiere un color dorado, oscuro o intenso en los alrededores con el tiempo, manifiestan Carla et al. (2021).

1.9.3 Coloración de los cromatogramas

La interpretación de los cromatogramas es cualitativa a partir de patrones indicadores de estado de salud del suelo. En la Tabla 1 se consideran las características como la forma, el color e integración de cada zona en los roles circulares, según BARROS (2020).

Tabla 1. Interpretación de los colores en las diferentes zonas de la cromatografía.

	Color	Forma	Integración
Zona Central	Coloración blanca o negro	Forma circular con borde liso definido	Transición de zona marcado por línea
	Color marrón claro	Forma circular con borde liso mal definido	Disipación suave a la siguiente zona
	Color crema	Forma circular con borde irregular	Disipación suave y hoyuelos a la siguiente zona
Zona Interna	Color gris, azulada o violeta	Forma circular con borde liso definido	No contiene radiación
	Color marrón oscuro o casi grisácea	Forma circular con borde liso mal definido	Presencia de radiación suave
	Color marrón claro o amarillento	Forma circular con borde irregular	Presencia de radiación en forma de plumas.
Zona Intermedia	Color gris oscuro o marrón.	Forma circular con borde exterior puntiagudo	Ausencia de radiación y transición a la zona interna
	Color marrón oscuro	Forma circular con borde exterior algo puntiagudo	Presencia de radiación suave
	Color marrón claro o amarillento	Forma circular con borde exterior irregulares	Presencia de radiación con forma de plumas

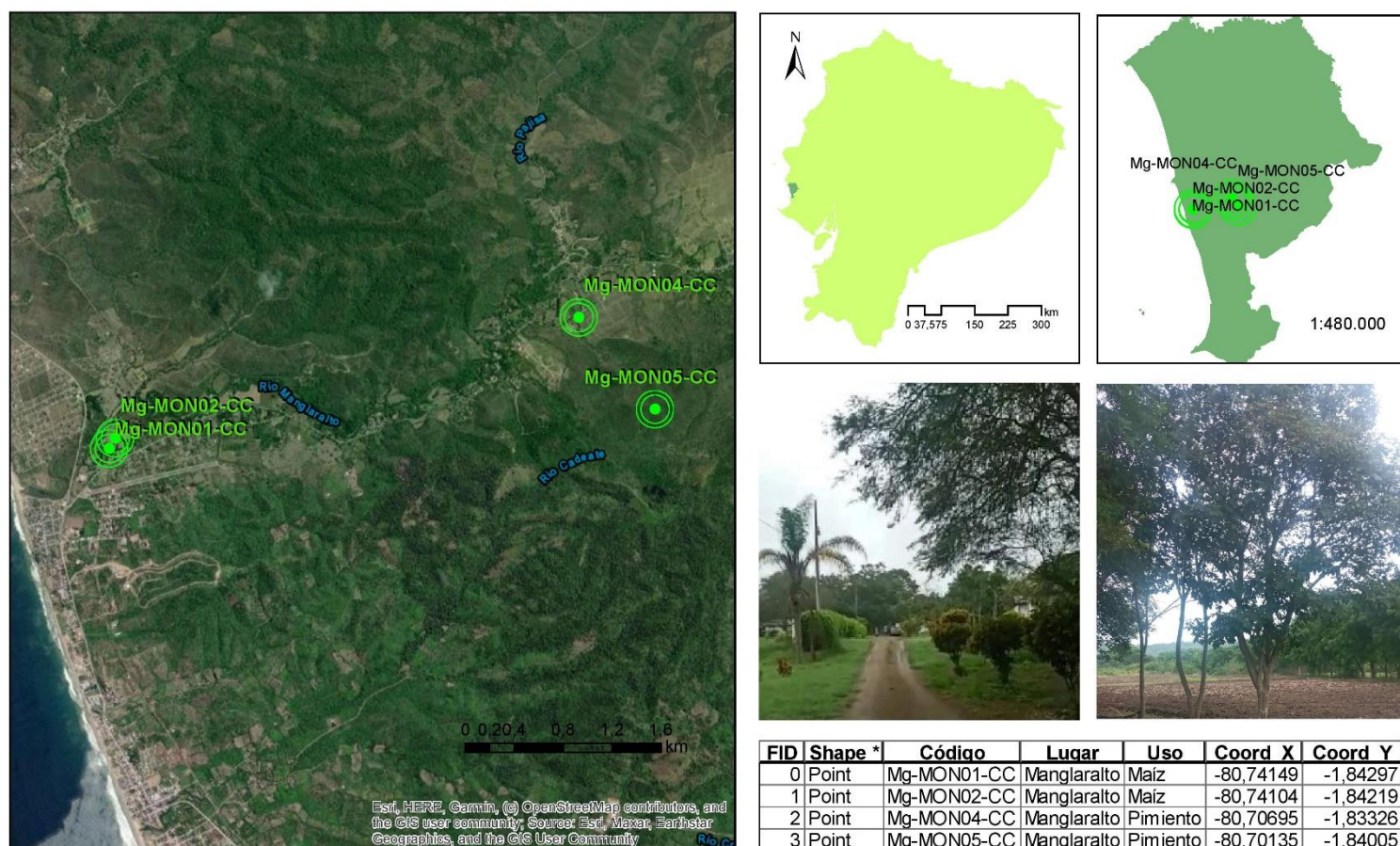
Fuente: BARROS (2020)

CAPÍTULO 2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del lugar de la investigación

La investigación se realizó en el Centro de Apoyo Manglaralto y el Centro de Apoyo Río Verde, pertenecientes a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, en la provincia de Santa Elena. En las Figuras 1 y 2 se puede apreciar la ubicación de los centros citados.

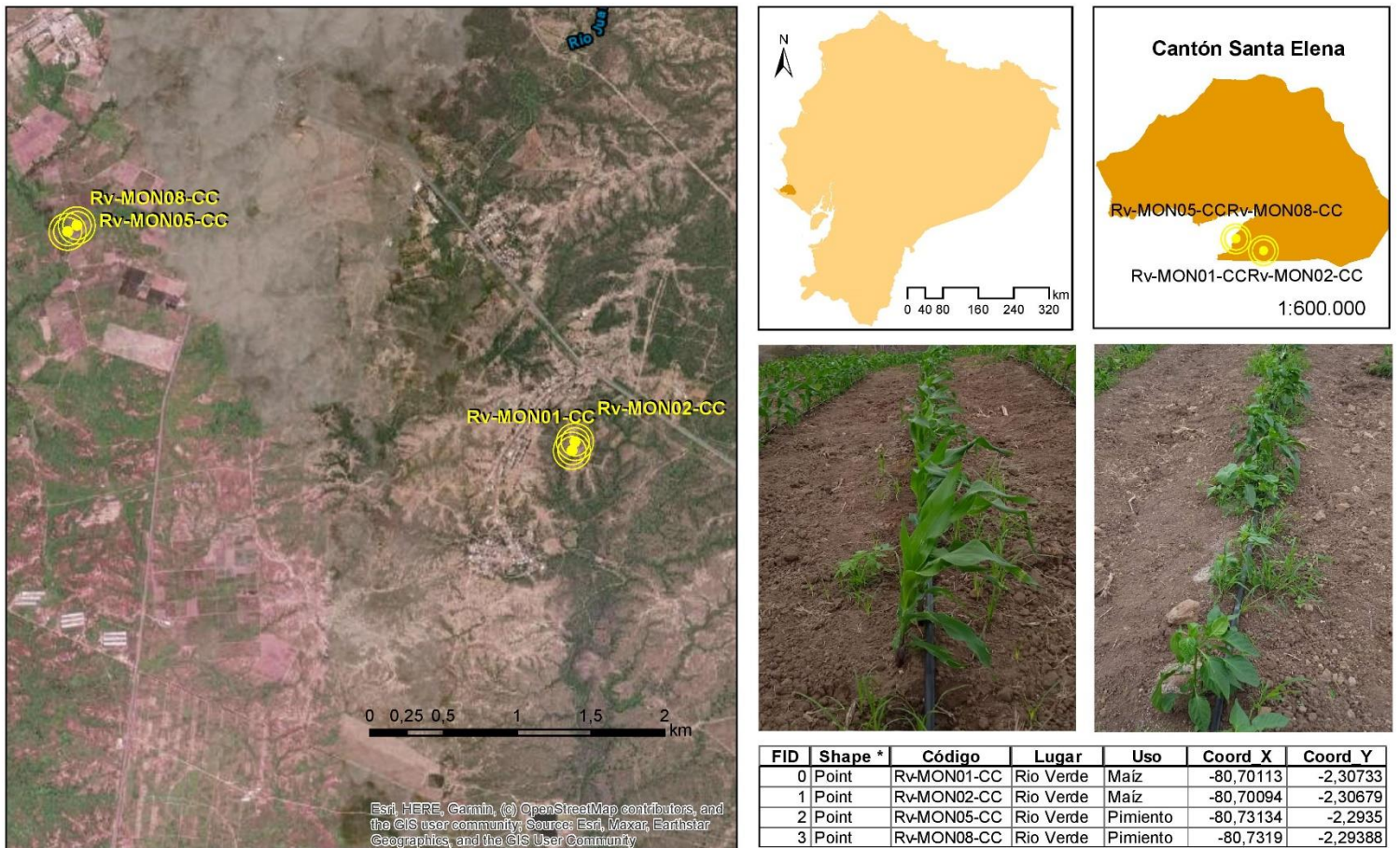
PUNTOS DE EXTRACCIÓN DE LAS MUESTRAS MANGLARALTO



Elaborado por Aida Tumbaco

Figura 1. Ubicación de los puntos de extracción de muestras del Centro de apoyo Manglaralto.

PUNTOS DE EXTRACCIÓN DE LAS MUESTRAS RÍO VERDE



Elaborado por Aida Tumbaco

Figura 2. Ubicación de los puntos de extracción de muestras del Centro de apoyo Río Verde.

2.2 Materiales, equipos e insumo

Materiales de laboratorio

- Caja grande de cartón forrada con plástico negro para evitar el paso de luz.
- Mortero de porcelana
- Vasos de plástico de 250 ml.
- Matraz Erlenmeyer o botella de 1.5 litros.
- Erlenmeyer de vidrio 100 ml
- Cajas Petri o similares de 10 y 4 cm de diámetro.
- Báscula con sensibilidad de 0.1 gramos.

- Jeringa con aguja de 5 mL.
- Papel secante blanco.
- hojas de papel bond.

Reactivos

- Agua destilada.
- Solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 1%.
- Solución de nitrato de plata (AgNO₃) al 0.5%.
- Papel filtro de Whatman N° 4 de 150 mm de diámetro.

Herramientas

- 1 clavo de una pulgada.
- Balanza
- Saca bocados

Software

- Word 2013
- Excel 2013
- Arcmap 10.8

2.3 Ubicación de los sitios de muestreo

Se seleccionaron cuatro lugares para la toma de las muestras de suelos, el criterio de selección fue por ubicación de los usos, seleccionándose los cultivos de maíz y pimiento. Buscando diferencias entre las zonas de cultivo que existen en el Centro de Apoyo Manglaralto y el Centro de Apoyo Río Verde, como se puede apreciar en las Tablas 2 y 3.

Tabla 2. Ubicación de la toma de las muestras de suelo en el Centro de Apoyo Manglaralto.

Código	Lugar	Uso	Coordenadas X	Coordenadas Y
Mg-MON01-CC	Manglaralto	Maíz	-80,74149	-1,84297
Mg-MON02-CC	Manglaralto	Maíz	-80,74104	-1,84219
Mg-MON04-CC	Manglaralto	Pimiento	-80,70695	-1,83326
Mg-MON05-CC	Manglaralto	Pimiento	-80,70135	-1,84005

Fuente: Elaborada por la Autora

Tabla 3. Ubicación de la extracción de las muestras de suelo en el Centro de Apoyo Río Verde.

Código	Lugar	Uso	Coordenadas X	Coordenadas Y
Rv-MON01-CC	Río Verde	Maíz	-80,70113	-2,30733
Rv-MON02-CC	Río Verde	Maíz	-80,70094	-2,30679
Rv-MON05-CC	Río Verde	Pimiento	-80,73134	-2,29350
Rv-MON08-CC	Río Verde	Pimiento	-80,73190	-2,29388

Fuente: Elaborada por la Autora

2.4 Conducción de la investigación

2.4.1 Extracción de las muestras para la cromatografía

En cada sitio de muestreo se colectó una muestra compuesta de 1 kilogramo de suelo, a una profundidad de 15 a 20 centímetros, se eliminaron los factores externos de la superficie que podrían interferir en la calidad y la precisión del análisis y su interpretación. Cada muestra se colocó en una funda plástica para luego ser etiquetada, según la metodología de toma de las muestras del suelo propuesta por Abad (2018).

2.4.2 Procesamiento de las muestras para la cromatografía

Las muestras de suelo pasaron por un proceso de secado bajo sombra sobre papel bond, para que no se contaminen las muestras se retiraron restos vegetales y piedras. Una vez que las muestras se secaron totalmente fueron molidas y tamizadas para conseguir uniformidad de las partículas. Del polvo fino obtenido de la muestra se pesaron 5 gramos para el análisis propuesto por Abad (2018).

2.4.3 Preparación de la solución de Hidróxido de Sodio (NaOH) al 1%, en agua destilada.

Se preparó la Solución de hidróxido de Sodio (NaOH) al 1% pesando 10 gramos de Hidróxido de Sodio y diluyéndolos en 1000 mL de agua destilada, la disolución fue reservada para posterior revelación de los cromas.

2.4.4 Preparación de la solución de Nitrato de Plata (AgNO₃) al 0.5%, en agua destilada.

Para la preparación del Nitrato de Plata al 0.5 %, se disolvieron 0.5 gramos del AgNO₃ en 200 mililitros de agua destilada, esta sustancia es sensible a la luz por lo que se recomienda realizar esta actividad en un lugar oscuro. La solución obtenida se conservó en un recipiente de color oscuro para evitar que la luz la deteriorara.

2.5 Preparación del papel filtro

Para la preparación del papel filtro se realizaron dobleces por ambos lados para encontrar su punto medio el cual será perforado con un sacabocado, este procedimiento es fundamental para obtener una buena impregnación de humedad.

A partir del centro se marcaron 4 y 6 centímetros que fueron perforados por una jeringa, estos orificios sirvieron como plantilla para medir la humedad durante la impregnación de las soluciones de nitrato de plata e hidróxido de sodio.

Se prepararon unas papilo para crear una conexión entre las soluciones y el papel filtro, para ello se cortaron fragmentos cuadrados del mismo papel con medidas de 2 x 2 centímetros, con la ayuda de un clavo se envolvieron para darle una forma de pajilla o sorbete. Las papilo fueron guardadas en un frasco para evitar impurezas.

2.6 Obtención del cromatograma

Se pesaron 5 gramos de suelo pulverizado y se colocaron en 50 mL de la solución de NaOH al 1% contenida en una Erlenmeyer con capacidad para 100 mL, se procedió a homogenizar la mezcla realizando siete giros a la derecha y a la izquierda en tres repeticiones con un intervalo para el primer movimiento de 15 minutos después de realizada la mezcla del suelo y la solución para el segundo 1 hora y tercero 6 horas.

La impregnación del papel filtro con el AgNO_3 se hizo por capilaridad utilizando el papilo y colocada en el centro del disco de papel y se esperó hasta que la solución se desplace 4 centímetros, posterior a eso se retiró con cuidado de perder la solución impregnada.

Los discos impregnados se dejaron en reposo en la cámara oscura, cada disco fue colocado entre dos hojas de papel absorbente y dos hojas blancas tamaño oficio, para facilitar el secado y que no se manchen con otras hojas que estén en el mismo lugar oscuro.

Los papeles filtro que han pasado por el proceso de impregnación de nitrato de plata permanecieron en la cámara de 3 y 4 horas, hasta un máximo de 12 horas.

Una vez culminado el proceso de secado del papel impregnado con el nitrato de plata se realizó el corrido de la solución con las muestras de suelos. Para esto se colocó en la caja Petri entre 10 y 15 cm^3 de la parte superficial de la solución del suelo en Hidróxido de sodio cuidando no agitar el suelo para evitar tapar los poros del papel filtro.

Al disco de papel impregnado se le introduce una nueva pajilla para que absorba la solución de suelo de hidróxido de sodio por capilaridad hasta los 6 centímetros del centro del disco, una vez absorbida la solución hasta el límite se retira la papilo y el disco estará listo para el revelado. Se colocaron los discos impregnados en un lugar con poca luz por 24 horas para su revelado.

2.7 Interpretación del cromatograma

En la interpretación de los cromatogramas se siguió el procedimiento propuesto por Contarato Pilon et al. (2018), del cual se resumen en tres pasos:

1. Identificación de las zonas.
2. Caracterización de cada zona, incluyendo definición de colores y tonos, patrones radiales de líneas, integración dentro de los límites de la zona.
3. Evaluación de la calidad del suelo con base en los procesos físicos, químicos y biológicos que ocurren en él.

El análisis visual mediante puntuación de 1 a 5, donde 1 representa las características no deseadas, mientras que un suelo saludable tendrá un valor de 5. En la Tabla 4 se presentan la puntuación, el análisis y la descripción visual de los cromatogramas.

Tabla 4. Puntuaciones y descripción para el análisis de los cromatogramas.

Colores	Puntos	Integración	Puntos
Homogéneo; oscuro y negro; colores borrosos, poco intenso	1	Anillos, marcados y concéntricos homogéneos (falta de integración)	1
Gris a Pardo	2	Algunos anillos, integración abrupta	2
Beige	3	Integración clara de patrones	3
Claro, blanquecino	4	Integración gradual	4
Amarillo, crema; intenso y heterogéneo	5	Integración difusa y patrones que se entrelazan	5

Trama radial	Puntos	Terminación	Puntos
Ausencia de plumas o sus vestigios	1	Ausencia de picos conectados a plumas	1
Solo líneas radiales	2	Puntiagudos	2
Líneas radiales y plumas estrechas	3	Puntiagudos con derivaciones	3
Líneas radiales o plumas que cubren todo el cromatograma	4	Algunos picos que se abren al final en puntos	4
Plumas radiales prominentes /gruesas	5	Picos que se abren al final en forma de manchas	5

Fuente: Contrato Pilon L. Henrique Cardoso, J. and Sanches Medeiros F (2018)

2.8 Comparación del análisis cualitativo del suelo

La interpretación visual de los cromas se correlaciona con la tabla de características del estado del suelo propuestas por Pinheiro et al. (2011) y Nivia Torres (2017), con el fin de evaluar el estado de salud del suelo de las áreas en estudio (Tabla 5).

Tabla 5. Características cualitativas del estado del suelo.

Estado de Salud del Suelo		
	Buen Estado	Mal Estado
Zona Central	De color crema o blanco cremoso que se desvanece al integrarse con las demás zonas, indica un suelo sano y no compactado, con abundante materia orgánica.	Si esta zona no existe significa deterioro del suelo por maquinarias pesadas representado por colores oscuros como negro, gris y azul. También puede encontrarse solo el color blanco lo que demuestra exceso de abonos nitrogenados.
Zona Interna	De color cremoso, donde se desplaza y reacciona el nitrato de plata se puede observar cómo se integra con la zona interna.	Aparece con un color negro reflejando un suelo deteriorado, mineralizado, erosionado, compactado y sin actividad biológica.
Zona Intermedia	De color dorado y naranja, cuando esta zona se encuentra completamente integrada a la zona interna y externa demuestra una alta actividad biológica.	De color negro expresa la ausencia de materia orgánica.
Zona Externa	Se observa la presencia gradual de nubecillas o lunares tenues indicando abundancia y variedad nutricional.	Ausencia de nubecillas o lunares tenues demuestran un suelo poco nutrido.

Fuente: Pinheiro et al. (2011) y Nivia Torres (2017)

2.9 Clasificación del porcentaje de la materia orgánica

Parte de las muestras compuestas de suelo colectadas fueron enviadas a los laboratorios del INIAP para la determinación del contenido de materia orgánica por la metodología de Walkery Black. Se hizo una regresión entre los contenidos de materia orgánica obtenidos en el laboratorio y los resultados del análisis cromatográfico, específicamente la integración de la zona intermedia. Para esto se utilizó como insumo la tabla de Mustin (1987) para la clasificación de materia orgánica (Tabla 6).

Tabla 6. Porcentaje de materia orgánica

Materia Orgánica	
Clase	Porcentaje
Extremadamente pobre	0 - 0.60
Pobre	0.61 - 1.20
Medianamente pobre	1.21 - 1.80
Mediano	1.81 - 2.40
Medianamente rico	2.41 - 3.00
Rico	3.01 - 4.20
Extremadamente rico	Mayor 4.20

Fuente: Mustin (1987).

2.10 Análisis Estadístico

Este análisis se desarrolló mediante el uso del programa de EXCEL para el análisis de la regresión y poder determinar la relación entre los niveles de materia orgánica y los valores de la integración la zona intermedia presentes en las figuras 5 y 6. A continuación se presenta una descripción del proceso utilizado para el análisis estadístico.

Al abrir Excel se debe ingresar los datos de materia orgánica y la integración para crear una tabla donde se seleccionaran los “datos”, luego nos dirigiremos a la pestaña datos donde encontraremos la opción “Análisis de datos”, utilizaremos la función de regresión, como se aprecia en la figura 3.

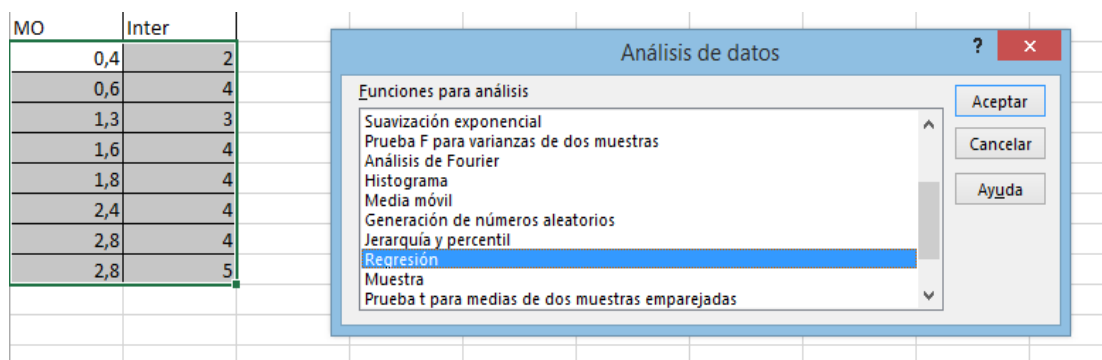


Figura 3. Selección de función de la regresión

Dentro de la función se tomara los valores de Y se presentaría los valores de integración y los valores de materia orgánica en X con un nivel de confianza del 95%, para obtener una tabla de estadística de como se aprecia en la figura 4.

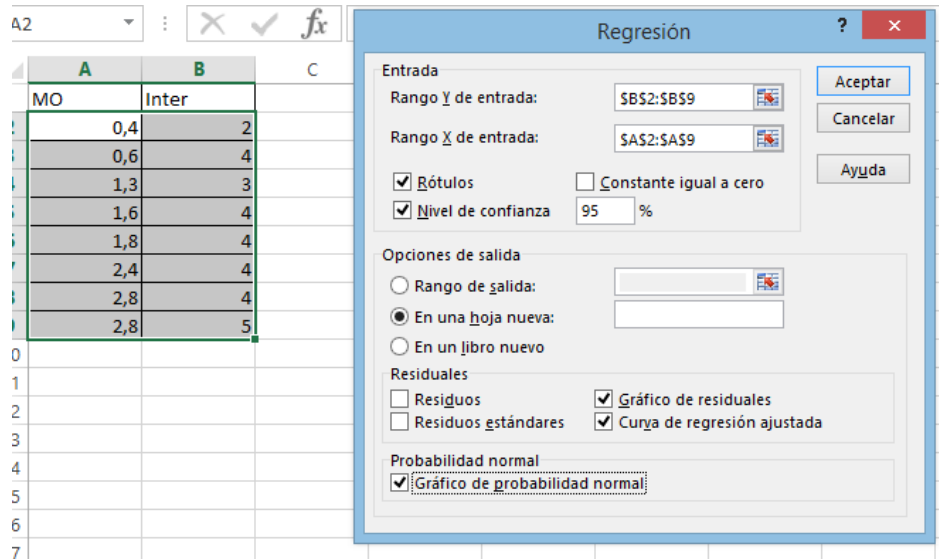


Figura 4. Ventana de regresión

2.11 Determinación de colores.

Con la finalidad de tener mayor precisión en la descripción e identificar del color de los cromas obtenidos de las muestras tomadas en el área de estudio se utilizó la tabla de Munsell Color System, mencionan Cavazos & Rodríguez (1992) citado por Survey Staff (2009), como se puede apreciar en la Tabla 7 y 8.

Tabla 7. Sistemas de colores de Munsell 10YR

valor	8/	★ 8/1	★ 8/2	★ 8/3	★ 8/4	★ 8/6	★ 8/8	
		Blanco		Marrón muy pálido		Amarillo		
	7/	★ 7/1	★ 7/2	★ 7/3	★ 7/4	★ 7/6	★ 7/8	
		Gris claro						
	6/	★	★	★	★	★	★	
		6/1	6/2	6/3	6/4	6/6	6/8	
		Gris	Gris parduzco	Marrón pálido	Marrón amarillento o claro	Amarillo parduzco		
	5/	★	★	★	★	★	★	
		5/1	5/2	5/3	5/4	5/6	5/8	
			Marrón grisáceo	Marrón, Café y Castaño	Marrón amarillento			
	4/	★	★	★	★	★		8
		4/1	4/2	4/3	4/4	4/6		
		Gris oscuro	Marrón		Marrón amarillento			
	3/	★	★	★	★	★		8
		3/1	3/2	3/3	3/4	3/6		
	Gris muy oscuro	Marrón grisáceo muy oscuro	Marrón oscuro	4	6			
2/	★	★	3	10YR				
	2/1	2/2						
	Negro	Marron muy oscuro						
	1	2						

Tabla 8. Sistemas de colores de Munsell 7.5YR

valor	8/	★ 8/1	★ 8/2	★ 8/3	★ 8/4	★ 8/6	
		Blanco		Blanco rosado	rosado		
	7/	★ 7/1	★ 7/2	★ 7/3	★ 7/4	★ 7/6	★ 7/8
		gris claro	gris rosado			Amarillo rojizo	
	6/	★ 6/1	★ 6/2	★ 6/3	★ 6/4	★ 6/6	★ 6/8
		Gris					
	5/	★ 5/1	★ 5/2	★ 5/3	★ 5/4	★ 5/6	★ 5/8
			Marrón			Marrón fuerte	
	4/	★ 4/1	★ 4/2	★ 4/3	★ 4/4	★ 4/6	8
		Gris oscuro					
	3/	★ 3/1	★ 3/2	★ 3/3	★ 3/4	6	8
		Gris muy oscuro	Marrón oscuro				
	2.5/	★ 2.5/1	★ 2.5/2	★ 2.5/3	4	7.5 YR	
		Negro	Marron muy oscuro				
		1	2	3			

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados de análisis de los cromatogramas

A continuación se presentan las características cualitativas y cuantitativas de los suelos estudiados de Manglaralto y Río Verde.

3.1.1 Interpretación de las características del cromatograma de las muestras de suelo tomadas en un cultivo de Maíz en Manglaralto

En la Tabla 9 se pueden observar las características de la muestra identificada con Mg-MON01-CC, cuyo cromatograma se presenta en la Imagen 5.

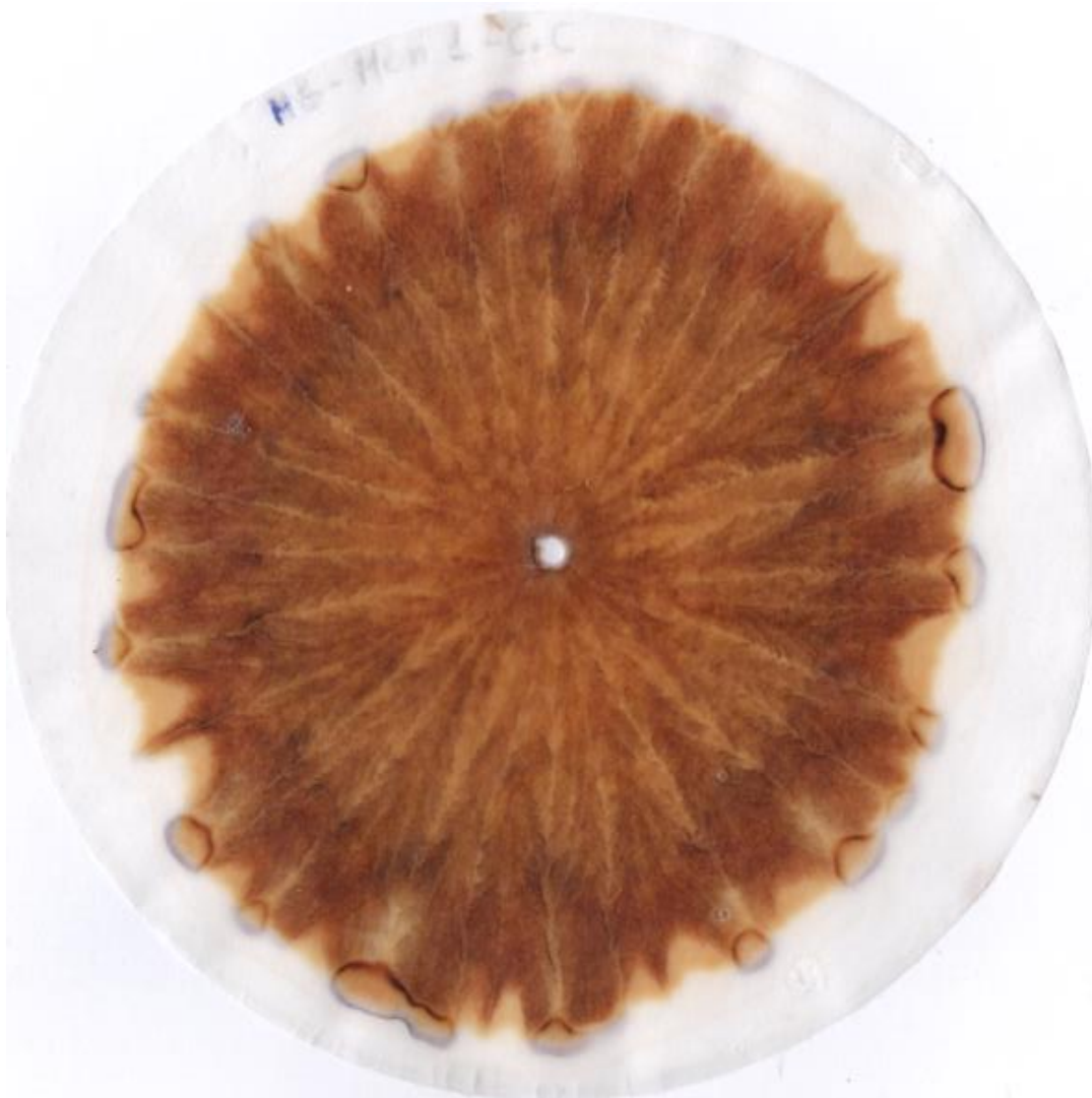


Imagen 5. Cromatograma de la muestra Mg-MON01-CC

Tabla 9. Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de Mg-MON01-CC.

Cultivo	Zonas	Colores	Forma	Integración	Puntos
Maíz (<i>Zea mays</i> L.)	Zona 1. Central u oxidación	Marrón amarillento 10YR 5/6	Circular con borde liso definido	Integración abrupta	2
	Zona 2. Interna o mineral	Amarillo parduzco 10YR 6/6	Circular con borde liso definido	Clara de patrones	3
	Zona 3. Intermedia o de materia orgánica	Marrón Oscuro 10YR 3/6	Borde exterior puntiagudo	Difusa y patrones que se entrelazan	5
	Zona 4. Externa o nutricional	Marrón amarillento 10YR 5/6	Dientes pocos regulares	Difusa y patrones que se entrelazan	5
Trama radial	Plumas radiales prominentes				5
Terminación	Puntiagudos con derivaciones				3

Fuente: Elaborado por la Autora.

Para esta muestra en su zona central no revela exceso de abonos nitrogenados ni procesos de degradación relacionadas con las técnicas agrícolas convencionales, por lo tanto es un indicador de un suelo saludable y con buena estructura. La integración de la zona central e interna demuestra la poca compactación y buena estructura oxigenada.

La zona intermedia o proteica es de color oscuro, la trama radial es de plumas prominentes, con terminación en forma puntiaguda con derivaciones presentando dientes regulares, es un claro indicador de la disponibilidad de nutrientes en los cultivos de ciclo corto. La zona posterior externa o enzimática presentan formas de dientes pocos regulares su integración es difusa y padrones que se entrelazan, el cuales es un indicador de un suelo en buen estado de salud.

3.1.2 Interpretación de las características de los cromatogramas de la muestra de suelo tomadas en un cultivo de maíz en Manglaralto

En la Tabla 10 se pueden observar las características de la muestra identificada con Mg-MON02-CC, cuyo cromatograma se presenta en la Imagen 6.



Imagen 6. Cromatograma de la muestra Mg-MON02-CC.

Tabla 10. Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de la Mg-MON02-CC.

Cultivo	Zonas	Colores	Forma	Integración	Puntos
Maíz (<i>Zea mays</i> L.)	Zona 1. Central u oxidación	Marrón amarillento 10YR 5/6	Circular con borde liso definido	Integración abrupta	2
	Zona 2. Interna o mineral	Amarillo parduzco 10YR 6/6	Circular con borde liso definido	Clara de patrones	3
	Zona 3. Intermedia o de materia orgánica	Marrón 10YR 5/4	Borde exterior definidos	Integración gradual	4
	Zona 4. Externa o nutricional	Amarillo parduzco 10YR 6/6	Dientes no regular	Integración gradual	4
Trama radial	Plumas radiales prominentes				5
Terminación	Algunos picos que se abren al final en forma de manchas				4

Fuente: Elaborado por la Autora.

El cronograma del cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en su zona central manifiesta una baja dosis de nitrógeno, con buena estructura típico de suelos con cobertura vegetal. Su integración con la zona interna presenta patrones claros en todo el cromatograma.

El color en la zona intermedia, es indicador de la presencia de materia orgánica presentando integración gradual con un color Marrón Amarillento nos describe que el suelo está en buen estado de salud. En la zona externa se observa dientes no regulares y su integración es igual a la anterior zona, su trama radial con plumas prominentes presenta bordes exteriores definidos y poca presencia de enzimas.

3.1.3 Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de suelo tomadas en un maíz en Río Verde

En la Tabla 11 se pueden observar las características de la muestra identificada con Rv-MON01-CC, cuyo cromatograma se presenta en la Imagen 7.



Imagen 7. Cromatograma de la muestra Rv-MON01-CC.

Tabla 11. Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de la Rv-MON01-CC

Cultivo	Zonas	Colores	Forma	Integración	Puntos
Maíz (<i>Zea mays</i> L.)	Zona 1. Central u oxidación	Marrón 7.5YR /4	Borde mal definido	Integración abrupta	2
	Zona 2. Interna o mineral	Marrón fuerte 7.5YR 5/6	Borde liso definido	Integración abrupta	2
	Zona 3. Intermedia o materia orgánica	Marrón 7.5YR 5/4	Bordes exteriores puntiagudo	Clara de patrones	3
	Zona 4. Externa o nutricional	Marrón fuerte 7.5YR 5/6	Dientes regulares	Gradual	4
Trama radial	Plumas estrechas				3
Terminación	Puntiagudos y abre al final en puntas				4

Fuente: Elaborado por la Autora.

El análisis del cromatograma en su zona central presenta una estructura deteriorada por el uso de maquinaria pesada que con el pasar del tiempo su color pasaría a ser totalmente negro es decir, no deseado. Se integra abruptamente con la zona interna presentando bordes lisos definidos, el color se impregna a la zona interna o mineral y continua sin interrupciones hacia la zona proteica presentando borde exterior puntiagudo, patrones claros en la integración. En la zona enzimática se distinguen por tener formas de dientes regulares y la integración es gradual, presentando linear radiales y plumas estrechas en la trama en la terminación picos que se abren al final en puntas.

3.1.4 Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de cultivo de maíz en Río Verde

En la Tabla 12 se pueden observar las características de la muestra identificada con Rv-MON02-CC, cuyo cromatograma se presenta en la Imagen 8.

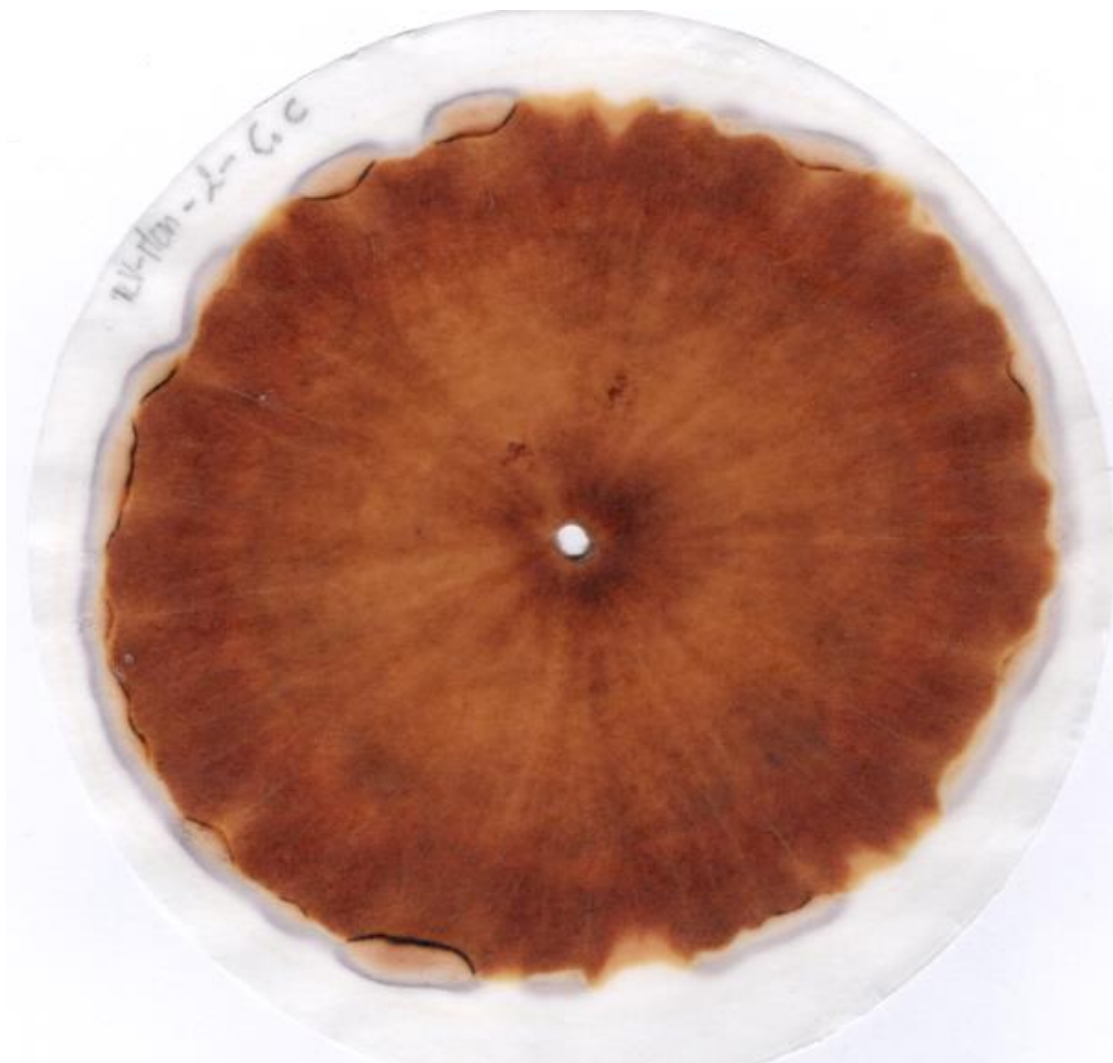


Imagen 8. Cromatograma de la muestra Rv-MON02-CC

Tabla 12. Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de la Rv-MON02-CC.

Cultivo	Zonas	Colores	Forma	Integración	Puntos
Maíz (<i>Zea mays</i> L.)	Zona 1. Central u oxidación	Marrón oscuro 7.5YR 3/3	Borde liso mal definido	Falta de Integración	1
	Zona 2. Interna o mineral	Marrón fuerte 7.5YR 5/8	Borde liso mal definido	Integración abrupta	2
	Zona 3. Intermedia o de materia orgánica	Marrón fuerte 7.5YR 5/6	Borde algo puntiagudo	Integración abrupta	3
	Zona 4. Externa o nutricional	Amarillo rojizo 7.5YR 6/8	Borde algo puntiagudo	Integración abrupta	2
Trama radial	Líneas radiales y Plumas estrechas				3
Terminación	Ausencia de pico conectado a pluma				1

Fuente: Elaborado por la Autora.

El cromatograma de la muestra presenta una zona de aireación de color oscura y su falta de integración denota una mala estructura. La zona mineral no está integrada con la zona central formando un borde liso mal definido.

Para la zona intermedia su integración es abrupta con bordes algo puntiagudos y en la zona externa tiene formas irregulares en su trama radial de líneas y plumas estrechas; ausencia de picos conectados a plumas en su terminación.

3.1.5 Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de suelo tomadas en un del cultivo de pimiento en Manglaralto

En la Tabla 13 se pueden observar las características de la muestra identificada con Mg-MON04-CC, cuyo cromatograma se presenta en la Imagen 9.



Imagen 9. Cromatograma de la muestra Mg-MON04-CC

Tabla 13. Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de la Mg-MON04-CC.

cultivo	Zonas	Colores	Forma	Integración	Puntos
Pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.)	Zona 1. Central u oxidación	Gris claro 10 YR 7/1	Borde liso mal definido	Falta de integración	1
	Zona 2. Interna o mineral	Marrón amarillento 10mYR 5/4	Borde liso definido	Integración abrupta	2
	Zona 3. Intermedia o de materia orgánica	Marrón oscuro 10YR 3/3	borde exterior puntiagudo	Integración gradual	4
	Zona 4. Externa o nutricional	Marrón amarillento 10YR 5/6	Borde exterior algo puntiagudos	Difusa y patrones que se entrelazan	5
Trama radial	Plumas radiales prominentes				5
Terminación	Picos que se abren al final en forma en manchas				5

Fuente: Elaborado por la Autora.

La zona central de este cromatograma presenta un color gris con un pequeño destello blanco lo que indica la presencia de nitrógeno, con bordes lisos mal definidos. En la zona interna del croma se encuentran bordes lisos definidos con integración abrupta. Para su zona intermedia se identifica con un marrón oscuro con bordes externos puntiagudos, en esta zona la integración es gradual, sus bordes y plumas bien definidos indican un suelo con una salud estable.

En la zona externa esta tiene bordes algo puntiagudos, la integración difusa y patrones que se entrelaza; plumas radiales prominentes y en su terminación presentan picos que se abren al final en forma de manchas. Es un indicador de un suelo de calidad con reserva de materia orgánica.

3.1.6 Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de suelo en un cultivo de pimiento Manglaralto

En la Tabla 14 se pueden observar las características de la muestra identificada con Mg-MON05-CC, cuyo cromatograma se presenta en la Imagen 10.



Imagen 10. Cromatograma de la muestra Mg-MON05-CC

Tabla 14. Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de la Mg-MON05-CC.

Cultivo	Zonas	Colores	Forma	Integración	Puntos
Pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.)	Zona 1. Central u oxidación	Marrón amarillento 10 YR 7/1	Borde liso mal definido	Integración abrupta	2
	Zona 2. Interna o mineral	Marrón amarillento 10mYR 5/4	Borde liso definido	Clara de patrones	3
	Zona 3. Intermedia o de materia orgánica	Marrón amarillento 10mYR 4/6	Borde exterior puntiagudo	Integración gradual	4
	Zona 4. Externa o nutricional	Amarillo parduzco 10YR 6/6	Dientes pocos regulares	Integración gradual	4
Trama radial	Líneas radiales				4
Terminación	Puntiagudos				2

Fuente: Elaborado por la Autora.

En la zona de aireación de este suelo se observa que ha sido manejado con técnicas convencionales evidenciado por su color marrón amarillento. La integración entre la zona central e interna es clara con bordes lisos definidos.

El color marrón amarillento en la zona intermedia demuestra contenido de materia orgánica con integración gradual y bordes externos puntiagudos bien definidos con plumas graduales. En la zona externa tiene bordes pocos regulares con integración gradual su trama radial en líneas y puntiagudos en la terminación.

3.1.7 Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de suelo en un cultivo de pimiento en Río Verde

En la Tabla 15 se pueden observar las características de la muestra identificada con Rv-MON05-CC, cuyo cromatograma se presenta en la Imagen 11.



Imagen 11. Cromatograma de la muestra Rv-MON05-CC

Tabla 15. Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de la Rv-MON05-CC.

Cultivo	Zonas	Colores	Forma	Integración	Puntos
Pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.)	Zona 1. Central u oxidación	Marrón oscuro 7.5YR 3/4	borde liso definido	Integración abrupta	2
	Zona 2. Interna o mineral	Marrón fuerte 7.5YR 4/6	borde liso definido	Integración gradual	4
	Zona 3. Intermedia o de materia orgánica	Marrón fuerte 7.5YR 5/6	bordes exteriores puntiagudos	Integración gradual	4
	Zona 4. Externa o nutricional	Marrón fuerte 7.5YR 6/8	dientes regulares	Integración gradual	4
Trama radial	Líneas radiales				4
Terminación	Puntiagudos				2

Fuente: Elaborado por la Autora.

La zona central de color marrón oscuro con integración abrupta de forma circular con bordes lisos definidos representa un suelo degradado. En su zona interna continúa integrándose gradualmente hasta cubrir todo el croma.

En la zona intermedia se observa una coloración marrón fuerte continuando la anterior integración y con forma de dientes regulares, seguida de la zona externa con integración gradual y formas de dientes, las líneas indican la trama gradual con una terminación puntiaguda por lo que podemos decir que este suelo maneado en un sistema convencional.

3.1.8 Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de suelo en un cultivo de pimiento en Río Verde

En la Tabla 16 se pueden observar las características de la muestra identificada con Rv-MON08-CC, cuyo cromatograma se presenta en la Imagen 12.



Imagen 12. Cromatograma de la muestra Rv-MON08-CC

Tabla 16. Interpretación de las características del cromatograma de la muestra de la Rv-MON08-CC.

Cultivo	Zonas	Colores	Forma	Integración	Puntos
Pimiento (<i>Capsicum annuum</i> L.)	Zona 1. Central u oxidación	Marrón oscuro 7.5YR 3/3	Borde liso mal definido	Integración abrupta	2
	Zona 2. Interna o mineral	Marrón 7.5YR 4/4	Borde liso definido	Integración clara de patrones	3
	Zona 3. Intermedia o de materia orgánica	Marrón fuerte 7.5YR 4/6	Borde exterior algo puntiagudo	Integración gradual	4
	Zona 4. Externa o nutricional	Amarillo rojizo 7.5YR 6/6	Dientes regulares	Difusa y patrones que se entrelazan	5
Trama radial	Líneas radiales y plumas estrechas				3
Terminación	Puntiagudos con derivaciones				3

Fuente: Elaborado por la Autora.

La zona central con una tonalidad marrón oscuro con una integración abrupta y unos bordes mal definidos, estas características evidencian que el suelo aquí alcanzado está en mal estado. Siguiendo con la zona interna abarca una superficie adecuada para la integración de patrones claros en forma de lisos definidos y por su recorrido indicando una buena armonía, en este caso la zona intermedia posee una buena integración gradual con la zona anterior como la posterior donde podemos observar que la zona externa está totalmente penetrada con los bordes externos puntiagudos donde se identifica el trama radial líneas y plumas estrechas con terminación puntiagudos con derivación que se forman a partir de la materia orgánica.

3.2 Comparación de la calidad cualitativa del suelo con niveles de materia orgánica

En las Tablas 17 y 18 se presentan algunas de las propiedades de los nutrientes como el amonio, el fósforo, el potasio, el calcio, el magnesio y el pH. Sin embargo el análisis posterior solo se va a realizar en función de la materia orgánica por su relación con la zona intermedia de los cromatogramas el resto de las propiedades no se consideraron en este análisis.

3.2.1 Resultados del análisis de laboratorio

En la Tabla 17 y 18 se pueden observar los resultados de los análisis de suelo de las muestras en Manglaralto y Río Verde.

Tabla 17. Resultados de análisis laboratorio de las características químicas de muestras de suelo colectadas en Manglaralto.

MANGLARALTO													
Muestras	pH		MO (%)	ug ml									
				NH4		P		K		Ca		Mg	
Mg-MON01-CC	7.5	Neutro	2.80	17	Bajo	39	Alto	964	Alto	4043	Alto	693	Alto
Mg-MON02-CC	6.9	Neutro	1.80	11	Bajo	40	Alto	925	Alto	3783	Alto	716	Alto
Mg-MON04-CC	7.6	Alcalino	2.40	14	Bajo	46	Alto	919	Alto	4133	Alto	812	Alto
Mg-MON05-CC	6.7	Neutro	2.80	17	Bajo	63	Alto	640	Alto	4823	Alto	933	Alto

Fuente: Elaborado por la Autora.

Tabla 18. Resultados de análisis laboratorio de las características químicas de muestras de suelo colectadas en Río Verde.

RÍO VERDE													
Muestras	pH		MO (%)	ug ml									
				NH4		P		K		Ca		Mg	
Rv-MON01-CC	6.5	Acido	1.30	8	Bajo	30	Alto	476	Alto	3287	Alto	863	Alto
Rv-MON02-CC	6.8	Neutro	0.40	3	Bajo	14	Medio	195	Alto	3367	Alto	947	Alto
Rv-MON05-CC	6.8	Neutro	0.60	4	Bajo	16	Medio	262	Alto	4037	Alto	956	Alto
Rv-MON08-CC	6.4	Acido	1.60	10	Bajo	18	Medio	327	Alto	4710	Alto	915	Alto

Fuente: Elaborado por la Autora.

La Figura 5 muestra la relación del porcentaje de materia orgánica con la integración de la zona intermedia. Se observa que 6 de las muestras con valor de 4 y 5 presentan integración gradual, difusa y con patrones que se entrelazan. Mientras que las muestras restantes con valor de 2 y 3 revelan una integración menor abrupta con anillos y algunos patrones claros. Sin embargo, solo tres de las muestras presentan un porcentaje mayor al 2% de materia orgánica. De acuerdo al porcentaje de materia orgánica observamos que las muestras Rv-NON02-CC y Rv-MON05-CC se clasifican como extremadamente pobre, en cambio las muestras Rv-MON01-CC, Rv-MON08-CC y Mg-MON02-CC pertenecen al rango de medianamente pobre y la muestra Mg-MON04-CC es la única en el rango de mediano en contenido de materia orgánica. Por último, las muestras Mg-MON05-CC y MG-MON01-CC están en el rango medianamente rico.

Según Mustin (1987) los datos analizados junto con el valor de integración permiten interpretar que las muestras de suelo clasificadas como extremadamente pobres se

corresponden con su valor de integración a excepción de la muestra Rv-MON08-CC que a pesar de mostrar un porcentaje de materia orgánica bajo su integración es alta, esto podría deberse a que su suelo está en proceso de degradación. El rango medianamente pobre se mantiene estable entre 3 y 4 del valor de la integración mientras que el valor más alto de materia orgánica medianamente rico pertenece al valor de integración 4 y 5.

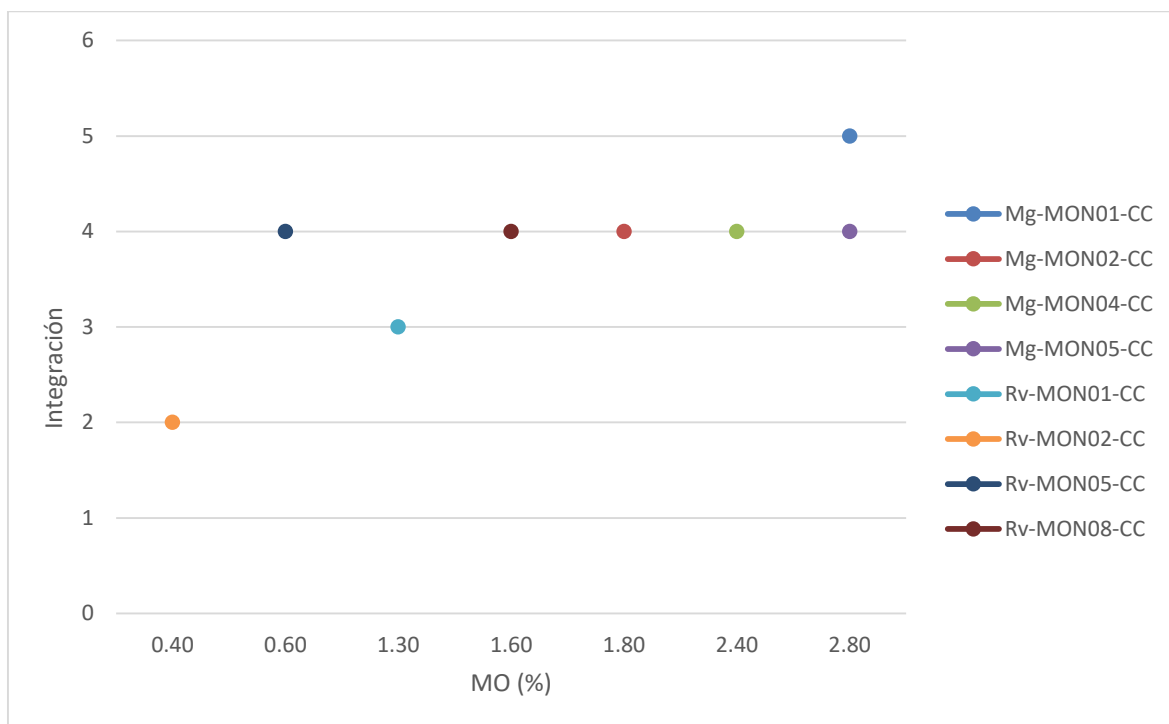


Figura 5. Relación entre los niveles de materia orgánica y los valores de la integración de la zona intermedia

En la Tabla 19 el coeficiente de correlación múltiple analiza la relación entre el pronóstico de integración y la variable de criterio que corresponde a la materia orgánica; el coeficiente de determinación R^2 de 0,516 indica que a pesar de que los puntos de datos están lejos de la línea de regresión el pronóstico Inter aun proporciona información junto con el R^2 ajustado que muestra el porcentaje de la variación de la respuesta de 0,436. Al final el error típico muestra el valor de 0,665 de las variaciones que son casi inevitables dentro del modelo de pronóstico de regresión se muestra en la Figura 6. Los puntos de la curva de regresión se obtienen mediante la siguiente formula:

$$Integración = 0,689 M.O + 2,57 Interección$$

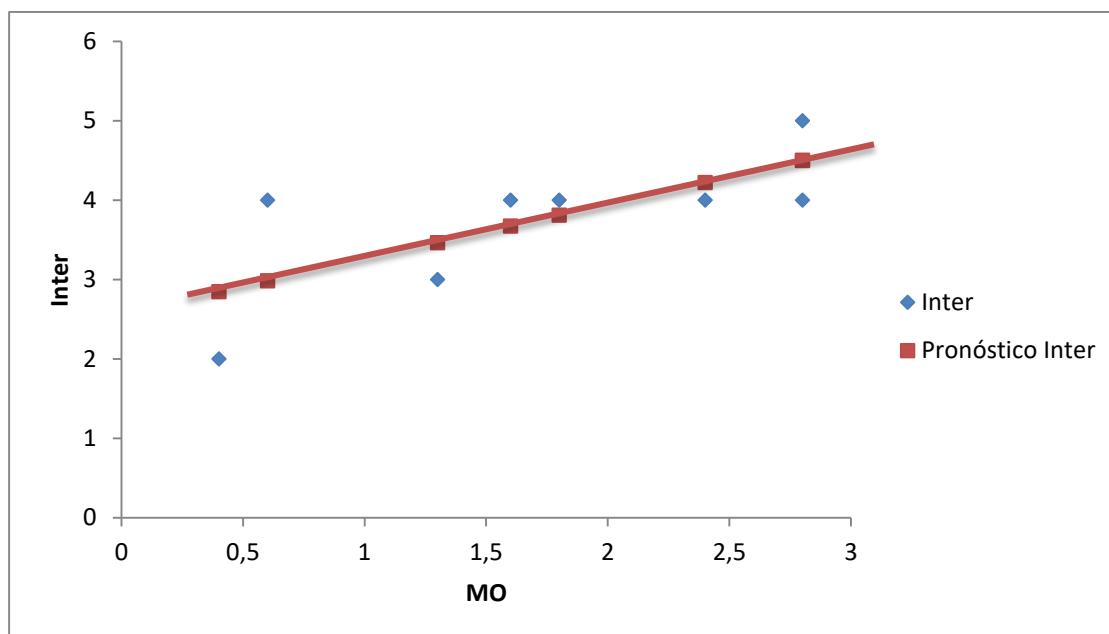


Figura 6. Curva de regresión ajustada de la materia orgánica

Estadísticas de la regresión

Coeficiente de correlación múltiple	0,71874447
Coeficiente de determinación R ²	0,51659361
R ² ajustado	0,43602588
Error típico	0,66567449
Observaciones	8

Tabla 19. Resultados de estadística de la regresión

3.3 Medidas de conservación del suelo

En correspondencia con los resultados de la evaluación cualitativa de los suelos estudiados, se proponen medidas que contribuyen a la conservación de los agrosistemas. Estas son algunas de las prácticas agrotécnicas que se pueden proponer, debido a que son técnicas orgánicas y agroecológicas no convencionales utilizadas por los agricultores para la conservación del suelo:

- Los cultivos de cobertura protegen la materia orgánica y la superficie permitiendo el desarrollo de microorganismos. La cobertura permite una temperatura constante que mantiene un óptimo crecimiento microbiano.
- La elaboración de compost es el resultado de una fermentación aeróbica entre la materia prima orgánica y las condiciones de temperatura y humedad, que contribuye a mejorar las condiciones químicas, físicas y biológicas del suelo.
- Rotación de cultivos, se realiza una sucesión regular de diferentes cultivos en una misma zona. Donde no existe un agotamiento constante de los nutrientes del suelo, así como una mejora en la estructura y al mismo tiempo una reducción en la incidencia de plagas, malezas y enfermedades. Hay que tener en cuenta los diferentes sistemas radiculares de los cultivos elegidos, incluidas las leguminosas para aportar nitrógeno.
- Abonos verdes, las plantas son productoras de biomasa que se utilizan como fertilizante entre hilera y la superficie de los cultivos, generalmente se utilizan en gramíneas o leguminosas. También sirven como fuente de nutrientes para los microorganismos, suministran nitrógeno, mejoran la estructura del suelo, previenen la erosión del suelo y controlan las malas hierbas. (Nivia Torres, 2017).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La cromatografía es una de las técnicas donde se puede analizar el estado de suelo para determinar parámetros cualitativos en cuestión de los minerales, material orgánico y microbiología en los suelos de sistemas productivos de cultivos ciclos cortos.

En cada una de las zonas de los cromatogramas se observó e interpretó sus diferentes tonos, formas, integración, trama y terminación de manera satisfactoria describiendo el diagnóstico del estado de salud que se encontraron en las ocho muestras de suelo de cultivo de ciclo cortó analizadas.

Para el análisis entre la comparación de las características de los cromatogramas y los resultados de laboratorio se tomó en cuenta la integración de la zona intermedia y el porcentaje de materia orgánica. Se observa como resultados la relación de un valor integración positiva y el índice de materia orgánica. Los resultados del análisis de laboratorio, en contenido de materia orgánica nos permiten concluir que el color de la zona intermedia aunque es un indicador de materia orgánica no asegura un porcentaje alto o que el suelo no está en proceso de degradación.

Se sugiere algunas medidas alternativas para mejorar la calidad de los suelos estudiados entre las cuales están: rotación de cultivos, aumento de cultivos de cobertura, incorporación de residuos de cultivos y compostaje

Recomendaciones

- Cronometrar el tiempo de reposo del papel filtro en la caja oscura para evitar su deterioro.
- Profundizar el estudio de la cromatografía de Pfeiffer en papel en los suelos de cultivo como herramienta para el diagnóstico de interpretación.
- Para la correcta interpretación de los cromatogramas se debe analizar cada zona para la identificación de sus diferentes tonos y poder diagnosticar en qué estado se encuentra el suelo.

BIBLIOGRAFÍA

- Abad Santana, F., 2018. *La cromatografía aplicada a la agroecología*. Quito: Fundación Heifer Ecuador.
- BARROS, C. E., 2020. *CONTRIBUIÇÕES DA CROMATOGRÁFIA CIRCULAR DE PFEIFFER PARA*, Araras: CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS.
- Benzing, M., 2001. *Agricultura orgánica - fundamentos para la región andina*. 1ra ed. ed. Alemania: Villinge - Schwenningern.
- Bullock, D., 2008. Crop rotation. *Critical reviews in plant sciences*, 11(4), pp. 309-326.
- Burbano, H., 2018. El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. *REVISTA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS*, 34(1), pp. 82-96.
- Carla, D. S. S., Sayonara, C. S. & Francisco, d. S. L., 2021. *MÉTODOS E TÉCNICAS PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL*. Vol.3 ed. Guarujá : Científica digital.
- Cavazos, T. & Rodríguez, O., 1992. *Manual de prácticas de física de suelos*. primera ed. Mexico : Trillas, S.A deC.V.,.
- Cercado Quiñonez, E. A., 2021 . *EVALUACION CUALITATIVA DE SUELOS DE LA PARROQUIA COLONCHE MEDIANTE CROMATOGRÁFIA DE PFEIFFER*, La Libertad : s.n.
- CICEANA, 2018. Ciclo del Nitrógeno. *Centro de Información y Comunicación Ambiental de Norte América A.C.*, p. 5.
- Contarato Pilon, L., Cardoso, J. H. & Sanches Medeiros, F., 2018. *Guia Prático de Cromatografia de Pfeiffer*. I ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado.
- Coyne, M., 2000. *Microbiología del suelo: un enfoque exploratorio*. 1er ed. ed. Madrid - España: Paraninfo.
- FAO, 2000. *ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN*. [En línea]
Available at: https://www.fao.org/3/w1309s/w1309s04.htm#P5_56
- Gliessman, S. R., 2002. *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. Turrialba: CATIE.
- Jaramillo, D. F., 2002. Introducción a la ciencia del suelo. En: *PROCEDIMIENTO PARA CLASIFICAR UN SUELO CON EL SISTEMA USDA*. Medellín: AGROSAVIA, p. 511.
- Lerma, H., Combatt, E. & Palencia, L., 2015. Efecto de la temperatura sobre los coloides de. *Revista De Ciencias*, 23(2), pp. 94-103.
- López, A. J., 2005. *Manual de Edafología*. Agrícola de la Universidad ed. Sevilla: Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química.
- Margulis, L. & D. S., 1995. *¿Qué es la vida?*. s.l.:Metatemas.
- Masats, J., 2021. *Botanical*. [En línea]
Available at: <https://www.botanical-online.com/cultivo/suelo-arcilloso-caracteristicas>
[Último acceso: 21 Diciembre 2021].
- Medina Saavedra, T., Arroyo Figueroa, G. & Peña Caballero, V., 2018. Cromatografía de Pfeiffer en el análisis de suelos de sistemas productivos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícola*, 9(3), p. 671.
- Medina Saavedra, T., Arroyo Figueroa, G. & Peña Caballero, V., 2018. Cromatografía de Pfeiffer en el análisis de suelos de sistemas productivos. *Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 9(3), p. 671.
- Mohler, C., Johnson, S. E. & Mohler, Charles; Johnson, Sue Ellen, 2009. *CROP ROTATION ON ORGANIC FARMS*. New York: Plant and Life Sciences Publishing (PALS).

- Morris, R., 1984. *A chromatographic approach to the diagnosis of humus quality and some implications for forest management.*, s.l.: s.n.
- Nivia Torres, I. N., 2017. *ANÁLISIS DEL USO DE LA CROMATOGRAFÍA COMO HERRAMIENTA*, Mosquera: ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE.
- Nivia, I. N., 2017. *Análisis del suelo de la cromatografía como herramienta cualitativa de diagnóstico de la fertilidad del suelo en sistemas de producción agrícola.*, Mosquera: s.n.
- Pfeiffer, E., 1947. *THE EARTH'S FACE Landscape and its relation to the health of the soil.* s.l.:Rodale press.
- Pfeiffer, E., 1984. *Chronatography applied to quality testing.* Wyoming Rhode Island: Bio- dynamics.
- Pinheiro, Restrepo , J. & Sebastian, 2011. *Cromatografía: imágenes de vida y destrucción del suelo.* COAS ed. Cali Colombia: s.n.
- Porta , J., López- Acevedo , M. & M.Poch, R., 2013. *Edafología. Uso y protección de suelos.* 3 ed. España : Mundi-Prensa.
- Restrepo, J. & S. P., 2009. *Agricultura orgánica harina de roca y la salud del suelo al alcance de todos.* Cali, Colombia: Juquira Candirú Satyagraha.
- Rucks, L. F. G. A. K. J. P. & M. H., 2004. *Propiedades físicas del suelo*, Montevideo: s.n.
- Rucks, L. y otros, 2004. *Propiedades Físicas del Suelo.* Montevideo: Universidad de la República .
- Salla, M. & Araújo, 2018. Uso de la cromatografía de Pfeiffer como indicador. *UR-MECA /UFPB.* Scielo, 13(1).
- Simon, J. I., 2014. *Manual de microbiológica en la remineralización de suelos en manos campesinas.* Michoacan: Gaia Uruapan.
- Skoog, D. A., West, D. M. & Holler, F., 1997. Introducción de los Métodos Cromatográficos . En: 4°, ed. *Fundamentos de Química Analítica.* Barcelona- Bogotá - Buenos Aires - Caracas- México: REVERTÉ,S.A., p. 665.
- Survey Staff, S., 2009. USD, Soil Conservation Service, Agricultura Handbook. No. 18,US.Gov. Print Office . En: *Munsell Soil Color Charst.* Washington,D.C.: s.n.
- Teresa, M., Gómez, M. & Salerno, C., 2013. Microbiología del Suelo. *Asociación de Ganaderos y agricultor*, Volumen III, pp. 75-80.
- USDA, 2010. *Claves para la Taxonomía de Suelos.* Onceava ed. s.l.:NRCS.
- Vivanco, J. C. y otros, 2009. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES SUELOS. *Cultivos Tropicales*, 31(1), pp. 32-40.

ANEXOS



Figura 1A. Pesado de las muestras de suelos



Figura 2A. Hidróxido de Sodio (NaOH) al 1%



Figura 3A. Nitrato de Plata al 0,5% y caja oscura.



Figura 4A. Materiales utilizados para la elaboración de los cromatogramas.



Figura 5A. Muestras de suelo con el Hidróxido de sodio (NaOH) al 1%, en reposo



Figura 6A. Impregnación de la sustancia de hidróxido de sodio y el suelo en el papel filtro



Figura 7A. Secado de los cromatogramas durante 24 horas.



Figura 8A. Espelmado de los cromatogramas

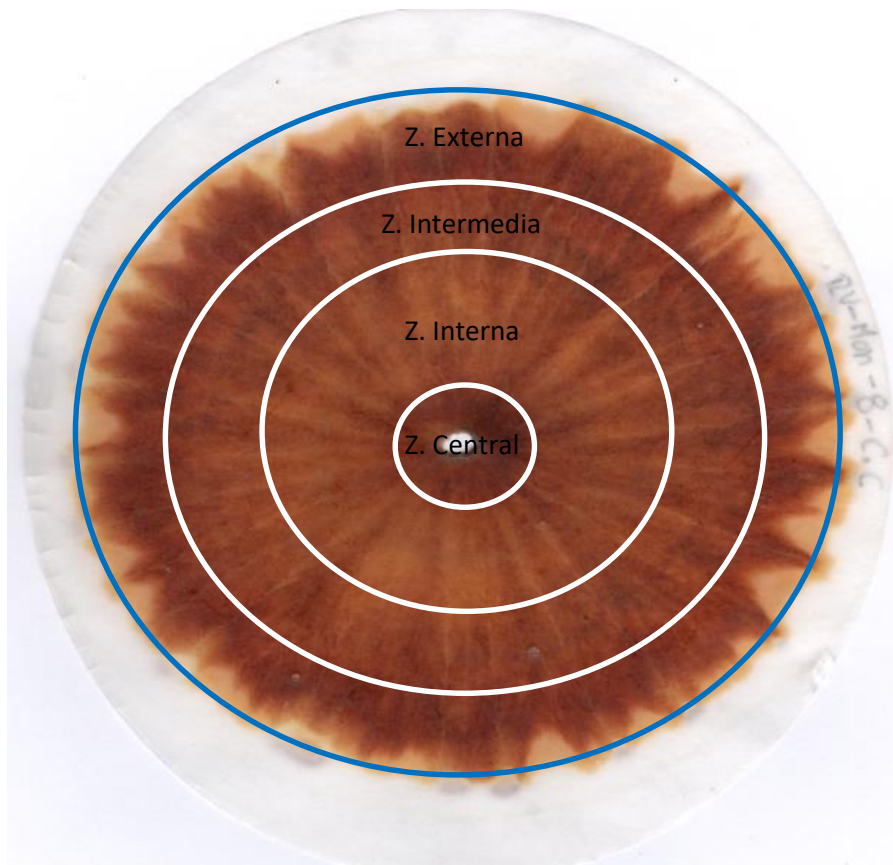


Figura 9A. Identificación de cada una de las zonas del cromatograma

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	2,84126487	2,84126487	6,4119171	0,04454865
Residuos	6	2,65873513	0,44312252		
Total	7	5,5			

Figura 10A. Análisis de varianza

	<i>Pronóstico Inter</i>	<i>Residuos</i>
1	2,84596118	-0,84596118
2	2,98371947	1,01628053
3	3,46587351	-0,46587351
4	3,67251096	0,32748904
5	3,81026925	0,18973075
6	4,22354415	-0,22354415
7	4,49906074	-0,49906074
8	4,49906074	0,50093926

Figura 11A. Análisis de los residuales



INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre :	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA	Nombre :	PROYECTO FAUNA	Informe No. :	00847
Dirección :	SANTA ELENA	Provincia :	SANTA ELENA	Responsable Muestreo :	Cliente
Ciudad :	LA LIBERTAD	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha Muestreo :	01/08/2021
Teléfono :	042781732	Parroquia :	MANGLARALTO	Fecha Ingreso :	14/12/2021
Fax :	042781971	Ubicación :	N/E	Condiciones Ambientales :	T°C: 23.0 %H: 50.0
				Factura No. :	8783
				Fecha Análisis :	17/01/2022
				Fecha Emisión :	17/01/2022
				Fecha Impresión :	19/01/2022
				Cultivo Actual :	VARIOS

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ug/ml												
			* NH ₄	* P	K	* Ca	* Mg	* S	* Zn	Cu	*Fe	* Mn	* B	* Cl	
75247	ID 01-CÓDIGO Mg-MON01-BC	6.3 LAc	21 M	66 A	1619 A	4618 A	664 A								
75248	ID 02-CÓDIGO Mg-MON02-BC	6.3 LAc	16 B	34 A	1042 A	3923 A	670 A								
75249	ID 03-CÓDIGO Mg-MON03-BC	6.6 PN	20 B	62 A	1511 A	4290 A	564 A								
75250	ID 04-CÓDIGO Mg-MON04-BC	6.8 PN	21 M	52 A	1843 A	4178 A	646 A								
75251	ID 05-CÓDIGO Mg-MON05-BC	5.8 MeAc	25 M	88 A	1519 A	4787 A	596 A								
75252	ID 06-CÓDIGO Mg-MON06-BC	6.6 PN	19 B	55 A	1431 A	4140 A	591 A								
75253	ID 07-CÓDIGO Mg-MON07-BC	6.8 PN	19 B	48 A	1587 A	4151 A	502 A								
75254	ID 08-CÓDIGO Mg-MON08-BC	7.6 LAI	6 B	127 A	657 A	4465 A	245 A								
75255	ID 09-CÓDIGO Mg-MON01-CC	7.5 PN	17 B	39 A	964 A	4043 A	693 A								
75256	ID 10-CÓDIGO Mg-MON02-CC	6.9 PN	11 B	40 A	925 A	3783 A	716 A								
75257	ID 11-CÓDIGO Mg-MON03-CC	7.3 PN	5 B	32 A	574 A	4298 A	575 A								
75258	ID 12-CÓDIGO Mg-MON04-CC	7.6 LAI	14 B	46 A	919 A	4133 A	812 A								
75259	ID 13-CÓDIGO Mg-MON05-CC	6.7 PN	17 B	63 A	640 A	4823 A	933 A								
75260	ID 14-CÓDIGO Mg-MON06-CC	7.8 LAI	25 M	215 A	1493 A	4757 A	900 A								

Interpretación	pH	
NH ₄ , P, K, Ca, Mg, S	MAc = Muy Acido	N = Neutro
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	Ac = Acido	LAI = Lig Alcalino
B = Bajo	MeAc = Med Acido	MeAl = Med Alcalino
M = Medio	LAc = Lig Acido	Al = Alcalino
A = Alto	PN = Prac. Neutro	RC = Requiere Cal

Determinación	Metodología	Extractante
NH ₄ , P	Colorimetría	Olsen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fesfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
pH	Potenciométrica	Suelo: agua (1:2.5)

Niveles de Referencia Optimos		
Medio (ug/ml)		
NH ₄ 20 - 40	Mg 121.5 - 243	Fe 20 - 40
P 10 - 20	S 10 - 20	Mn 5 - 15
K 78 - 156	Zn 2.0 - 7.0	B 0.5 - 1.0
Ca 800 - 1600	Cu 1.0 - 4.0	Cl 17 - 34

N/E = No entregado

<LC = Menor al Límite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al SAE.

Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al SAE.

** Ensayo subcontratado

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

Los datos marcados con cursiva y subrayados son proporcionados por el cliente

Responsable Técnico del Laboratorio

Mgs. Diana Acosta J.

Figura 12A. Informe de análisis de suelo en Manglaralto



**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**
Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
Teléfono: 042724260 - 042724119 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL SAE
N°OAE LE C 11-007

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre :	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA
Dirección :	SANTA ELENA
Ciudad :	LA LIBERTAD
Teléfono :	042781732
Fax :	042781971

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre :	PROYECTO FAUNA
Provincia :	SANTA ELENA
Cantón :	SANTA ELENA
Parroquia :	MANGLARALTO
Ubicación :	N/E

DATOS DE LA MUESTRA			
Informe No. :	00847	Factura No. :	8783
Responsable Muestreo :	Cliente	Fecha Análisis :	17/01/2022
Fecha Muestreo :	01/08/2021	Fecha Emisión :	17/01/2022
Fecha Ingreso :	14/12/2021	Fecha Impresión :	19/01/2022
Condiciones Ambientales :	T°C:23.0 %H: 50.0	Cultivo Actual :	VARIOS

N° Laborat.	Identificación	* Textura (%)			* Clase Textural	meq/100ml			mS/cm	(*)	meq/100ml					Ca	Mg	Ca+Mg
		Arena	Limo	Arcilla		* Al+H	* Al	* Na			* M.O.	K	* Ca	* Mg	Σ Bases			
75247	ID 01-CÓDIGO Mg-MON01-BC										3.50 M	4.15 A	23.09 A	5.47 A	32.71	4.23 M	1.32 B	6.88 B
75248	ID 02-CÓDIGO Mg-MON02-BC										2.70 B	2.67 A	19.62 A	5.51 A	27.80	3.56 M	2.06 B	9.41 B
75249	ID 03-CÓDIGO Mg-MON03-BC										3.40 M	3.87 A	21.45 A	4.64 A	29.97	4.62 M	1.20 B	6.73 B
75250	ID 04-CÓDIGO Mg-MON04-BC										3.50 M	4.73 A	20.89 A	5.32 A	30.93	3.93 M	1.13 B	5.55 B
75251	ID 05-CÓDIGO Mg-MON05-BC										4.10 M	3.89 A	23.94 A	4.91 A	32.74	4.88 M	1.26 B	7.40 B
75252	ID 06-CÓDIGO Mg-MON06-BC										3.10 B	3.67 A	20.70 A	4.86 A	29.23	4.26 M	1.33 B	6.97 B
75253	ID 07-CÓDIGO Mg-MON07-BC										3.20 M	4.07 A	20.76 A	4.13 A	28.96	5.02 M	1.02 B	6.12 B
75254	ID 08-CÓDIGO Mg-MON08-BC										1.00 B	1.68 A	22.33 A	2.02 A	26.03	11.0 A	1.20 B	14.45 M
75255	ID 09-CÓDIGO Mg-MON01-CC										2.80 B	2.47 A	20.22 A	5.70 A	28.39	3.54 M	2.31 B	10.49 B
75256	ID 10-CÓDIGO Mg-MON02-CC										1.80 B	2.37 A	18.92 A	5.89 A	27.18	3.21 M	2.48 B	10.46 B
75257	ID 11-CÓDIGO Mg-MON03-CC										0.90 B	1.47 A	21.49 A	4.73 A	27.69	4.54 M	3.22 M	17.82 M
75258	ID 12-CÓDIGO Mg-MON04-CC										2.40 B	2.36 A	20.67 A	6.68 A	29.70	3.09 M	2.84 M	11.61 B
75259	ID 13-CÓDIGO Mg-MON05-CC										2.80 B	1.64 A	24.12 A	7.68 A	33.44	3.14 M	4.68 M	19.37 M
75260	ID 14-CÓDIGO Mg-MON06-CC										4.10 M	3.83 A	23.79 A	7.41 A	35.02	3.21 M	1.93 B	8.15 B

Interpretación	
Al+H, Al, Na	C.E.
Ad = Adecuado	NS = No Salino
LT = Ligeram. Tóxico	LS = Lig. Salino
T = Tóxico	S = Salino
	MS = Muy Salino

Abreviaturas
C.E. Conductividad Eléctrica
M.O. Materia Orgánica
C.IC Capacidad de Intercambio Catiónico

Determinación	Metodología	Extractante
M.O.	Walkley Black	Dicromato de K
C.IC		Acetato de Amonio
Na		Cloruro de Bario
C.E.	Extracto de pasta saturada	Agua

Lig. Tóxico meq/100mL	Lig. Salino (dS/m)	Niveles de Referencia			
		Medio	Medio (meq/100mL)		
Al + H 0.51 - 1.5	C.E. 2.0 - 4.0	Ca/Mg 2.0 - 8.0	K 0.2 - 0.4		
Al 0.31 - 1.0	Medio (%)	Mg/K 2.5 - 10.0	Ca 4 - 8		
Na 0.5 - 1.0	M.O. 3.1 - 5.0	(Ca+Mg)/K 12.5 - 50.0	Mg 1 - 2		

N/E = No entregado

<LC = Menor al Límite de Cuantificación
Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al SAE.
Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al SAE
** Ensayo subcontratado.
Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad
Los datos marcados con cursiva y subrayados son proporcionados por el cliente

Responsable Técnico del Laboratorio

Mgs. Diana Acosta J.

Figura 13A. Informe de análisis de suelo en Manglaralto



ESTACIÓN EXPERIMENTAL LITORAL SUR

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 26 Vía Duran - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador

Teléfono: 042724260 fax: 042724261 e-mail: labsuelos.ecls@iniap.gob.ec



Gobierno Nacional de la República del Ecuador

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA	Nombre	PROYECTO FAUNA	Informe N°.	00847 A	Factura N°	8783
Dirección	SANTA ELENA	Provincia	SANTA ELENA	Resp/ Muestreo	Cliente	Fecha/Análisis	20/01/2022
Ciudad	LA LIBERTAD	Cantón	SANTA ELENA	Fecha/ Muestreo	01/08/2021	Fecha/Emisión	21/01/2022
Teléfono	042781732	Parroquia	MANGLARALTO	Fecha/ Ingreso	14/12/2021	Fecha/Impresión	25/01/2022
Fax	042781971	Ubicación	N/E	Cultivo Actual	VARIOS		

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

No. Laboratorio	IDENTIFICACION MUESTRA	Al ³⁺ +H ⁺ Meq/100	D. APARENTE g/cm ³	M.O. %	NO ₃ ug/ml	N. TOTAL %	HUMEDAD %	C.I.C. / meq/100 gramos						
								Na	K	Ca	Mg	Suma	CIC	
75247	ID 01 - CÓDIGO Mg-MON01-BC					0,39		-	-	-	-	-	-	-
75248	ID 02 - CÓDIGO Mg-MON02-BC					0,30		1,33	6,49	34,55	6,97	49	52	
75249	ID 03 - CÓDIGO Mg-MON03-BC					0,39		1,18	15,97	32,86	6,80	57	60	
75250	ID 04 - CÓDIGO Mg-MON03-BC					0,36		1,01	17,16	30,23	6,86	55	56	
75251	ID 05 - CÓDIGO Mg-MON05-BC					0,39		0,80	16,75	27,30	7,09	52	54	
75252	ID 06 - CÓDIGO Mg-MON06-BC					0,30		1,07	16,73	30,24	6,64	55	56	
75253	ID 07 - CÓDIGO Mg-MON07-BC					0,30		0,83	16,61	31,39	5,77	55	56	
75254	ID 08 - CÓDIGO Mg-MON08-BC					0,21		0,23	2,29	20,74	1,25	25	28	
75255	ID 09 - CÓDIGO Mg-MON01-CC					0,30		2,10	5,44	32,26	6,90	47	50	
75256	ID 10 - CÓDIGO Mg-MON02-CC					0,27		1,83	5,74	28,52	6,51	43	54	
75257	ID 11 - CÓDIGO Mg-MON03-CC					0,21		1,79	4,43	32,19	5,58	44	50	
75258	ID 12 - CÓDIGO Mg-MON04-CC					0,30		1,12	4,76	34,24	7,79	48	50	
75259	ID 13 - CÓDIGO Mg-MON05-CC					0,30		1,22	3,62	28,55	8,72	42	54	
75260	ID 14 - CÓDIGO Mg-MON06-CC					0,36		1,25	12,94	30,28	10,08	55	56	

METODOLOGIAS	
Al ³⁺ +H ⁺	Extractante de Cloruro de Potasio 1N.
D.APARENTE	Método del Terrón Parafinado.
M.ORGANICA	Método de Walkley y Black.
NO ₃	Método Colorimétrico.
N. TOTAL	Método Microkjeldahl.
% HUMEDAD	Método Gravimétrico.
C.I.C	Extractante Acetato de Amonio pH 7.

Ing. Diana Acosta Jaramillo
Responsable Técnico Laboratorio

Figura 14A. Reporte de análisis de suelo en Manglaralto



**ESTACION EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS**
Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
Teléfono: 042724260 - 042724119 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec

LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO POR EL SAE
N°OAE LE C 11-007

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre :	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA	Nombre :	PROYECTO FAUNA	Informe No. :	00848
Dirección :	SANTA ELENA	Provincia :	SANTA ELENA	Responsable Muestreo :	Cliente
Ciudad :	LA LIBERTAD	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha Muestreo :	01/08/2021
Teléfono :	042781732	Parroquia :	SANTA ELENA	Fecha Ingreso :	14/12/2021
Fax :	042781971	Ubicación :	RÍO VERDE	Condiciones Ambientales :	T°C: 23.0 %H: 50.0
				Factura No. :	8783
				Fecha Análisis :	17/01/2022
				Fecha Emisión :	17/01/2022
				Fecha Impresión :	19/01/2022
				Cultivo Actual :	VARIOS

N° Laborat.	Identificación del Lote	pH	ug/ml												
			* NH ₄	* P	K	* Ca	* Mg	* S	* Zn	Cu	*Fe	*Mn	*B	* Cl	
75261	ID 15-CÓDIGO Rv-MON01-BC	6.3 LAc	9 B	71 A	534 A	2568 A	573 A								
75262	ID 16-CÓDIGO Rv-MON02-BC	6.0 MeAc	11 B	69 A	479 A	2801 A	500 A								
75263	ID 17-CÓDIGO Rv-MON03-BC	5.9 MeAc	6 B	54 A	403 A	2144 A	564 A								
75264	ID 18-CÓDIGO Rv-MON04-BC	6.0 MeAc	9 B	11 M	293 A	3145 A	845 A								
75265	ID 19-CÓDIGO Rv-MON05-BC	6.3 LAc	5 B	20 M	303 A	2323 A	652 A								
75266	ID 20-CÓDIGO Rv-MON06-BC	6.6 PN	16 B	12 M	409 A	4154 A	626 A								
75267	ID 21-CÓDIGO Rv-MON07-BC	6.5 LAc	7 B	8 B	326 A	4054 A	997 A								
75268	ID 22-CÓDIGO Rv-MON08-BC	6.1 LAc	5 B	37 A	420 A	2222 A	547 A								
75269	ID 23-CÓDIGO Rv-MON01-CC	6.5 LAc	8 B	30 A	476 A	3287 A	863 A								
75270	ID 24-CÓDIGO Rv-MON02-CC	6.8 PN	3 B	14 M	195 A	3367 A	947 A								
75271	ID 25-CÓDIGO Rv-MON03-CC	6.7 PN	4 B	17 M	290 A	4661 A	1022 A								
75272	ID 26-CÓDIGO Rv-MON04-CC	6.3 LAc	4 B	26 A	349 A	4592 A	1034 A								
75273	ID 27-CÓDIGO Rv-MON05-CC	6.7 PN	4 B	16 M	262 A	4037 A	956 A								
75274	ID 28-CÓDIGO Rv-MON06-CC	7.0 N	7 B	14 M	240 A	4235 A	1050 A								
75275	ID 29-CÓDIGO Rv-MON07-CC	6.7 PN	7 B	26 A	302 A	4287 A	1133 A								
75276	ID 30-CÓDIGO Rv-MON08-CC	6.4 LAc	10 B	18 M	327 A	4710 A	915 A								

Interpretación	pH	
NH ₄ , P, K, Ca, Mg, S	MAc = Muy Acido	N = Neutro
Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	Ac = Acido	LAl = Liq. Alcalino
B = Bajo	MeAc = Med. Acido	MeAl = Med. Alcalino
M = Medio	LAc = Lig. Acido	Al = Alcalino
A = Alto	PN = Prac. Neutro	RC = Requiere Cal

Determinación	Metodología	Extractante
NH ₄ , P	Colorimetría	Cisen
K, Ca, Mg	Absorción	Modificado
Zn, Cu, Fe, Mn	Atómica	pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
pH	Potenciométrica	Suelo: agua (1:2.5)

Niveles de Referencia Optimos		
Medio (ug/ml)		
NH ₄ 20 - 40	Mg 121.5 - 243	Fe 20 - 40
P 10 - 20	S 10 - 20	Mn 5 - 15
K 78 - 156	Zn 2.0 - 7.0	B 0.5 - 1.9
Ca 800 - 1600	Cu 1.0 - 4.0	Cl 17 - 34

NE = No entregado

<LC = Menor al Limite de Cuantificación

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo

Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al SAE.

Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al SAE.

** Ensayo subcontratado

Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad

Los datos marcados con cursiva y subrayados son proporcionados por el cliente

Responsable Técnico del Laboratorio

Mgs. Diana Acosta J.

Figura 15A. Informe de análisis de suelo en Río Verde



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 26 Vía Durán - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador
 Teléfono: 042724260 - 042724119 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec

LABORATORIO DE ENSAYO
 ACREDITADO POR EL SAE
 N°OAE LE C 11-007

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre :	UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA	Nombre :	PROYECTO FAUNA	Informe No. :	00848	Factura No. :	8783
Dirección :	SANTA ELENA	Provincia :	SANTA ELENA	Responsable Muestreo :	Cliente	Fecha Análisis :	17/01/2022
Ciudad :	LA LIBERTAD	Cantón :	SANTA ELENA	Fecha Muestreo :	01/08/2021	Fecha Emisión :	17/01/2022
Teléfono :	042781732	Parroquia :	SANTA ELENA	Fecha Ingreso :	14/12/2021	Fecha Impresión :	19/01/2022
Fax :	042781971	Ubicación :	RIO VERDE	Condiciones Ambientales :	T°C:23.0 %H: 50.0	Cultivo Actual :	VARIOS

N° Laborat.	Identificación	* Textura (%)			* Clase Textural	meq/100ml			mS/cm	C.E.	* M.O. (%)	meq/100ml			Σ Bases	Ca	Mg	Ca+Mg						
		Arena	Limo	Arcilla		* Al+H	* Al	* Na				* Ca	* Mg	Mg		K	K							
75261	ID 15-CÓDIGO Rv-MON01-BC									1.50	B	1.37	A	12.84	A	4.72	A	18.93	2.72	M	3.44	M	12.82	M
75262	ID 16-CÓDIGO Rv-MON02-BC									1.80	B	1.23	A	14.01	A	4.12	A	19.35	3.40	M	3.35	M	14.75	M
75263	ID 17-CÓDIGO Rv-MON03-BC									1.00	B	1.03	A	10.72	A	4.64	A	16.40	2.31	M	4.49	M	14.87	M
75264	ID 18-CÓDIGO Rv-MON04-BC									1.50	B	0.75	A	15.73	A	6.95	A	23.43	2.26	M	9.26	M	30.19	M
75265	ID 19-CÓDIGO Rv-MON05-BC									0.90	B	0.78	A	11.62	A	5.37	A	17.76	2.16	M	6.91	M	21.86	M
75266	ID 20-CÓDIGO Rv-MON06-BC									2.70	B	1.05	A	20.77	A	5.15	A	26.97	4.03	M	4.91	M	24.72	M
75267	ID 21-CÓDIGO Rv-MON07-BC									1.20	B	0.84	A	20.27	A	8.21	A	29.31	2.47	M	9.82	M	34.07	M
75268	ID 22-CÓDIGO Rv-MON08-BC									0.90	B	1.08	A	11.11	A	4.50	A	16.69	2.47	M	4.18	M	14.50	M
75269	ID 23-CÓDIGO Rv-MON01-CC									1.30	B	1.22	A	16.44	A	7.10	A	24.76	2.31	M	5.82	M	19.29	M
75270	ID 24-CÓDIGO Rv-MON02-CC									0.40	B	0.50	A	16.84	A	7.79	A	25.13	2.16	M	15.56	A	49.26	M
75271	ID 25-CÓDIGO Rv-MON03-CC									0.60	B	0.74	A	23.31	A	8.41	A	32.46	2.77	M	11.37	A	42.65	M
75272	ID 26-CÓDIGO Rv-MON04-CC									0.70	B	0.89	A	22.96	A	8.51	A	32.37	2.70	M	9.51	M	35.17	M
75273	ID 27-CÓDIGO Rv-MON05-CC									0.60	B	0.67	A	20.19	A	7.87	A	28.73	2.57	M	11.77	A	41.76	M
75274	ID 28-CÓDIGO Rv-MON06-CC									1.20	B	0.62	A	21.18	A	8.64	A	30.43	2.45	M	14.06	A	48.45	M
75275	ID 29-CÓDIGO Rv-MON07-CC									1.20	B	0.77	A	21.44	A	9.33	A	31.53	2.30	M	12.06	A	39.72	M
75276	ID 30-CÓDIGO Rv-MON08-CC									1.60	B	0.84	A	23.55	A	7.53	A	31.92	3.13	M	8.98	M	37.07	M

Interpretación	
Al+H, Na	C.E.
Ad = Adecuado	NS = No Salino
LT = Ligeram. Tóxico	LS = Lig. Salino
T = Tóxico	S = Salino
	MS = Muy Salino

Abreviaturas
C.E. Conductividad Eléctrica
M.O. Materia Orgánica
CIC Capacidad de Intercambio Catiónico

Determinación	Metodología	Extractante
M.O.	Walkley Black	Dicromato de K
CIC		Acetato de Amonio
Na		Cloruro de Bario
C.E.	Extracto de pasta saturada	Agua

Lig. tóxico meq/100ml	Niveles de Referencia		
	Lig. Salino (dS/m)	Medio	Medio (meq/100ml)
Al + H 0.51 - 1.5	C.E. 2.0 - 4.0	Ca/Mg 2.0 - 8.0	K 0.2 - 0.4
Al 0.31 - 1.0	Medio (%)	Mg/K 2.5 - 10.0	Ca 4 - 8
Na 0.5 - 1.0	M.O. 3.1 - 5.0	(Ca+Mg)/K 12.5 - 50.0	Mg 1 - 2

N/E = No entregado

<LC = Menor al Límite de Cuantificación
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación solicitado al SAE.
 Las opiniones, interpretaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación solicitado al SAE.
 ** Ensayo subcontratado.
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a copiar que sea en su totalidad.
 Los datos marcados con cursiva y subrayados son proporcionados por el cliente

Responsable Técnico del Laboratorio

Vgs. Diana Acosta J.

Figura 16A. Informe de análisis de suelo en Río Verde



ESTACIÓN EXPERIMENTAL LITORAL SUR

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 26 Vía Duran - Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi - Guayas - Ecuador

Teléfono: 042724260 fax: 042724261 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec



Gobierno Nacional de la República del Ecuador

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA			
Nombre	UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA	Nombre	PROYECTO FAUNA	Informe N°.	00848 A	Factura N°	8783
Dirección	SANTA ELENA	Provincia	SANTA ELENA	Resp/ Muestreo	Cliente	Fecha/Análisis	20/01/2022
Ciudad	LA LIBERTAD	Cantón	SANTA ELENA	Fecha/ Muestreo	01/08/2021	Fecha/Emisión	21/01/2022
Teléfono	042781732	Parroquia	SANTA ELENA	Fecha/ Ingreso	14/12/2021	Fecha/Impresión	25/01/2022
Fax	042781971	Ubicación	RÍO VERDE	Cultivo Actual	VARIOS		

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

No. Laboratorio	IDENTIFICACION MUESTRA	Al ³⁺ +H ⁺ Meq/100	D. APARENTE g/cm ³	M.O. %	NO ₃ ug/ml	N. TOTAL %	HUMEDAD %	C.I.C. / meq/100 gramos					
								Na	K	Ca	Mg	Suma	CIC
75261	ID 15 - CÓDIGO Rv-MON01-BC					0,24		0,08	2,56	9,18	3,96	16	18
75262	ID 16 - CÓDIGO Rv-MON02-BC					0,21		0,10	2,18	8,73	3,29	14	16
75263	ID 17 - CÓDIGO Rv-MON03-BC					0,21		0,16	1,84	7,33	3,67	13	26
75264	ID 18 - CÓDIGO Rv-MON04-BC					0,24		-	-	-	-	-	-
75265	ID 19 - CÓDIGO Rv-MON05-BC					0,15		0,12	0,57	8,00	4,12	13	16
75266	ID 20 - CÓDIGO Rv-MON06-BC					0,27		0,17	1,14	17,12	5,62	24	26
75267	ID 21 - CÓDIGO Rv-MON07-BC					0,15		0,34	0,86	15,97	7,47	25	26
75268	ID 22 - CÓDIGO Rv-MON08-BC					0,21		0,11	1,14	6,04	3,21	11	12
75269	ID 23 - CÓDIGO Rv-MON01-CC					0,24		0,52	1,70	12,43	6,13	21	22
75270	ID 24 - CÓDIGO Rv-MON02-CC					0,21		0,92	0,58	16,02	6,95	24	26
75271	ID 25 - CÓDIGO Rv-MON03-CC					0,18		0,93	0,90	21,58	8,25	32	44
75272	ID 26 - CÓDIGO Rv-MON04-CC					0,24		0,50	0,99	18,66	8,22	28	30
75273	ID 27 - CÓDIGO Rv-MON05-CC					0,20		0,51	0,71	17,10	7,52	26	38
75274	ID 28 - CÓDIGO Rv-MON06-CC					0,20		2,38	0,74	18,35	8,74	30	32
75275	ID 29 - CÓDIGO Rv-MON07-CC					0,20		0,56	1,02	18,76	9,37	30	32
75276	ID 30 - CÓDIGO Rv-MON08-CC					0,30		-	-	-	-	-	-

METODOLOGIAS	
Al ³⁺ +H ⁺	Extractante de Cloruro de Potasio 1N.
D.APARENTE	Método del Terrón Parafinado.
M.ORGANICA	Método de Walkley y Black.
NO ₃	Método Colorimétrico.
N. TOTAL	Método Microkjeldahl.
% HUMEDAD	Método Gravimétrico.
C.I.C	Extractante Acetato de Amonio pH 7.


Ing. Digna Acosta Jaramillo
Responsable Técnico Laboratorio

Figura 17A. Reporte de análisis de suelo en Río Verde

