

ANÁLISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Análisis práctico de la técnica “cromatografía de PFEIFFER” en la finca el guacal, ubicada en la vereda santa elena del municipio de Barichara, Santander

Tulio Esteban Lozano Vesga

Trabajo de Grado para presentado como requisito para optar al título de
Profesional en Producción Agroindustrial

Director:
Jennifer Ricaurte Galvis
Ingeniera Agrícola

Universidad Industrial de Santander
Instituto de Proyección Regional y Educación a distancia IPRED
Bucaramanga
2021

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Dedicatoria

A la flor más hermosa de mi árbol de vida, Rosa Delia, que afortunado soy de tenerte como madre, rendirse jamás en una opción, con eso me enseñaste todo en la vida.

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Agradecimientos

A Dios por ser mi fuente y respaldo para obtener nuevos conocimientos y colocarlos al servicio de la humanidad.

A mis padres, quienes me trajeron a este plano, las manos obrantes en mí existir, ellos mí referente para hacer realidad mis propósitos.

Al señor Francisco Ortiz y la señora Elda Zambrano, propietarios de la finca el guacal, por permitirme ejecutar mi proyecto, aprender de sus conocimientos ancestrales y por colocar todo su interés para aprender y aplicar la técnica de cromatografía cualitativa como herramienta de diagnóstico de suelos.

A los docentes, por todo su apoyo en brindar con la mayor ética profesional sus conocimientos, competencias y habilidades para fortalecer las mías.

A la fundación sueños de paz de Bancolombia, por el apoyo brindado para materializar este anhelado propósito.

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Tabla de Contenido

| | |
|---|----|
| Introducción | 11 |
| 1. Objetivos..... | 14 |
| 1.1 Objetivo General..... | 14 |
| 1.2 Objetivos Específicos | 14 |
| 2. Cuerpo del trabajo..... | 14 |
| 2.1 Marco Referencial..... | 14 |
| 2.1.1 Método | 34 |
| 2.1.1.1 Hipótesis..... | 34 |
| 2.1.1.2 Definición de Variables..... | 34 |
| 2.1.2 Resultados | 34 |
| 2.1.2.1 Ubicación de los lotes el Molino y el Caney. | 35 |
| 2.1.2.2 Detalle de actividades en el campo y laboratorio | 37 |
| 2.1.2.3 Detalle de resultados de cromatografía al lote el Molino. | 39 |
| 2.1.2.4 Detalle de resultados de cromatografía al lote el Caney..... | 51 |
| 2.1.2.5 Análisis comparativo entre los resultados de suelos convencionales y los resultados de la cromatografía cualitativa. | 61 |
| 2.1.2.6 Informe de hallazgos evidenciados en lotes el molino y el caney | 65 |
| 3. Conclusiones..... | 66 |
| 4. Recomendaciones | 68 |
| Referencias Bibliográficas | 70 |
| Apéndices..... | 71 |

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Lista de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 Características Físicas de las Texturas del Suelo..... | 15 |
| Tabla 2 Características Químicas del Suelo..... | 16 |
| Tabla 3 Características Biológicas del Suelo..... | 17 |
| Tabla 4 Análisis Comparativo Lote el Molino..... | 63 |
| Tabla 5 Análisis Comparativo Lote el Caney | 64 |

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 Zonas que componen el cromatograma | 28 |
| Figura 2 Detalle Cromatográfico Colores de los Suelos | 31 |
| Figura 3 Evolución Radial de los Cromatogramas | 32 |
| Figura 4 Características de la Terminación de los Dientes de un Cromatograma | 33 |
| Figura 5 Ubicación Lote el Molino | 35 |
| Figura 6 Ubicación Lote el Caney | 36 |
| Figura 7 Profundidad de Extracción Muestras Lote el Molino | 37 |
| Figura 8 Profundidad de Extracción Muestras Lote el Caney | 38 |
| Figura 9 Cromatograma Lote el Molino Muestra 1 | 40 |
| Figura 10 Cromatograma Lote el Molino Muestra 2 | 41 |
| Figura 11 Cromatograma Lote el Molino Muestra 3 | 42 |
| Figura 12 Cromatograma Lote el Molino Muestra 4 | 43 |
| Figura 13 Cromatograma Lote el Molino Muestra 5 | 45 |
| Figura 14 Cromatograma Lote el Molino Muestra 6 | 48 |
| Figura 15 Cromatograma Lote el Molino Muestra 7 | 49 |
| Figura 16 Cromatograma Lote el Caney Muestra 1 | 51 |
| Figura 17 Cromatograma Lote el Caney Muestra 2 | 52 |
| Figura 18 Cromatograma Lote el Caney Muestra 3 | 53 |
| Figura 19 Cromatograma Lote el Caney Muestra 4 | 54 |
| Figura 20 Cromatograma Lote el Caney Muestra 5 | 57 |
| Figura 21 Cromatograma Lote el Caney Muestra 6 | 59 |
| Figura 22 Cromatograma Lote el Caney Muestra 7 | 60 |

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

| | |
|---|----|
| Figura 23 Análisis Convencional de Suelos Lote el Molino..... | 62 |
| Figura 24 Análisis Convencional de Suelos Lote el Caney | 62 |

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Lista de Apéndices

| | |
|--|----|
| Apéndice A Registro Fotográfico Etapas en el Campo | 71 |
| Apéndice B Registro Fotográfico Etapas en el Laboratorio | 72 |
| Apéndice C Registro Análisis Convencional de Suelos Lote el Molino | 74 |
| Apéndice D Análisis Convencional de Suelos Lote el Caney | 75 |

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Resumen

Título: Análisis práctico de la técnica “Cromatografía de PFEIFFER” en la finca el guacal, ubicada en la vereda Santa Elena del municipio de Barichara, Santander.*

Autor: Tulio Esteban lozano Vesga **

Palabras Clave: Cromatografía, suelos, cambio climático, orgánico, agroecología

Descripción:

Una cuarta parte de la biodiversidad del planeta tierra es sostenida y albergada por los suelos, los cuales son un recurso natural no renovable que se adaptan fácilmente al cambio climático y ayudan a combatirlo a través de su participación en el ciclo del carbono, a su vez los suelos son el soporte de la vegetación que se cultiva, Existen varias técnicas, metodologías y enfoques de conservación del suelo, una de estas técnicas que permite analizar y determinar los parámetros de interpretación de los suelos de forma sencilla y a bajo costo, es la cromatografía cualitativa, quien tiene por objetivo, separar los distintos componentes de una mezcla para identificarlos y, en otros casos determina las cantidades de sus componentes. En el municipio de Barichara Santander se encuentra zonificada la vereda Santa Elena, donde está ubicada la finca el Guacal, lugar donde se cultiva café orgánico y café convencional. El propietario de esta hacienda ha venido evidenciado deterioro de la calidad del suelo lo cual ha afectado las siembras pues la producción de sus alimentos ha disminuido en cantidad y calidad lo cual impacta directamente sus ingresos y pone en riesgo el sostenimiento suyo y el de su familia.

Se buscará dar respuesta a la pregunta ¿Cuáles son las características físicas, químicas y microbiológicas de los suelos el molino y el caney de la finca el guacal? A través de la aplicación de cromatografía de Pfeiffer se busca comprender la interacción entre la materia orgánica, los minerales y la microbiología que componen dichos suelos, por ende se aplicó la técnica mencionada donde se generaron 7 cromatogramas para el lote el molino y 7 cromatogramas para el lote el caney, resultado de esta aplicación y análisis se puede concluir que la cromatografía, es una herramienta didáctica que muestra características cualitativas de los suelos como (colores, interacciones y terminaciones), las cuales son un complemento para contrastar los resultados obtenidos en los análisis convencionales de suelos, de otra parte se identifica que la aplicación continúa de esta técnica, aporta a que los agricultores incrementen sus conocimientos e identifiquen el nivel de avance o desmejora de los suelos.

* Trabajo de Grado

** Facultad: Proyección Agroindustrial. Escuela: Instituto de Proyección Regional y Educación a distancia IPRED.
Director: Jennifer Ricaurte Galvis

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Abstract

Title: Practical analysis of the "PFEIFFER Chromatography" technique in the El Guacal farm, located in the Santa Elena village of the Barichara municipality, Santander.*

Author: Tulio Esteban lozano Vesga **

Key Words: Chromatography, soils, climate change, organic, agroecology

Description:

A quarter of the biodiversity on planet earth is sustained and harbored by soils, which are a non-renewable natural resource that easily adapt to climate change and help combat it through their participation in the carbon cycle, in turn Soils are the support of the vegetation that is cultivated, There are several techniques, methodologies and approaches to soil conservation, one of these techniques that allows to analyze and determine the interpretation parameters of the soils in a simple way and at low cost, is chromatography qualitative, who has the objective of separating the different components of a mixture to identify them and, in other cases, determines the amounts of its components. In the municipality of Barichara Santander, the Santa Elena village is zoned, where the El Guacal farm is located, a place where organic coffee and conventional coffee are grown. The owner of this farm has seen deterioration in the quality of the soil, which has affected the crops, since the production of his food has decreased in quantity and quality, which directly impacts his income and puts his support and that of his family at risk.

It will seek to answer the question ¿What are the physical, chemical and microbiological characteristics of the el molino and caney soils of the el guacal farm? Through the application of Pfeiffer chromatography, the aim is to understand the interaction between organic matter, minerals and the microbiology that make up said soils, therefore the aforementioned technique was applied where 7 chromatograms were generated for the mill batch and 7 chromatograms for The Caney lot, result of this application and analysis, it can be concluded that chromatography is a didactic tool that shows qualitative characteristics of soils such as (colors, interactions and finishes), which are a complement to contrast the results obtained in the Conventional soil analysis, on the other hand it is identified that the continued application of this technique, contributes to the farmers increasing their knowledge and identifying the level of advance or deterioration of the soils.

* Degree Work

** Facultad: Proyección Agroindustrial. Escuela: Instituto de Proyección Regional y Educación a distancia IPRED.
Director: Jennifer Ricaurte Galvis

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Introducción

Una cuarta parte de la biodiversidad del planeta tierra es sostenida y albergada por los suelos, los cuales son un recurso natural no renovable que se adaptan fácilmente al cambio climático y ayudan a combatirlo a través de su participación en el ciclo del carbono, a su vez los suelos son el soporte de la vegetación que se cultiva para la producción de alimentos, productos medicinales, combustibles y fibras, adicionalmente ayudan almacenando y filtrando agua evitando así la ocurrencia frecuente de sequias o inundaciones en el planeta, por ende su conservación es fundamental para garantizar la seguridad alimentaria presente y futura (FAO, 2015)

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) América Latina y el Caribe cuenta con las mayores reservas de tierras cultivables del mundo, cerca del 47% del suelo se encuentra aún cubierto por bosques, no obstante, dicha cifra se está reduciendo apresuradamente producto de la expansión del territorio agrícola. En los últimos 50 años tomando como referencia desde 1961 hasta el año 2011, la superficie agrícola en la región aumentó notablemente, pasando de 561 a 741 millones de hectáreas, presentándose mayor expansión en América del Sur donde pasaron de tener 441 millones de hectáreas usadas en el año 1961 a reportar el uso de 607 millones de hectáreas de superficie agrícola en 2011. La expansión de la producción ha ido acompañada por el uso intensivo de insumos, degradación de suelos y aguas, lo cual impacta en la reducción de la biodiversidad y aumento en la deforestación, sumado a esto se tiene una desventaja puesto que el proceso de (re)generación del suelo es tan lento en esta zona que se advierte la importancia y se gestan programas para concientizar a la población de utilizar de forma sostenible este recurso no renovable, para evitar lamentar la carencia de su disponibilidad en el futuro. Las principales recomendaciones de la FAO, son adoptar buenas

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

prácticas para la gestión de la tierra en la actividad agropecuaria, algunas de estas sugerencias son (aumentar la cobertura vegetal y la materia orgánica de los suelos, mejorar la infiltración y retención de humedad), de modo tal que con estos aspectos se aporte a reducir la contaminación y su impacto negativo en el medio ambiente y el suelo (FAO, 2014)

Existen tantas técnicas, metodologías y enfoques de conservación del suelo, como sistemas de producción agrícola en todo el mundo, una de estas técnicas que permite analizar y determinar los parámetros de interpretación de los suelos de forma sencilla y a bajo costo, es la cromatografía cualitativa, la cual es un método físico basado en el principio de retención selectiva que tiene como objetivo separar mezclas complejas para identificar, caracterizar y medir sus componentes, esta técnica puede ser aplicada en distintas ramas de la ciencia (Restrepo; y; Pinheiro, 2011). La importancia de aplicar esta técnica en la agroecología radica en que permite determinar en suelos, abonos orgánicos y humus, aspectos como la vida del suelo, la relación entre minerales que los componen, su microbiología, la materia orgánica, humificación, el carbono presente en el suelo, equilibrio y desequilibrios, respiración del suelo, residuos tóxicos, entre otros (Santana, 2018a)

La agricultura es una de las principales actividades económicas del municipio de Barichara, Santander, se encuentran cultivos permanentes, semi-permanentes y transitorios, predominan técnicas de cultivos tradicionales que son poco productivas, sin embargo hay algunos cultivadores que han adoptado tecnologías apropiadas generando mayor productividad y por ende mejores ingresos, los cultivos predominantes son frijol, maíz, tabaco, yuca, millo, cítricos, y algunas áreas están dedicadas a la actividad caficultora y horticultura. La deforestación y el uso de prácticas agrícolas inapropiadas como el laboreo intensivo, quemas, siembras a favor de la pendiente, establecimiento de cultivos limpios, aplicación indiscriminada de agroquímicos han ocasionado que no existan bosques y una marcada pérdida de la cobertura vegetal en el municipio, lo que

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

conlleva a la presencia de suelos áridos y desérticos (Rincón Suarez, 2010). En dicho municipio se encuentra zonificada la vereda Santa Elena, donde está ubicada la finca el Guacal, lugar donde se cultiva café orgánico y café convencional. El propietario de esta hacienda ha venido evidenciado deterioro de la calidad del suelo lo cual ha afectado las siembras pues la producción de sus alimentos ha disminuido en cantidad y calidad lo cual impacta directamente sus ingresos y pone en riesgo el sostenimiento suyo y el de su familia. Una de las problemáticas más significativas que se presentan en la agricultura local, es el desconocimiento para realizar análisis de los suelos, lo cual permite determinar el diagnóstico del estado actual, el uso y la fertilidad de los mismos; por ende se considera la cromatografía cualitativa de Pfeiffer en papel circular, como una técnica alternativa e indispensable para abordar esta problemática y realizar su aplicación e implementación, en los suelos de la finca el Guacal, con el principal objetivo de ejecutar un adecuado y exacto diagnóstico que en adelante apoye la gestión sostenible del manejo de los suelos en este predio, previo a las siembras y posterior a las cosechas, de igual forma se puede replicar el uso de esta técnica en otras fincas, veredas y/o municipios para promover de esta forma la agricultura ecológica basada en el cuidado de la tierra y lograr así un incremento significativo y responsable de la producción, transformación, disponibilidad y comercialización de productos orgánicos, junto con el aumento en la generación de ingresos que a su vez aseguren la calidad de vida de los productores y la producción alimentaria presente y futura de la región.

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Analizar la técnica cromatografía cualitativa de Pfeiffer, en los suelos el molino y el caney de la finca el guacal, para conocer sus características físicas, químicas y microbiológicas.

1.2 Objetivos Específicos

Describir cualitativamente las condiciones de los cromatogramas a partir de la técnica cromatografía Pfeiffer.

Relacionar los resultados presentados por las técnicas de cromatografía de suelos con los resultados análisis de suelos convencionales.

Presentar informe de hallazgos evidenciados en los lotes el molino y el caney

2. Cuerpo del Trabajo

2.1 Marco Referencial

Las características físicas, químicas y microbiológicas presentes en los suelos nos muestran la calidad y salud de estos, podemos observarlas o percibir las en las plantas que crecen y se desarrollan en ellos. Existen herramientas o técnicas de análisis de suelos que permiten determinar zonas de distinta calidad en un mismo suelo, realizar un manejo de recuperación específico en un

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

sitio determinado, hacer seguimiento a las actividades agrícolas implementadas para validar los efectos del manejo realizado y asegurar que se encuentre en condiciones óptimas (Pfeiffer, 1992)

A continuación, se detallan las diferentes características así:

Tabla 1

Características Físicas de las Texturas del Suelo

| Textura | Mineral Predominante | Características |
|------------------|---|---|
| Arenosa | Arena (0,05-2) mm Son en su gran mayoría fragmentos de roca de cuarzo y variables de otros minerales primarios. | -Suelos livianos -Ásperos al tacto -Buena porosidad -Buena aireación Alta capacidad de infiltración -Buen drenaje -Baja retención de humedad -Baja retención de nutrientes -Baja fertilidad -Fáciles para laborar |
| Limosa | Limo (0,05-0,002) mm Conformados por materiales heredados o transformados, su composición mineralógica se parece a las arcillas. | -Seco parece talco -Húmedo es suave tipo jabonoso, pero no pegajoso -Muy húmedo muestra apariencia de barro -posee características intermedias entre los suelos arenosos y arcillosos |
| Arcillosa | Arcilla (<0,002) mm Conformados por varios minerales secundarios que se clasifican en: <ul style="list-style-type: none"> • Filosilicatos (caolinitica, ilita, montmorillonita, vermiculita entre otros) • No Filosilicatos (cuarzos, óxidos e hidróxidos de hierro y aluminio y carbonato de calcio) | -Seco es consistente y duro -Húmedo es firme, plástico, maleable -Muy húmedo es pegajoso -Son considerados suelos pesados -Tienen excelentes propiedades químicas -Baja aireación -Baja capacidad de infiltración -Alta capacidad de retención de agua |

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

| | | |
|-------------------------|---|--|
| Franca | Arena-Limo-Arcilla | <ul style="list-style-type: none"> • Franco-arenosa: tiene media y baja retención de nutrientes, tiene alta mineralización de la materia orgánica, tiene media y baja facilidad para formar buena estructura y su erosión es media y baja. |
| Franco-arenosa | Son suelos conformados por una | |
| Franco-limosa | proporción de las partículas de | |
| Franco-Arcillosa | arena-limo-arcilla, ideal para el desarrollo de las plantas | <ul style="list-style-type: none"> • Franco-limosa: tiene media y baja infiltración de agua y aireación, tiene media retención de nutrientes, tiene media y baja mineralización de la materia orgánica, tiene media y baja facilidad para formar buena estructura. • Franco-Arcillosa: tiene media y baja infiltración de agua y aireación, tiene alta retención de agua y de nutrientes, tiene media y baja mineralización de la materia orgánica, tiene alta facilidad para formar buena estructura. |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Franco-arenosa: compuesto por 65% arena, 25% limo y 5% arcilla • Franco-limosa: compuesto por 20% arena, 65% limo y 15% arcilla • Franco-Arcillosa: compuesto por 20% arena, 65% limo y 15% arcilla | |

Fuente: Elaborado por el autor (idea tomada de material curso suelos en la agricultura-Sena, 2020)

Tabla 2*Características Químicas del Suelo*

| Factores | Descripción |
|------------------------|--|
| pH | Varia en una escala de 0 -14, se representa por colores, a mayor concentración de iones positivos (H+) menor es el pH y mayor la acidez. |
| Coloides | Partículas con diámetro menor de 0.001 mm, tienen carga eléctrica con alta reactividad química, son los principales componentes de los suelos arcillosos y humíferos. |
| CIC | Corresponde a la suma de cationes intercambiables que el suelo puede absorber por unidad de peso expresada en meq/100gr sus rangos de estimación corresponden a bajo (10meq/100g de suelo) medio (10-20meq/100g de suelo) y alto (>20meq/100g de suelo). |
| Macronutrientes | Son elementos mayores y se clasifican en primarios (N – Nitrógeno, P- Fosforo, K- Potasio) y secundarios (Ca- Calcio, S- Azufre, MG- Magnesio) |

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

| | |
|------------------------|--|
| Micronutrientes | Son elementos menores que se encuentran comúnmente en el suelo y son (B-Boro, Zn- Zinc, Fe-Hierro, Cu- Cobre, Mo-Molibdeno, Co-Cobalto, Cl- Cloro, Mn-Manganeso) |
|------------------------|--|

Fuente: Elaborado por el autor (idea tomada de material curso suelos en la agricultura-Sena, 2020)

Tabla 3

Características Biológicas del Suelo

| <i>Factores</i> | <i>Descripción</i> |
|-----------------------------------|---|
| Macroorganismos | Son de un tamaño mayor a 6mm donde se encuentran (plantas, mamíferos topos y roedores, artrópodos, moluscos, anélidos) |
| Microorganismos | Son de tamaño mínimo invisible a la vista humana donde se encuentran (protozoos, bacterias, algas, hongos, actinomicetos, nemátodos) |
| Materia Orgánica del Suelo | Se origina a partir de los residuos de origen animal y vegetal que surgen un proceso de descomposición, gracias a la acción de los macro y microorganismos apoyados en la humedad y temperatura |

Fuente: Elaborado por el autor (idea tomada de material curso suelos en la agricultura-Sena, 2020)

- **Degradación del Suelo:** hace referencia a los cambios químicos, físicos y biológicos que disminuyen la calidad del suelo debido a procesos de contaminación ocasionados por el uso excesivo e inadecuado de productos como pesticidas, nitratos, potasio, fósforo, metales pesados y por procesos como la (salinización, acidificación, lixiviación, erosión (hídrica y eólica), los cuales ocasionan la pérdida de biodiversidad y materia orgánica conllevando a la degradación del suelo(Alba, 2012).
- **Calidad del Suelo:** la calidad dinámica del suelo muestra los cambios asociados al uso y al manejo actual o pasado, que haya sido realizado por el hombre, por tanto, este aspecto varía

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

junto con sus funciones de acuerdo al tiempo en que se evalúen los indicadores ya sean cualitativos o cuantitativos y dependen a su vez de los límites y referencias que establezca cada evaluador. La historia misma nos ha mostrado evidencia de que la supervivencia de antiguas civilizaciones desafió los calculo y estuvo directamente relacionada con la habilidad y cuidado con que los ancestros manejaron las tierras que habitaron. Todo esto en atención a que existen algunos suelos que pueden ser no muy productivos para ciertas plantas bajo condiciones naturales, pero al mismo tiempo pueden transformarse en suelos altamente productivos siempre que se les dé un cuidadoso y adecuado manejo, los principales factores que intervienen en el estado de salud, fertilidad y nutrientes que componen el suelo están asociados a características de tipo Físicas (porosidad, textura y estructura), tipo químicas (PH, capacidad de intercambio catiónico-CIC) y características de tipo biológicas (relación planta , hongos y bacterias, biodiversidad). (Pla, 2017).

- Cromatografía: es un método físico de separación de mezclas complejas que van a ser caracterizadas. Se aplica en las distintas ramas de la ciencia y comprende un conjunto de técnicas basadas en el principio de retención selectiva, el cual tiene por objetivo, separar los distintos componentes de una mezcla para identificarlos y, en otros casos determina las cantidades de sus componentes(Restrepo; y; Pinheiro, 2011)

Las técnicas cromatografías son muy diversas, pero en todas ellas hay una fase móvil, la cual consiste en pasar un fluido que arrastra la muestra de una fase estacionaria, lo que puede ser un sólido o un líquido fijado en un sólido. Los componentes de las mezclas interactúan de diferentes formas en la fase estacionaria. De este modo, los componentes atraviesan la fase estacionaria a diferentes velocidades, y se van separando. Después de que los componentes

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

han transitado por la fase estacionaria y se separan, pasan por un detector llamado nitrato de plata que genera una señal que depende de la concentración y del tipo de compuesto. Dicho proceso puede ser realizado a través de técnicas aplicadas de manera plana o en columnas. La cromatografía presentada en este proyecto permite establecer, de forma cualitativa y sencilla, la vida del suelo y la relación entre materia orgánica, minerales, microorganismos, humificación, desequilibrios y equilibrios, oxigenación del suelo, residuos tóxicos, entre otros. Estos estándares han sido establecidos por varios investigadores, especialmente Ehrenfried Pfeiffer, por los estudios de bioquímica y microbiología realizados, determinó cuales elementos deben analizar en los suelos, abonos orgánicos y humus, validando así la intensidad de la vida mediante el anabolismo y catabolismo de los microbios, con el fin de facilitar la interpretación de los cromas. A partir de esto, se ha adoptado la metodología y los criterios preestablecidos por E. Pfeiffer, para determinar los parámetros para la interpretación de los suelos (Restrepo; y; Pinheiro, 2011).

- Tipos de Cromatografía: luego de que los componentes han transitado por la fase estacionaria y proceden a separarse, pasan por un detector que emite una señal dependiendo de la concentración y el tipo de compuesto que conforman el suelo objeto de análisis. Este proceso se puede realizar de las siguientes formas (Santana, 2018b):
- Cromatografía Plana o Fina: es una técnica analítica de la fase estacionaria, puede realizarse sobre un papel o una placa plana así:
 - Cromatografía en papel: las interacciones del soluto con el papel ocasionan que los compuestos se desplacen a diferentes velocidades, la forma de ejecutarla consiste en

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

colocar una pequeña mancha de disolución que contiene la muestra y aplicarla sobre una tira de papel cromatográfico teniendo la precaución de colocarlo a una distancia aproximada de un centímetro de la base, inmediatamente la muestra entra en contacto y es absorbida por el papel, puede establecer interacciones. Continuando con el proceso, el papel debe ser empapado en un disolvente adecuado como lo son (etanol o agua), luego se debe introducir en un contenedor cerrado para que el disolvente asciende por el papel, encuentre la muestra y empiecen a moverse mezclados por dicha superficie. Los diferentes compuestos de la muestra recorren distancias diferentes dependiendo de la fuerza de sus interacciones químicas con el papel hasta completarse de este modo el cromatograma final puede ser comparado con otras mezclas(Castellano, 2019).

- Cromatografía en capas finas: la fase estacionaria de está, consiste en colocar una delgada capa de un absorbente como (gel de sílice, alúmina o celulosa) sobre un soporte plano como una lámina de plástico de aluminio, o una placa de vidrio, El proceso es similar a la cromatografía de papel, por ende si los compuestos de la muestra son coloreados se pueden observar las manchas a simple vista, aunque existen caso en que los compuestos no pueden observarse a simple vista, para esos casos se puede recurrir a los métodos de (luz ultravioleta, reactivos o reveladores) , que apoyan y permiten identificar las composiciones(Castellano, 2019).

- Cromatografía en Columnas: es una técnica de purificación que permite aislar los compuestos de una mezcla, su fase estacionaria se ubica dentro de una columna de acuerdo al fluido utilizado en la fase móvil, y pueden ser (Castellano, 2019):

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

- **Cromatografía de Líquidos de alta resolución (HPLC):** es comúnmente utilizada en la química analítica y en la bioquímica. Su proceso consiste en tomar la muestra objeto de análisis y forzarla a pasar a elevada presión, a través de una columna (fase estacionaria) por un líquido (fase móvil), esta acción ocasiona que se reduzca el tiempo en que los componentes separados permanecen en la fase estacionaria, y, por lo tanto, el tiempo de difusión dentro la columna, continuamente en la salida de la comuna existe un detector que revela la cantidad de soluto que está saliendo. Este proceso de difusión dentro la columna comporta la aparición de picos anchos y pérdida de resolución. El hecho de estar menos tiempo en la columna se traduce en picos más estrechos en el cromatograma resultante así como una mayor resolución y sensibilidad(Castellano, 2019).
- **Cromatografía de Intercambio Iónico:** utiliza una fase estacionaria con sustancias de componentes con carga eléctrica, esta técnica es principalmente utilizada para separar compuestos cargados, incluyendo aminoácidos, péptidos y purificar proteínas. Su fase estacionaria es habitualmente una resina de intercambio iónico la cual contiene grupos funcionales cargados que interaccionan con grupos cargados de signo opuesto del compuesto que se quiere retener; pueden ser intercambiar iones cargados positivamente que interaccionan con aniones, o intercambiar iones cargados negativamente que interaccionan con cationes(Castellano, 2019).
- **Cromatografía de Gas Líquido:** se fundamenta en efectuar el reparto del equilibrio de la muestra a analizar entre una fase estacionaria líquida y una fase móvil gaseosa. Es una técnica útil para aplicar en variedad de mezclas no polares, sin embargo se considera poco eficiente para moléculas termolábiles(Castellano, 2019).

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

- Descripción del método cromatográfico para análisis de suelos: este proceso comprende varias etapas de análisis que deben realizarse en el campo y en el laboratorio a los suelos objeto de estudio, a continuación se detallan las tareas metódicas que se recomiendan realizar en cada uno de esos sitios (Restrepo; y; Pinheiro, 2011):

Tareas para realizar en el campo objeto de análisis:

- Etapa 1: se recomienda efectuar un diagnóstico inicial con el acompañamiento del agricultor, donde se haga reconocimiento de los terrenos, se realicen fotografías, se fusionen los conocimientos y experiencias del agricultor con los del técnico que les va a apoyar en el análisis cromatográfico de las tierras (Restrepo; y; Pinheiro, 2011).
- Etapa 2: luego de validar el suelo y tener claro la profundidad y el sitio de dónde se va a sacar la muestra para el análisis, proceder a perforar el hoyo o calicata, se recomienda con una pala o palín hacer una especie de túnel contra la pared del agujero y de abajo hacia arriba extraer una libra o un kilogramo del suelo muestra con el mayor cuidado para evitar contaminarlo con materiales de profundidad diferentes, la mayor ventaja de sacar muestras a profundidades diferentes es que se puede ir observando junto con el agricultor los cambios que tiene el suelo, debemos estar muy atentos en observar su color, humedad, olor, compactación y en general la estructura de las partículas pues todos estos componentes hacen parte de la bioidentidad de la tierra, otros factores que se deben tener en cuenta son la frecuencia de riego, drenaje, cobertura vegetal, manejo de desechos, exposición solar, información actual e histórica de la aplicación de insumos químicos como (herbicidas, insecticidas, fungicidas, formulaciones químicas de abonos, nematicidas) entre otros (Restrepo; y; Pinheiro, 2011).

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

- Etapa 3: una vez realizadas las muestras, estas se deben identificar con un rotulo donde se registre lugar de extracción, profundidad en metros, numero de muestra, se recomienda almacenarlas en bolsas o recipientes plásticos que no se deterioren con la humedad (Restrepo; y; Pinheiro, 2011).
- Etapa 4: el secado de las muestras debe realizarse en un lugar fresco a media sombra, donde no reciba directamente los rayos del sol, deben estar protegidas de (animales, lluvias, mugres o vapores), no se recomienda someter la muestra a temperaturas artificiales pues se puede alterar su resultado, de igual forma el papel impreso tampoco es recomendable para envolver o transportar las muestras pues las tintas o solventes pueden contaminarlas (Restrepo; y; Pinheiro, 2011).
- Etapa 5: estando ya las muestras totalmente secas, es recomendable que se realicen submuestras de 100 a 150 gramos para proceder a pasar estas cantidades por un colador o tamiz de plástico, de modo tal que se pueda evidenciar mayor uniformidad en las partículas de suelo, es importante precisar que no se deben usar coladores metálicos puesto que estos en fase de oxidación pueden afectar la precisión del análisis a los suelos objeto de estudio (Restrepo; y; Pinheiro, 2011).
- Etapa 6: con el apoyo de un mortero o plato y vaso de vidrio de material porcelana preferiblemente, se debe realizar molienda de la muestra hasta formar un polvo homogéneo tipo talco, del cual se toman para el análisis 5 gramos (Restrepo; y; Pinheiro, 2011).
- Etapa 7: apoyados en una balanza minigramera se deben pesar los 5 gramos pulverizados del suelo objeto de muestra asegurando la correcta identificación, se recomienda guardar como contramuestra de seguridad el resto de muestra de suelo ya molido que ha sobrado, lo ideal para conservar este sobrante es empacarlo en bolsa de papel encerado y guardarlas

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

en recipientes secos de plástico o de vidrio, dado que se pueden realizar futuros análisis del mismo tipo u otros procedimientos de investigación como lo son la capacidad de humificación de la materia orgánica y su fraccionamiento (Restrepo; y; Pinheiro, 2011).

- Tareas para realizar para el análisis de la muestra de suelo en el laboratorio:
 - Etapa 1: se prepara una solución en agua destilada de hidróxido de sodio (NaOH) o de soda caustica o de sosa al 1%. Para disolver 5gramos de muestra de suelo se debe usar 50ml de esta solución(Restrepo; y; Pinheiro, 2011).
 - Etapa 2: se prepara una solución de nitrato de plata (AgNO) al 0.5%, para lograr esto se debe disolver medio gramo de nitrato de plata en 100ml de agua destilada, la cantidad resultante es suficiente para impregnar entre 60 y 70 filtros circulares con los que se realizan los análisis cromatográficos de la misma cantidad de muestras de suelo (Restrepo; y; Pinheiro, 2011).
 - Etapa 3: seguidamente se deben preparar los papeles de filtro circular se recomienda usar los números (1,4 y 41 de 15 cm) es decir de 15mm de diámetro, se les debe realizar una perforación en el centro de 2mm de diámetro, está se puede realizar con una perforadora o con un clavo de acero teniendo el mayor cuidado, los límites de impregnación del papel filtro con la solución de nitrato de plata (AgNO) se debe demarcar a 4 cm de distancia de la perforación central y así mismo demarcar 6cm de distancia de la misma para el recorrido de la muestra, luego se procede a elaborar los pabilos rollitos los cuales deben tener 2cm de altura y 2cm de diámetro se recomienda realizarlos con papel filtro número 4 dado que este absorbe mejor la humedad y facilita la impregnación rápida de las sustancias a aplicar en cada cromatograma, los papeles recomendados para correr los cromatogramas son el

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

papel filtro número 1 (en el cual el recorrido de la sustancia es más denso y tarda entre 15 y 45 minutos, este tipo de papel permite apreciar como corren las fracciones húmica y enzimática) el otro papel recomendado es el numero 4 (el cual es más poroso que el anterior, lo cual hace que el recorrido de la sustancia sea más rápido demorando entre 10 y 30 minutos, este tipo de papel permite apreciar como corren y se integran los minerales con la materia orgánica)(Restrepo; y; Pinheiro, 2011).

- Etapa 4: continuamos con la impregnación del papel filtro la cual se realiza a través del pabilo el cual se debe insertar en la perforación central realizada previamente en cada papel, procedemos a utilizar 2 cajas de Petri de vidrios circulares, de 5 cm y 10 cm respectivamente, las cuales procedemos a colocar centradas ubicando la de menor tamaño dentro de la de mayor tamaño, luego se procede a vertír la solución de nitrato de plata (AgNO) para impregnar el papel filtro luego de estar impregnado se aseguran los extremos y se retira el pabilo desde abajo muy suave para evitar alguna mancha de gotas de la sustancia, es importante tener en cuenta que los dedos de quien manipula la muestra deben estar limpios y sin residuos de nitrato de plata. El proceso de secado es lo que sigue por ende para este se recomienda dejar el papel dentro de una cámara oscura o una caja de cartón con tapas que no deje filtrar luz, para esto se coloca el filtro impregnado en medio de papel higiénico y dos papeles blancos tamaño oficio que estén bien limpios de modo que se facilite el secado y el aislamiento de los demás filtros que se impregnarán y se guardaran evitando que se manchen entre sí; como recomendación final realizar limpieza y lavado con agua destilada a los recipientes utilizados en este proceso para evitar que se contaminen o alteren futuras muestras(Restrepo; y; Pinheiro, 2011).

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

- Etapa 5: mientras los papeles filtro impregnados con nitrato de plata se encuentran en proceso de secado en la caja oscura donde se demoran entre 3 y 4 horas , procedemos a integrar en un recipiente de vidrio los 5gramos de muestra de suelo en la sustancia preparada de hidróxido de sodio (NaOH) al 1% , donde se recomienda agitar por series de un minuto 6 y 7 giros de izquierda a derecha y de derecha a izquierda hasta completar 42 a 49 giros, logrando homogenizar la solución , luego dejamos reposar esta nueva mezcla por 15 minutos y volvemos a agitarla por 2 minutos en giros de izquierda a derecha y de derecha a izquierda, nuevamente la dejamos en reposo por 1 hora esta vez, luego de cumplido el tiempo procedemos a realizar la agitación por 2 minutos. Finalmente guardamos la muestra bien protegida y la dejamos 6 horas en reposo para que se complete el proceso de reacción alcalina del hidróxido con la muestra de suelo es importante tener en cuenta que ya no se debe volver a agitar la muestra, se debe tener en cuenta que si el suelo objeto de análisis es de harina de rocas o esta maltratado por el sol, plaguicidas o fertilizantes, es necesario dejar reaccionar la muestra de este, en el hidróxido de sodio hasta por 12 horas o más(Restrepo; y; Pinheiro, 2011).
- Etapa 6: cuando ya se ha cumplido el tiempo de secado del papel filtro y el reposo final de la reacción alcalina de la muestra de suelo procedemos a la corrida final de la muestra o análisis de suelo para esto se debe insertar la caja petri de menor tamaño dentro de la caja petri de mayor tamaño, apoyados en una jeringa de 20 cc procedemos a verter entre 10cc a 15 cc del líquido que se encuentra en la parte superior de la muestra del suelo y la mezcla de hidróxido de sodio, esta solución debe dejarse correr los 6cm marcados inicialmente, se procede a retirar el pabulo utilizado para este recorrido y continuamos a la fase de revelado,

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

es importante tener precaución de marcar y no mezclar los papeles circulares número 1 y 4 para así evitar errores o dudas en la interpretación de los cromas (Restrepo; y; Pinheiro, 2011).

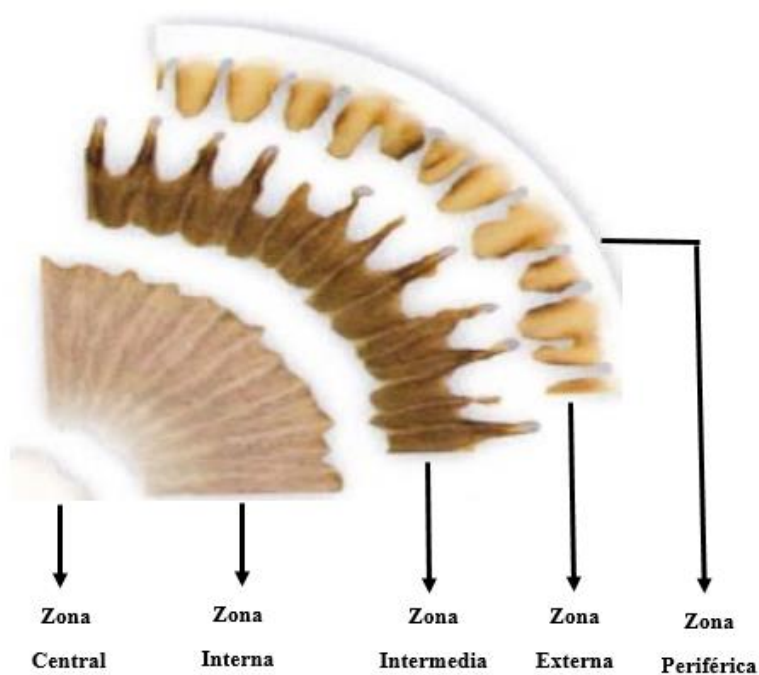
- Etapa 7: el proceso de revelado o secado es quizá la de mayor cuidado luego de terminar la fase de recorrido de la solución, para dejar secar los cromas es recomendable dejarlos de forma horizontal en una superficie limpia y plana, en su preferencia una hoja de papel tamaño oficio blanca, cuando ya están secos se pueden colgar y exponer indirectamente a la luz solar para estabilizar lentamente el revelado, este proceso puede darse entre 1 o 2 semanas (Restrepo; y; Pinheiro, 2011).
 - Etapa 8: una vez secos los cromatogramas se deben identificar en centímetro y medio del borde del papel filtro, la marcación se debe realizar con lápiz de carbón 2HB, los datos que deben llevar son (fecha, lugar de muestra, tipo de sustancia, nombre de la persona que realizó el trabajo), en una hoja anexa se pueden describir los detalles del cromatograma y escribir algunas recomendaciones si es el caso (Restrepo; y; Pinheiro, 2011).
 - Etapa 9: documentación fotográfica y detalle físico o digital del proceso realizado para así tener la evidencia y trazabilidad de los análisis (Restrepo; y; Pinheiro, 2011).
 - Etapa 10: finalmente el archivo y conservación de los cromas se recomienda realizar en carpetas individuales junto con sus análisis, se recomienda guardarlos en sitios alejados de la humedad y de la exposición continua a la luz (Restrepo; y; Pinheiro, 2011).
- Interpretación de los Cromatogramas: esta labor está apoyada en todos los conocimientos básicos acerca de la descripción de un cromatograma, el mismo se compone de 5 zonas de adentro hacia afuera en el siguiente orden (zona central,

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

zona interna, zona intermedia, zona externa y zona periférica) como se observa a continuación (Restrepo; y; Pinheiro, 2011)

Figura 1

Zonas que componen el cromatograma



Fuente: (Restrepo; y; Pinheiro, 2011), recuperado de:

<https://morralcampesino.files.wordpress.com/2016/03/cromatografia-restrepo-pinheiro.pdf>

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

- Descripción de las zonas del cromatograma:
 - Zona Central: se reconoce por ser el centro u ombligo del cromatograma es por donde circulan todas las sustancias presentes en la muestra de suelo objeto de análisis, aquí es donde en su mayoría reacciona el nitrato de plata con algunos elementos presentes en la muestra analizada, existen casos donde esta zona muestra coloración negra debido a que la muestra tiene un gran maltrato, no tiene materia orgánica y esta compactado, también es común que la zona central se marque de color blanco, esto ocurre cuando el suelo objeto de análisis ha recibido cantidades excesivas de abonos nitrogenados altamente solubles ha sido sometido a aplicación constante de herbicidas, otro caso que puede presentarse es que esta zona se muestre de un color blanco cremoso que se desvanece y se integra con la siguiente zona (mineral, enzimática y orgánica) esta tonalidad indica que es un buen suelo con abundante materia organiza, no compactado y con suficiente actividad enzimática y microbiológica (Restrepo; y; Pinheiro, 2011).
 - Zona Interna: es el segundo anillo y está ubicado después de la zona central, también es conocida como la zona mineral porque aquí se concentra la mayoría de estos, esta zona puede estar o no integrada con las demás lo cual depende del tipo de suelo y los impactos a que este haya sido sometido(Restrepo; y; Pinheiro, 2011).
 - Zona Intermedia: es el tercer anillo y se conoce también como zona proteica o de la materia orgánica pues es aquí donde se expresa la ausencia o presencia de esta, es importante precisar que no significa que dicha materia se encuentre bilógicamente activa o totalmente integrada al suelo(Restrepo; y; Pinheiro, 2011).

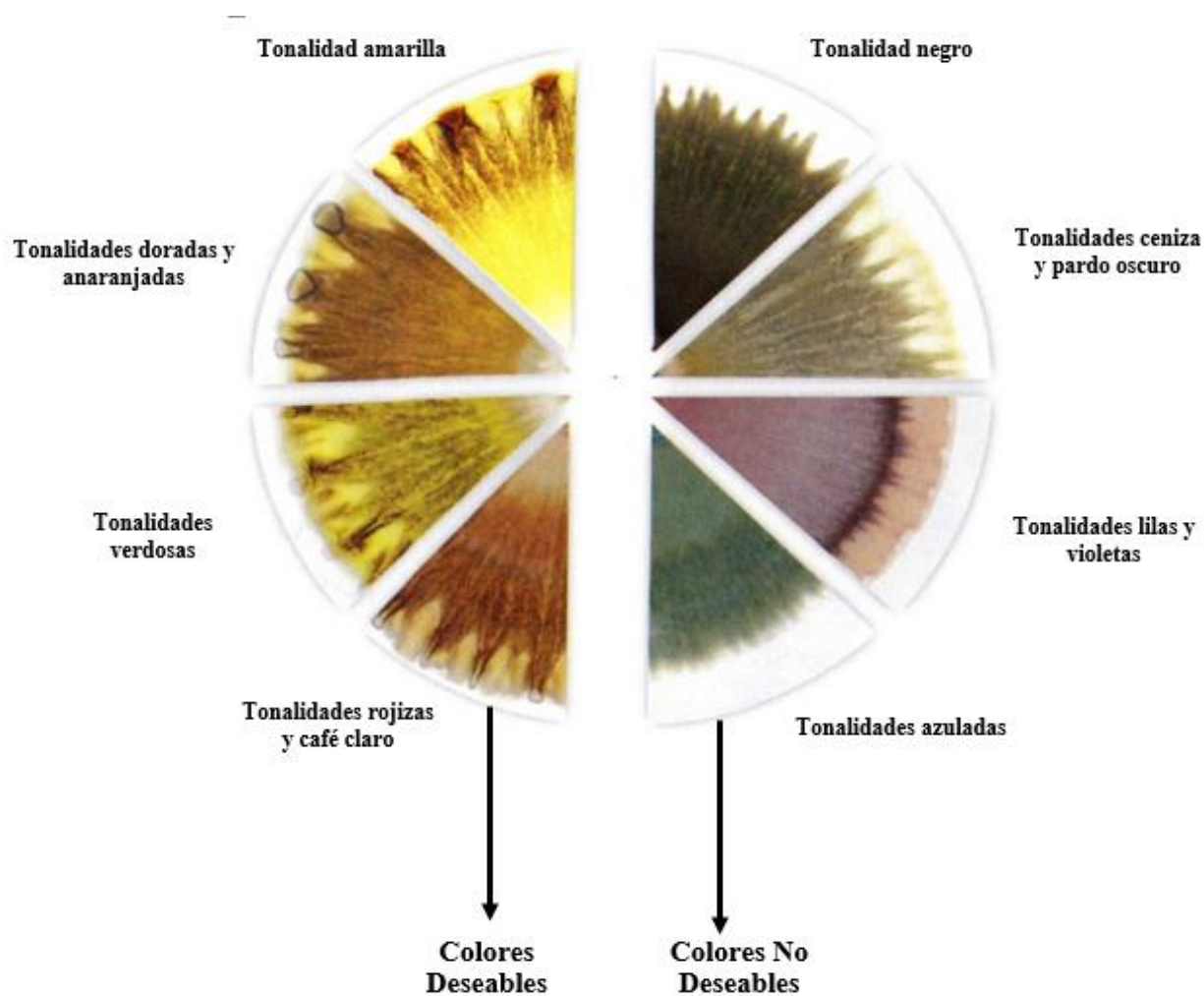
ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

- Zona Externa: es el cuarto anillo y se conoce también como la zona enzimática, y dependiendo de la cantidad de nitrógeno, péptido o proteína de mayor peso molecular que pasa el papel y forma patrones que manifiestan la ausencia, presencia y de actividad de los microorganismos activos en la materia orgánica (Restrepo; y; Pinheiro, 2011).
- Zona Periférica: es el quinto y último anillo y es la zona del papel a donde no ha llegado la solución, se usa para marcar el cromatograma y manipularlo (Restrepo; y; Pinheiro, 2011).

- Coloración de los Cromatogramas: es el resultado que se presenta luego de que los componentes del suelo o abono objeto de estudio muestren la reacción con el nitrato de plata y el hidróxido de sodio, un suelo o abono que indica buena salud usualmente presenta coloraciones (amarillo, anaranjado, dorado, rojizo o café claro y tonalidades verdosas); sí se presenta el caso en que un cromograma muestre la combinación de colores cafés claros y oscuros, estamos ante una muestra que refleja el proceso intermedio de desarrollo donde la materia orgánica esta cruda y en etapa de maduración e integración con el abono o suelo, por el contrario los colores que indican señales de que un suelo no tiene buena salud son (ceniza, pardo oscuro, negro, lila, violeta y tonalidades azuladas) esto refleja suelos o abonos procesados o en proceso (Restrepo; y; Pinheiro, 2011).

A continuación, se muestra el detalle de colores y estados de los suelos

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Figura 2*Detalle Cromatográfico Colores de los Suelos*

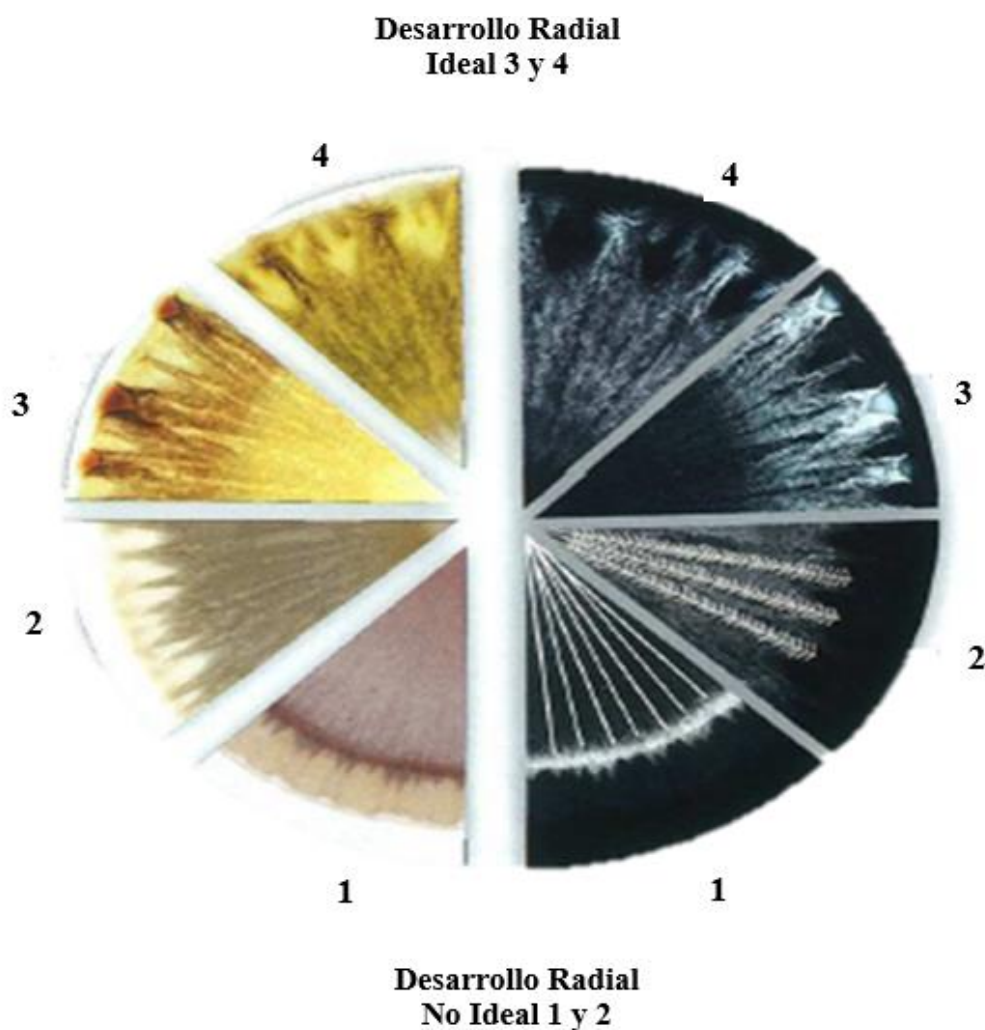
Fuente: (Restrepo; y; Pinheiro, 2011), recuperado de:
<https://morralcampesino.files.wordpress.com/2016/03/cromatografia-restrepo-pinheiro.pdf>

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Al mismo tiempo que estamos observando la coloración de los cromas también podemos mirar la radiación que estos presentan, usualmente la radiación también registra un progreso gradual que puede ir desde líneas rectas que nacen desde la zona central hasta la formación de varios caminos desiguales ramificados de diferentes tamaños como lo podemos observar a continuación (Restrepo; y; Pinheiro, 2011).

Figura 3

Evolución Radial de los Cromatogramas



Fuente: (Restrepo; y; Pinheiro, 2011), recuperado de:

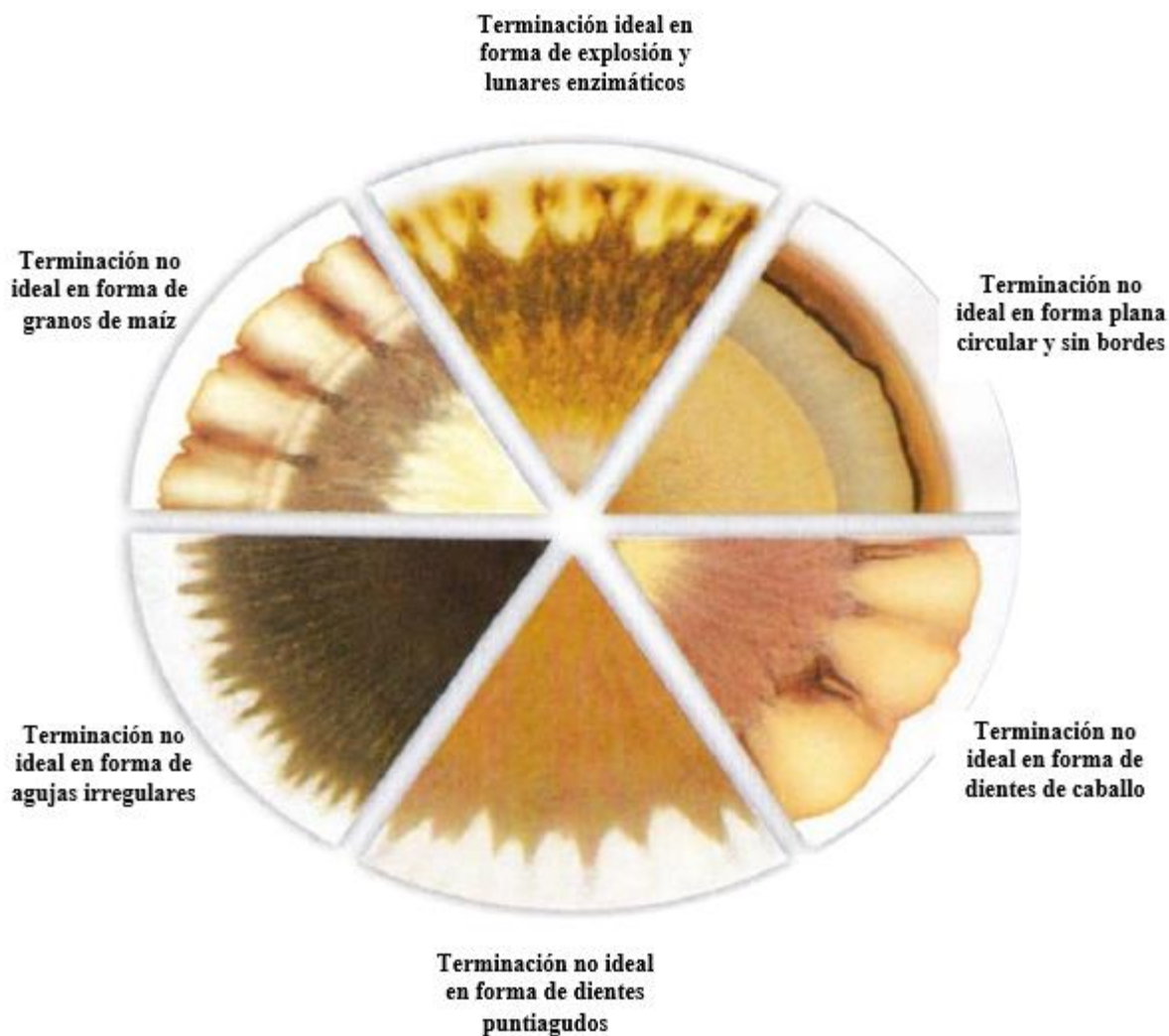
<https://morralcampesino.files.wordpress.com/2016/03/cromatografia-restrepo-pinheiro.pdf>

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Para finalizar la lectura de un cromatograma nos dirigimos a sus terminaciones, también conocidos como dientes, hasta el momento existen 6 características en la terminación de los mismos.

Figura 4

Características de la Terminación de los Dientes de un Cromatograma



Fuente: (Restrepo; y; Pinheiro, 2011), recuperado de:
<https://morralcampesino.files.wordpress.com/2016/03/cromatografia-restrepo-pinheiro.pdf>

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

2.1.1 Método

Este proyecto es una investigación de tipo cualitativa con alcance descriptivo, donde se realizarán análisis comparativos entre los estudios de suelo convencionales versus los análisis cromatográficos de suelos para dar respuesta a la hipótesis y así comprender la dinámica de los suelos en la actividad agrícola y en la preservación, a través de la aplicación de cromatografía de Pfeiffer.

2.1.1.1 Hipótesis Se buscará dar respuesta a la hipótesis **¿Cuáles son las características físicas, químicas y microbiológicas de los suelos el molino y el caney de la finca el guacal? A través de la aplicación de cromatografía de Pfeiffer se busca comprender la interacción entre la materia orgánica, los minerales y la microbiología que componen dichos suelos.**

2.1.1.2 Definición de Variables. Variables Independientes: identificación de las prácticas erradas de agricultura como la constante aplicación de fertilizantes de síntesis química y plaguicidas en los suelos, falta de conocimiento técnico en cuanto análisis de suelos en los agricultores, identificación de suelos altamente mecanizados.

Variables Dependientes: estado físico, químico y microbiológico de los suelos objeto de análisis, conocer los tipos de análisis de suelos que utilizan en la finca el guacal.

2.1.2 Resultados

La información presentada a continuación hace referencia a las validaciones de factores físicos (materia orgánica), químicos (minerales) y biológicos (microorganismos), realizados a los suelos

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

(el molino y el caney) ubicados en la finca el guacal, vereda Santa Elena municipio de Barichara, Santander.

2.1.2.1 Ubicación de los lotes el Molino y el Caney. El lote el molino se encuentra ubicado a $6^{\circ}34'14.9''N$ latitud norte y $73^{\circ}12'17.8''W$ longitud oeste municipio de Barichara Santander

Figura 5

Ubicación Lote el Molino



Fuente: Google. (s.f). [Mapa de Barichara, Santander, Colombia en Google maps]. Recuperado el 10 de Septiembre de 2020, <https://www.google.com/maps/@6.570708,-73.2070881,672m/data=!3m1!1e3?hl=es>

El lote el caney se encuentra ubicado a $6^{\circ}34'16.7''N$ latitud norte y $73^{\circ}12'24.9''W$ longitud oeste municipio de *Barichara Santander*

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Figura 6

Ubicación Lote el Caney



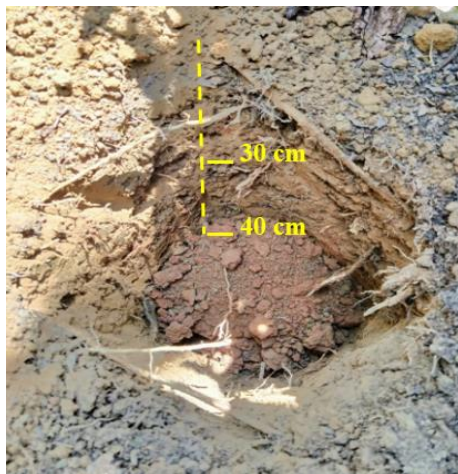
Fuente: Google. (s.f). [Mapa de Barichara, Santander, Colombia en Google maps]. Recuperado el 10 de Septiembre de 2020, <https://www.google.com/maps/@6.570708,-73.2070881,672m/data=!3m1!1e3?hl=es>

ANÁLISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

2.1.2.2 Detalle de actividades en el campo y laboratorio A continuación, se explica el procedimiento realizado a la totalidad de las muestras en ambos lotes objeto de estudio, inicialmente se realizó visita en sitio junto con el agricultor para efectuar el diagnóstico de ambos lotes, donde él informa que el lote el molino lleva 6 años siendo tratado con abonos orgánicos. Respecto al lote el caney comenta que siempre ha sido tratado con agricultura convencional (fertilización química). Por ende, se procede a realizar la aplicación de la técnica cromatografía cualitativa de Pfeiffer y se toman 2 muestras a una profundidad de 30 cm, y 2 muestras a una profundidad de 40 cm para un total de 4 muestras por cada lote así:

Figura 7

Profundidad de Extracción Muestras Lote el Molino



ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Figura 8*Profundidad de Extracción Muestras Lote el Caney*

Luego de realizar la extracción de las muestras a las profundidades mencionadas, se procede a depositarlas en un balde plástico, consecutivamente se efectúa la extracción de palos y piedras para dejarlas limpias y pesar en definitiva 500gr de cada muestra, se almacena y etiquetan de forma individual en bolsas de papel, posteriormente se trasladan a la casa de la finca donde se dejaron secando indirectamente al sol por dos días.

Después de asegurar que estuviesen totalmente secas, se tamizan y pulverizan para sacar las submuestras de 5 gramos de cada una, para continuar con el proceso se guarda la cantidad sobrante como contramuestra para futuros análisis, terminando así las etapas de recolección y preparación de las muestras.

Seguidamente se da inicio a la preparación de hidróxido de sodio (NaOH) al 1% tomando 10gr en escamas de este para disolverlo en 1 litro de agua destilada, y también se procede a preparar la solución de nitrato de plata (AgNO) al 0.5%, disuelto en 100ml de agua destilada, se toman los papeles filtro #4, se demarcan a 4cm y 6cm de distancia respectivamente, se perforan en la parte central, se realizan los pabilos, se procede a la impregnación de estos en la solución preparada de

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

nitrate de plata, luego se depositan en una caja de cartón asegurando que no les ingrese luz durante 4 horas. Se procede entonces a depositar en Erlenmeyer la disolución de 5gr de cada muestra de suelo, donde procedí a disolver 2 muestras de 30 cm de profundidad y 2 muestra de 40cm de profundidad en 50ml de hidróxido de sodio. Finalmente se decide mezclar las 4 muestras tomadas ya mencionadas y sacar 5 gr de esta última integración la cual se disuelve en 100ml de hidróxido de sodio, con el fin de validar la evolución del suelo por separado y mezclado a diferentes profundidades y cantidades de disolución de hidróxido de sodio. Se procede a realizar las agitaciones respectivas, las cuales se dejan reposar de acuerdo con las indicaciones mencionadas en cada etapa.

Después de haber cumplido las 6 horas de reposo de las muestras y asegurar que se encuentren listas para ser analizadas, se toma la cantidad necesaria de cada una para verter en las cajas de petri, luego se toman los pabilos y se insertan por el orificio central del papel filtro, se procede a colocar estos sobre cada caja de Petri y se deja correr la sustancia hasta los 6 cm. Posteriormente se retiran los pabilos y llevo los cromas a proceso de secado en el cuarto donde están a temperatura ambiente y no ingresa luz solar, posterior al secado se ejecuta el proceso de impermeabilización y conservación con parafina. (El registro fotográfico de estas etapas se puede validar en los apéndices 1 y 2).

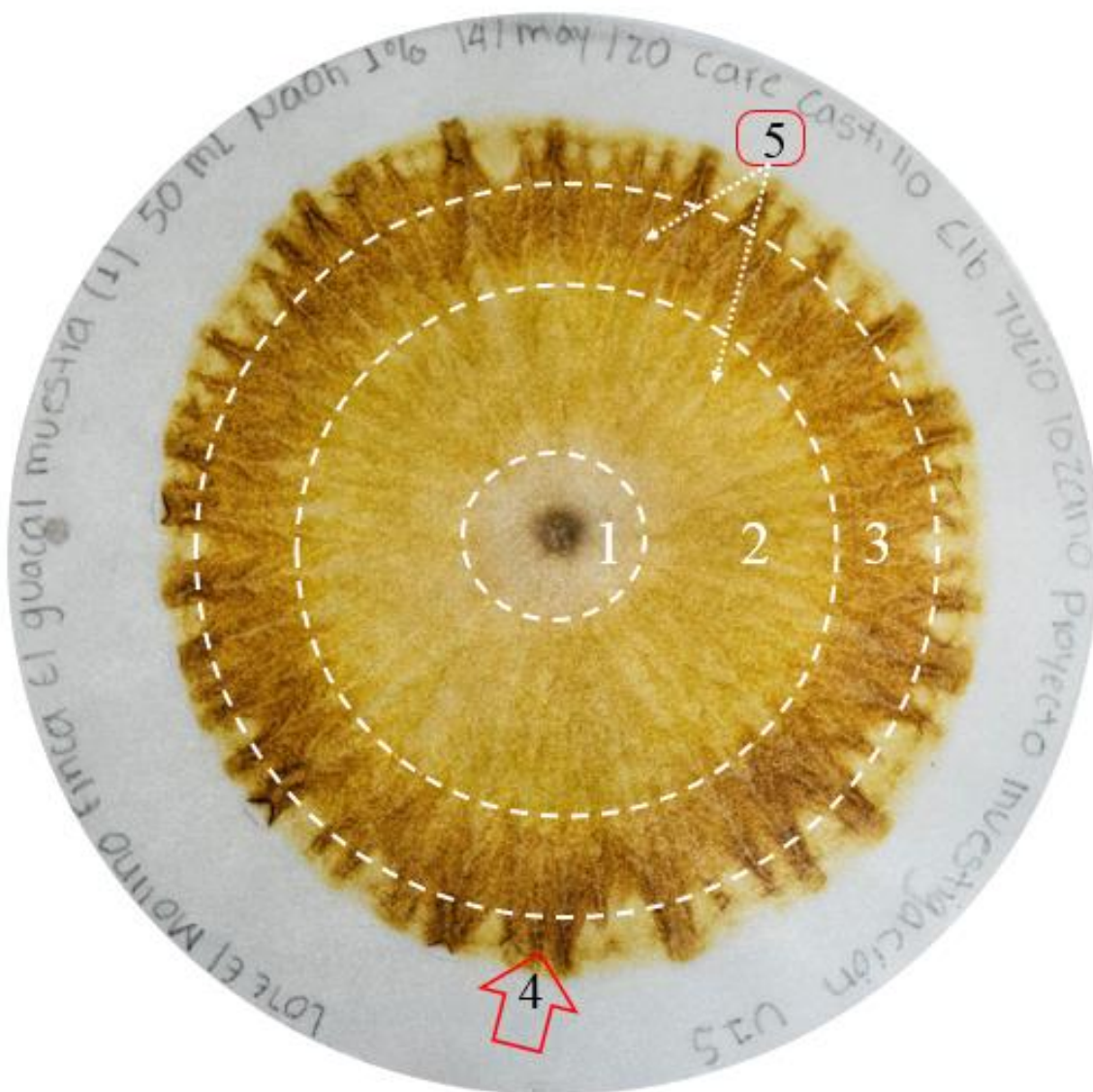
2.1.2.3 Detalle de resultados de cromatografía al lote el Molino. A continuación, se muestran los resultados obtenidos del proceso de cromatografía cualitativa aplicada al lote el molino ubicado en la finca el Guacal

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

- *Resultado de los cromatogramas del 1 al 4 en 50 ml de (NaOH) al 1%*

Figura 9

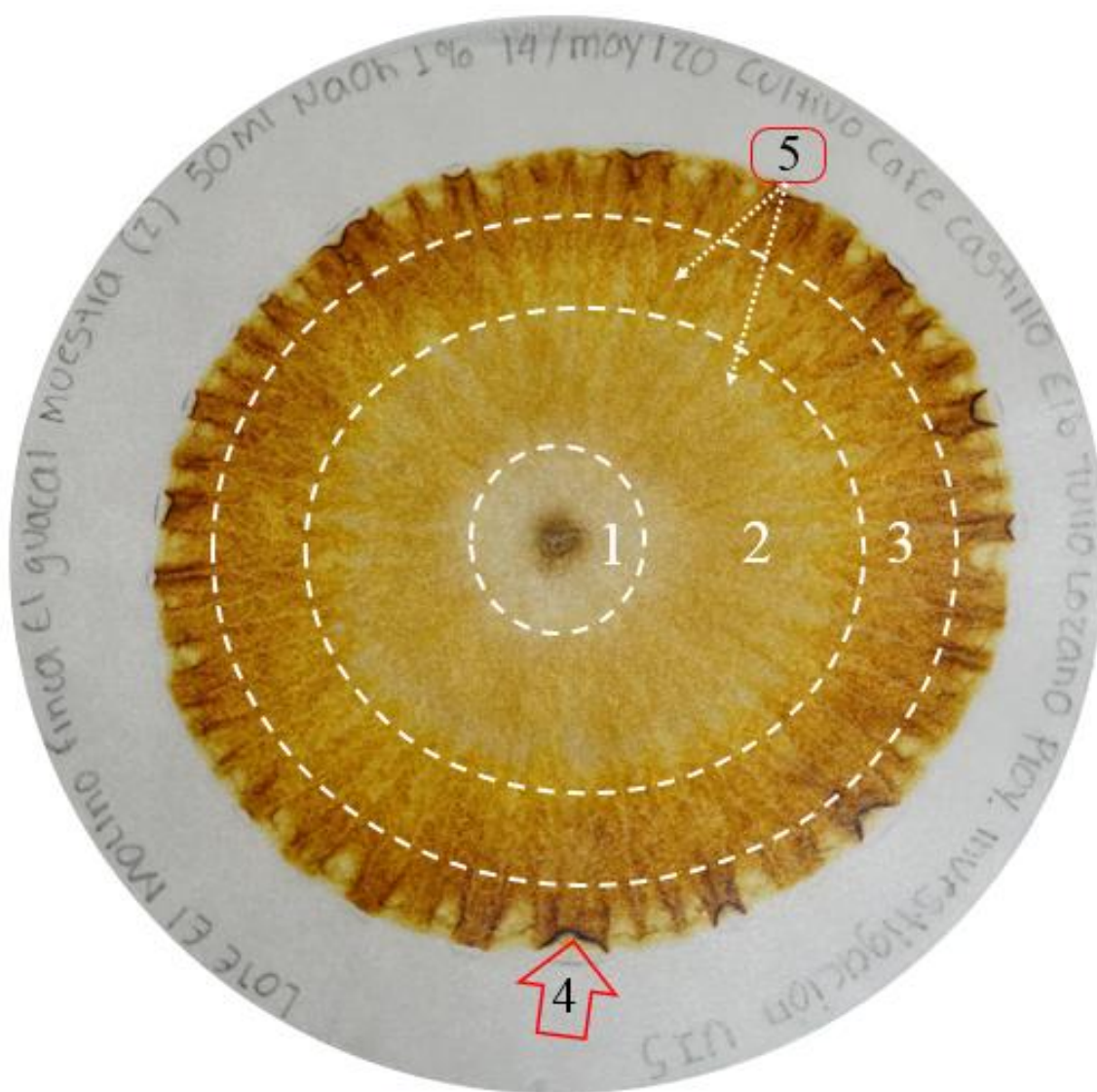
Cromatograma Lote el Molino Muestra 1



ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Figura 10

Cromatograma Lote el Molino Muestra 2



ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Figura 11

Cromatograma Lote el Molino Muestra 3



ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Figura 12

Cromatograma Lote el Molino Muestra 4



- *Interpretación de los Cromatogramas del 1al 4:*

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Zona central #1: reflejan un color blanco cremoso, lo cual permite deducir que es un suelo con buena oxigenación y estructura, el cual se desvanece suavemente para integrarse con la zona interna o mineral.

Zona interna #2: muestran una integración diversa que se extiende hacia la siguiente zona, presentando colores amarillos, dorados y anaranjados, características que reflejan una abundante presencia de minerales disponibles para el cultivo.

Zona intermedia #3: presentan una materia orgánica de óptimas condiciones, lo cual confirma que se cuenta con un suelo de alta calidad que se va integrando a la zona externa con facilidad.

Zona externa #4: en esta zona se reflejan terminaciones en forma de explosión de lunares enzimáticos, lo cual nos permite definir que este suelo cuenta con alta presencia y variedad de nutrientes asimilables para el cultivo.

Descripción Radial #5: parten desde la zona central hasta la zona externa y de forma ramificada permite identificar un desarrollo radial ideal que indica variedad de microbiología y nutrientes presentes en las muestras.

A continuación, se presenta el cromatograma realizado con la mezcla de las 4 muestras tomadas, disueltas en 100ml de hidróxido de sodio al 1%. Esta disolución permite que la zona central se cierre gradualmente y muestre con mayor claridad y proporción el contenido de la zona intermedia y de la zona externa.

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Figura 13*Cromatograma Lote el Molino Muestra 5*

ANÁLISIS DE CROMATOGRAFÍA EN LA FINCA EL GUACAL

- *Interpretación del Cromatograma # 5 en 100 ml de (NaOH) al 1%*

Zona central #1: refleja un color blanco cremoso, que se va cerrando debido a que la disolución del hidróxido de sodio tiene mayor concentración, no obstante, continúa siendo un suelo con buena oxigenación y estructura, el cual se desvanece suavemente para integrarse con la zona interna o mineral.

Zona interna #2: sigue mostrando una integración diversa que se extiende hacia la siguiente zona, y continúa presentando colores amarillos, dorados y anaranjados que reflejan una abundante presencia de minerales disponibles para el cultivo.

Zona intermedia #3: Aquí la materia orgánica se continúa mostrando óptimas condiciones lo que permite reconfirmar que se tiene un suelo de alta calidad.

Zona externa #4: en esta zona se siguen reflejando terminaciones en forma de explosión de lunares enzimáticos, con una diferencia que marca un borde más oscuro, el cual indica que aquí se da un proceso de humificación en la materia orgánica.

Descripción Radial #5: el desarrollo radial ideal se muestra con más ramificaciones que siguen indicando la variedad de microbiología y nutrientes presentes en la muestra.

Luego de efectuar estas muestras de suelos que me permitieron realizar los análisis cromatográficos cualitativos, se recomendó al agricultor dueño de la finca el guacal, continuar con el plan de fertilización orgánica aplicando un 1 kg de abono por planta como siempre se ha manejado para el lote el molino con el fin de efectuar nuevas muestras que nos permitan evidenciar el progreso del suelo en un lapso de 4 meses.

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

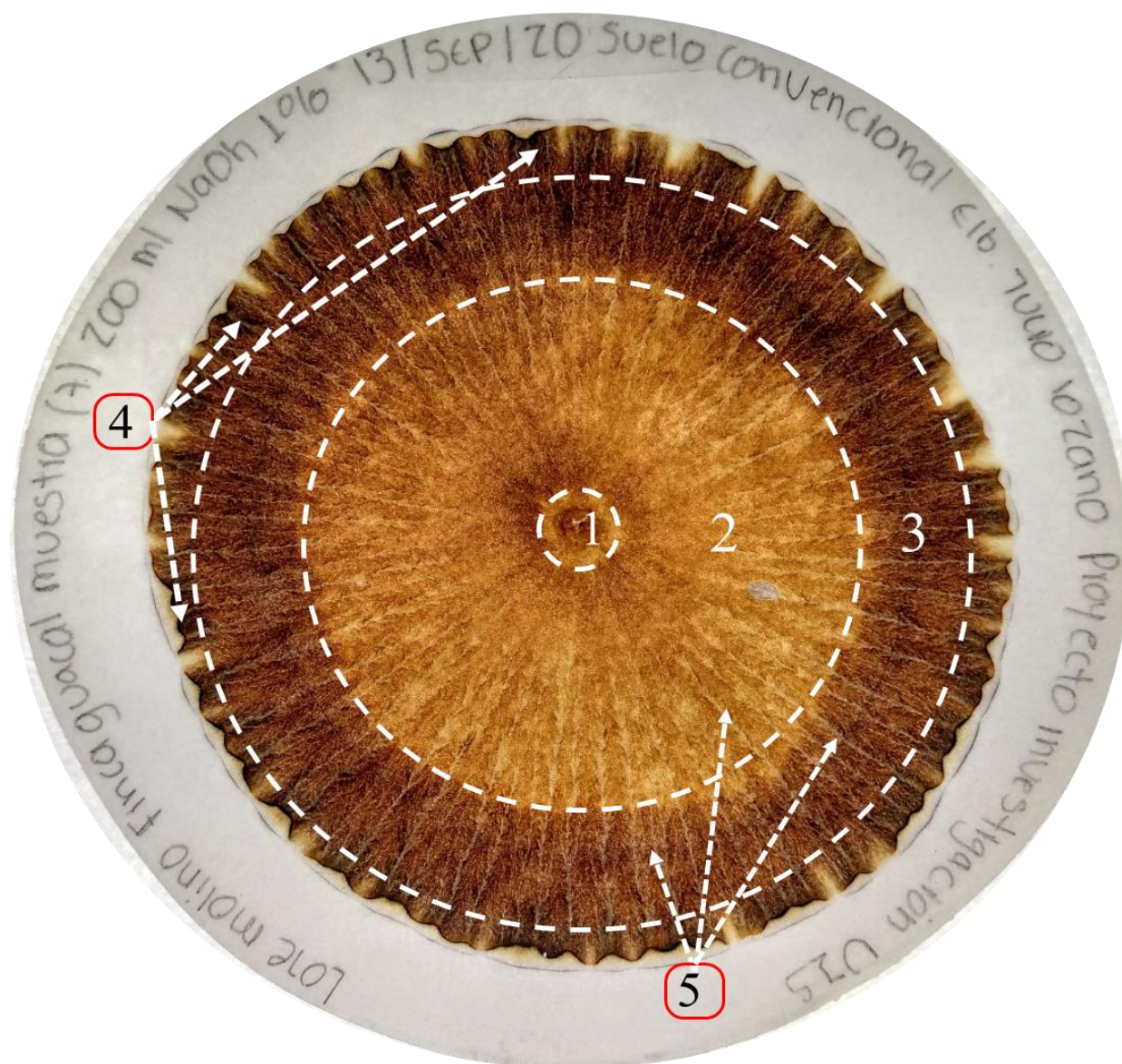
Después de 4 meses de espera, se visita nuevamente el lote el molino para extraer 4 muestras a 30 cm de profundidad, las cuales se mezclaron, para sacar 2 muestras definitivas y disolverlas en 150 y 200ml de hidróxido de sodio al 1%, respectivamente. Lo anterior con el fin de poder contar con 2 nuevos cromatogramas #6 y #7, que nos reflejen la evolución del suelo en disoluciones diferentes y permite que la zona central se cierre gradualmente y muestre con mayor claridad y proporción el contenido de la zona intermedia y de la zona externa.

A continuación, se muestran los cromatogramas realizados:

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Figura 14*Cromatograma Lote el Molino Muestra 6*

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Figura 15*Cromatograma Lote el Molino Muestra 7*

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

- *Interpretación del Cromatograma # 6 en 150 ml y #7 en 200 ml de (NaOH) al 1%:*

Zona central #1: esta zona se reduce en mayor proporción, debido a las altas concentraciones de la sustancia hidróxido de sodio al 1%, continúa mostrando un color blanco cremoso, lo cual permite deducir que es un suelo con buena oxigenación y estructura, es importante aclarar que el suelo no está compactado.

Zona interna #2: su tamaño se extiende debido a las altas concentraciones de la sustancia hidróxido de sodio al 1%, refleja colores de la gama rojizos y café, indicando aún que estamos ante un suelo evolutivo y saludable.

Zona intermedia #3: presentan una materia orgánica de óptimas condiciones, lo cual confirma que se cuenta con un suelo de alta calidad que se va integrando a la zona externa con facilidad.

Zona externa #4: se siguen reflejando terminaciones en forma de explosión de lunares enzimáticos con un color más oscuro, lo cual indica una mayor humificación de la materia orgánica y la integración con la zona mineral.

Descripción Radial #5: el desarrollo radial continúa mostrando ramificaciones ideales que corroboran la alta variedad de microbiología y nutrientes presentes en el suelo.

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

2.1.2.4 Detalle de resultados de cromatografía al lote el Caney. A continuación, se muestran los cromas y los análisis cromatográficos efectuados en el lote el caney así:

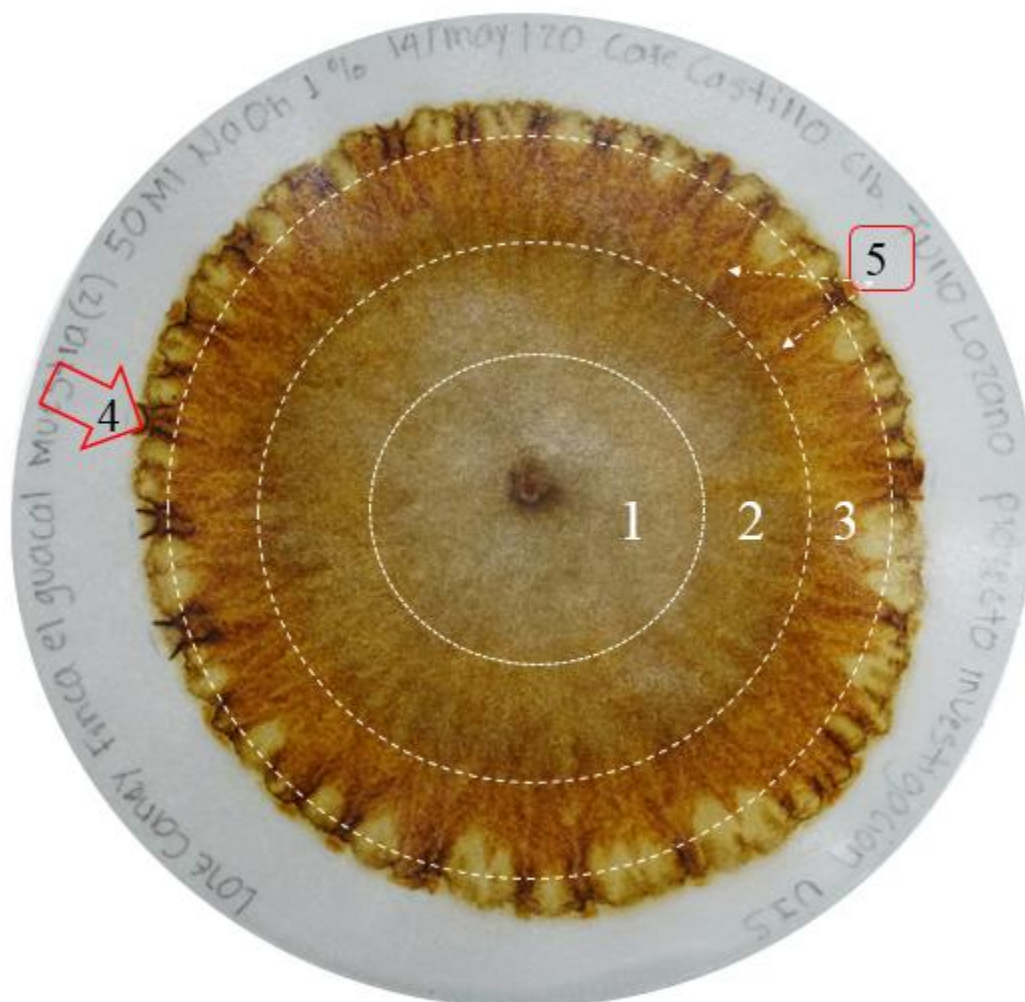
- **Resultado de los cromatogramas del 1 al 4 en 50 ml de (NaOH) al 1%**

Figura 16

Cromatograma Lote el Caney Muestra 1



ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Figura 17*Cromatograma Lote el Caney Muestra 2*

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Figura 18*Cromatograma Lote el Caney Muestra 3*

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Figura 19*Cromatograma Lote el Caney Muestra 4*

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

- *Interpretación de los Cromatogramas 1 y 3:*

Zona central #1: reflejan un color blanco definido que se extiende levemente hacia la zona interna, esto nos indica que el suelo no está compactado.

Zona interna #2: muestran una coloración café claro y no presentan integración con la zona intermedia.

Zona intermedia #3: no están bien definidas por ende no se evidencia presencia de materia orgánica y no se puede determinar las condiciones de esta

Zona externa #4: reflejan terminaciones en forma de granos de maíz lo cual indica que estas no son las terminaciones ideales que permitan determinar los nutrientes que están presentes en el suelo.

Descripción Radial #5: parten desde la zona central y se terminan en la zona interna hasta la zona externa con una trama radial lineal no deseada, lo cual nos muestra baja presencia de microbiología y nutrientes en el suelo.

- *Interpretación del Cromatograma 2:*

Zona central #1: muestra un color café claro que se extiende levemente hacia la zona interna, esto nos indica que el suelo no presenta buena oxigenación.

Zona interna #2: refleja una baja coloración dorada que se integra con la siguiente zona, lo cual indica baja presencia de minerales en el suelo.

Zona intermedia #3: presenta un color café claro lo cual indica que existe materia orgánica disponible.

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Zona externa #4: muestra terminaciones en forma de granos de maíz de color café, lo cual refleja que estas no son las ideales, sin embargo, se identifica la presencia de algunas enzimas.

Descripción Radial #5: inicia desde la zona interna y se terminan en la zona externa con una trama radial no ideal, lo cual indica baja presencia de microbiología en el suelo.

- *Interpretación del Cromatograma 4:*

Zona central #1: muestra un color blanco que se integra levemente con la zona interna, esto nos indica que el suelo presenta baja oxigenación.

Zona interna #2: refleja una coloración café claro que se integra con la siguiente zona, lo cual indica baja presencia de minerales en el suelo.

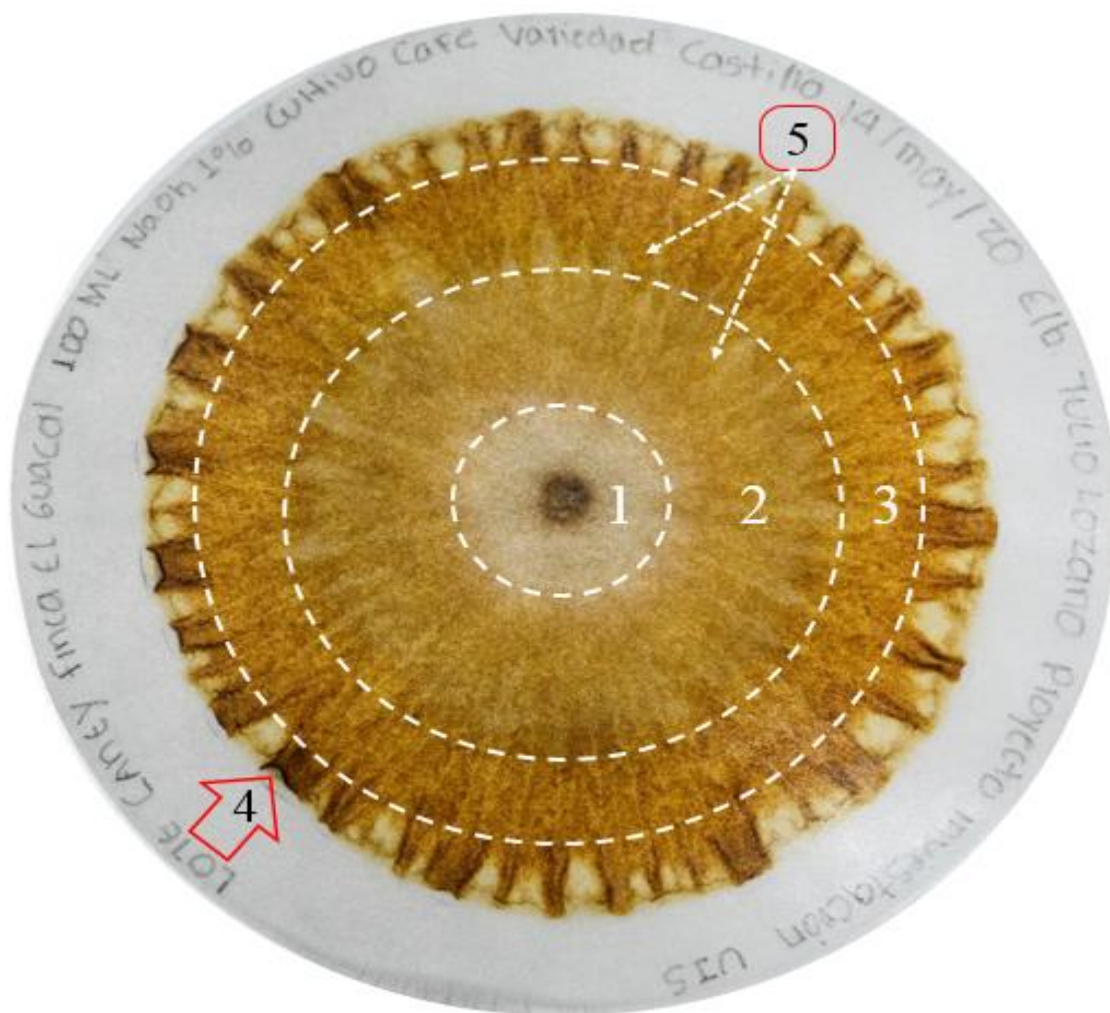
Zona intermedia #3: presenta un color café medio, lo cual indica que existe materia orgánica disponible.

Zona externa #4: muestra terminación no ideal en forma de dientes puntiagudos de color café claro, muestra algunas nubecillas lo cual indica la presencia de algunas enzimas.

Descripción Radial #5: inicia desde la zona interna y se terminan en la zona externa con una trama radial no ideal, con baja presencia de microbiología en el suelo.

A continuación, se presenta el cromatograma realizado con la mezcla de las 4 muestras tomadas, disueltas en 100ml de hidróxido de sodio al 1%. Esta disolución permite visualizar con mayor claridad y proporción el contenido de la zona intermedia y de la zona externa.

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Figura 20*Cromatograma Lote el Caney Muestra 5*

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

- *Interpretación del Cromatograma # 5 en 100 ml de (NaOH) al 1%*

Zona central #1: muestra un color blanco cremoso, que se va integrando con la siguiente zona, lo cual permite deducir que esta mezcla tiene buena oxigenación y estructura.

Zona interna #2: refleja un color dorado que se extiende hacia la siguiente zona lo cual muestra presencia de minerales disponibles para el cultivo.

Zona intermedia #3: presenta un color café claro lo cual indica que existe materia orgánica disponible.

Zona externa #4: muestra terminaciones en forma de explosión de lunares enzimáticos, con una diferencia que marca un borde más oscuro, lo cual indica la presencia de algunas enzimas.

Descripción Radial #5: el desarrollo radial ideal se muestra con más ramificaciones que siguen indicando la variedad de microbiología y nutrientes presentes en la muestra.

Luego de efectuar estas muestras de suelos que me permitieron realizar los análisis cromatográficos cualitativos, se recomendó al agricultor dueño de la finca el guacal, solicitar asesoría agrónoma al comité de cafeteros de San Gil, para que le indiquen alternativas de fertilización con insumos de síntesis química para el lote el caney, con el fin de efectuar nuevas muestras que nos permitan evidenciar el progreso del suelo en un lapso de 4 meses.

Después de 4 meses de espera, se visita nuevamente el lote el caney para extraer 4 muestras a 30 cm de profundidad, las cuales se mezclaron, para sacar 2 muestras definitivas y disolverlas en 150 y 200ml de hidróxido de sodio al 1%, respectivamente. Lo anterior con el fin de poder contar con 2 nuevos cromatogramas #6 y #7, que nos reflejen la evolución del suelo en

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

disoluciones diferentes y permite que la zona central se cierre gradualmente y muestre con mayor claridad y proporción el contenido de la zona intermedia y de la zona externa.

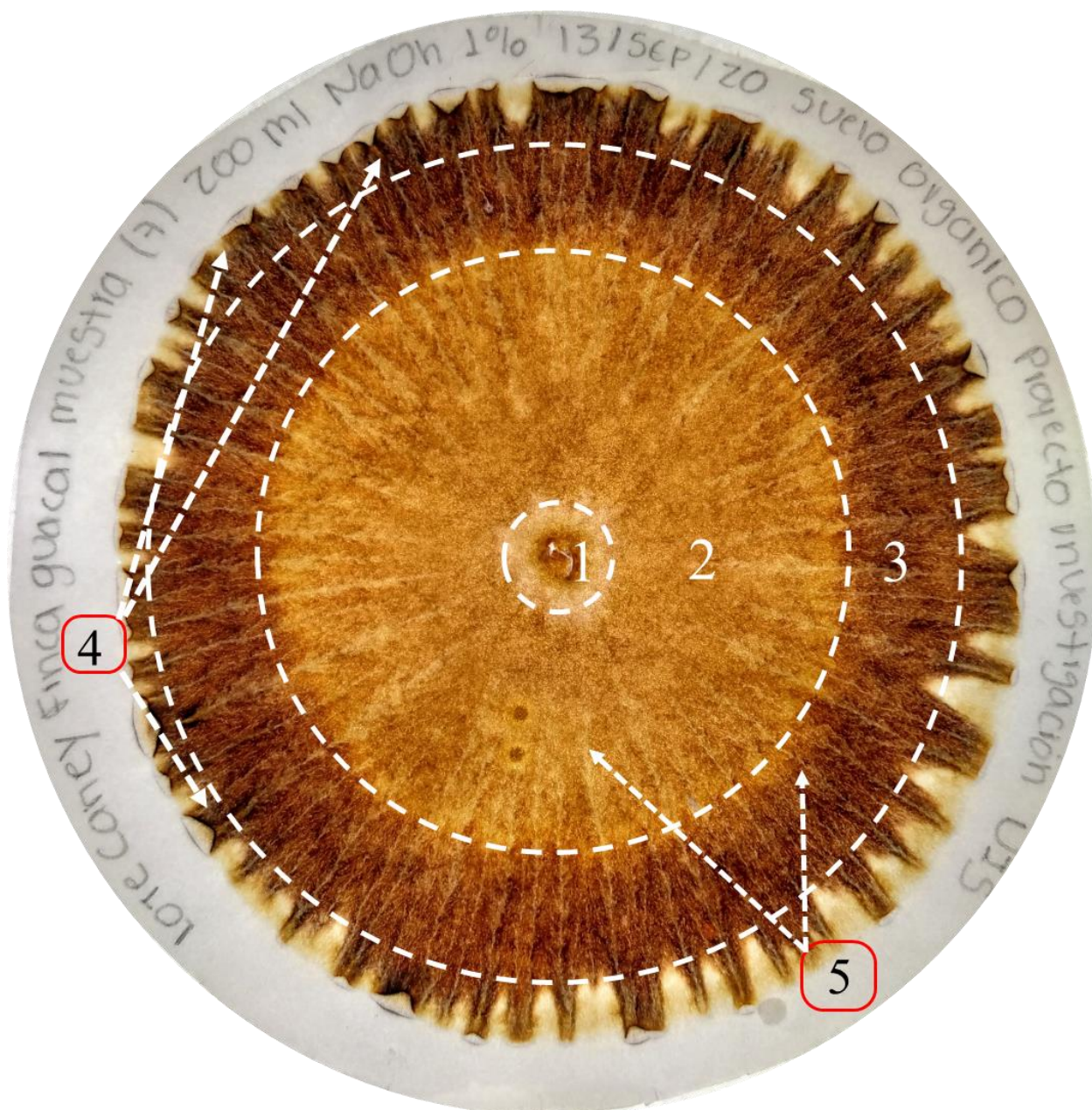
A continuación, se muestran los cromatogramas realizados:

Figura 21

Cromatograma Lote el Caney Muestra 6



ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Figura 22*Cromatograma Lote el Caney Muestra 7*

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

- *Interpretación de los Cromatogramas # 6 en 150 ml y # 7 en 200 ml de (NaOH) al 1%:*

Zona central #1: esta zona se reduce en mayor proporción, debido a las altas concentraciones de la sustancia hidróxido de sodio al 1%, muestran un color blanco cremoso, lo cual permite identificar un suelo con buena oxigenación y estructura.

Zona interna #2: su tamaño se extiende debido a las altas concentraciones de la sustancia hidróxido de sodio al 1%, reflejan colores de la gama rojizos y café, indicando que estamos ante la presencia de un suelo saludable.

Zona intermedia #3: presentan materia orgánica en óptimas condiciones que se va integrando a la zona externa con facilidad.

Zona externa #4: reflejan terminaciones en forma de explosión de lunares enzimáticos con un color café oscuro, lo cual indica buena nutrición del suelo.

Descripción Radial #5: muestran ramificaciones ideales con mediana presencia de actividad microbiológica y de nutrientes presentes en el suelo.

2.1.2.5 Análisis comparativo entre los resultados de suelos convencionales y los resultados de la cromatografía cualitativa. A continuación, se muestran los resultados de suelos convencionales realizados para cada lote (el molino y el caney), el detalle completo de estos se puede validar en los apéndices 3 y 4, seguidamente se detalla el análisis comparativo de estos resultados versus los resultados cualitativos de la cromatografía cualitativa aplicada.

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Figura 23*Análisis Convencional de Suelos Lote el Molino*

| Determinación | Método | Resultado | Rango adecuado | Interpretación | | | | |
|------------------|---------------------------------------|----------------------------|-----------------|----------------|------|-------|------|----------|
| | | | | Muy bajo | Bajo | Medio | Alto | Muy alto |
| pH | Potenciométrico en agua 1:1 | 4,4 | Entre 5,0 y 5,5 | ■ | | | | |
| Materia orgánica | Walkley-Black - Colorimétrico | 4,0 % | Mayor de 8,0 | ■ | | | | |
| Fósforo (P) | Bray II - Colorimétrico | 3 mg/kg | Mayor de 30 | ■ | | | | |
| Potasio (K) | Acetato de amonio - Absorción atómica | 0,22 cmol _c /kg | Mayor de 0,40 | ■ | | | | |
| Magnesio (Mg) | Acetato de amonio - Absorción atómica | 0,7 cmol _c /kg | Mayor de 0,9 | ■ | ■ | | | |
| Calcio (Ca) | Acetato de amonio - Absorción atómica | 6,4 cmol _c /kg | Mayor de 3,0 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Azufre (S) | Fosfato de calcio - Turbidimétrico | No solicitado | Mayor de 12 | | | | | |
| Aluminio (Al) | Yuan - Absorción atómica | 1,5 cmol _c /kg | Menor de 1,0 | ■ | ■ | ■ | | |
| Textura | Al tacto | Franco-Arcilloso | | | | | | |

*Fuente: Reporte Centro Nacional de Investigación de Café, CENICAFE, Mayo de 2020***Figura 24***Análisis Convencional de Suelos Lote el Caney*

| Determinación | Método | Resultado | Rango adecuado | Interpretación | | | | |
|------------------|---------------------------------------|----------------------------|-----------------|----------------|------|-------|------|----------|
| | | | | Muy bajo | Bajo | Medio | Alto | Muy alto |
| pH | Potenciométrico en agua 1:1 | 4,7 | Entre 5,0 y 5,5 | ■ | ■ | | | |
| Materia orgánica | Walkley-Black - Colorimétrico | 4,0 % | Mayor de 8,0 | ■ | | | | |
| Fósforo (P) | Bray II - Colorimétrico | 5 mg/kg | Mayor de 30 | ■ | | | | |
| Potasio (K) | Acetato de amonio - Absorción atómica | 0,18 cmol _c /kg | Mayor de 0,40 | ■ | | | | |
| Magnesio (Mg) | Acetato de amonio - Absorción atómica | 0,4 cmol _c /kg | Mayor de 0,9 | ■ | ■ | | | |
| Calcio (Ca) | Acetato de amonio - Absorción atómica | 6,0 cmol _c /kg | Mayor de 3,0 | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Azufre (S) | Fosfato de calcio - Turbidimétrico | No solicitado | Mayor de 12 | | | | | |
| Aluminio (Al) | Yuan - Absorción atómica | 0,6 cmol _c /kg | Menor de 1,0 | ■ | ■ | | | |
| Textura | Al tacto | Franco-Arcilloso | | | | | | |

Fuente: Reporte Centro Nacional de Investigación de Café, CENICAFE, Mayo de 2020

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Tabla 4*Análisis Comparativo Lote el Molino*

| Tipos de Análisis | Propiedades | | |
|-------------------------|---|---|--|
| | Físicas | Químicas | Microbiológicas |
| Análisis Convencional | Textura: franco-arcilloso al tacto | <p>PH: 4.4 está en un nivel muy bajo</p> <p>Macronutrientes: Fósforo: 3mg/kg está en un nivel muy bajo Potasio: 0.22 cmol/kg se encuentra en un nivel bajo Magnesio: 0.7 cmol/kg se encuentra en un nivel medio Calcio: 6.4 cmol/kg se encuentra en un nivel muy alto</p> <p>Micronutrientes: Aluminio: 1.5 cmol/kg encuentra en un nivel medio</p> | Materia Orgánica: 4.0% se encuentra en un nivel muy bajo |
| Análisis Cromatográfico | Zona Central: Suelos ideales, buena aireación, porosidad, color blanco cremoso, lo cual permite deducir que es un suelo con buena oxigenación. | Zona Interna: muestra una integración diversa a nivel general que se extiende hacia la siguiente zona, también refleja colores de la gama rojizos, café, amarillos, dorados y anaranjados los cuales indican la presencia de minerales | <p>Zona Intermedia: muestran materia orgánica activa biológicamente que se integra con el resto de las zonas de los cromas.</p> <p>Zona Externa: reflejan que se cuenta con reservas nutricionales y presencia de humus en el suelo.</p> <p>Desarrollo radial: muestra ramificaciones ideales que corroboran la alta variedad de microbiología.</p> |

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Tabla 5*Análisis Comparativo Lote el Caney*

| Tipos de Análisis | Propiedades | | |
|-------------------------|---|--|---|
| | Físicas | Químicas | Microbiológicas |
| Análisis Convencional | Textura: franco-arcilloso al tacto | <p>PH: 4.7 está en un nivel bajo</p> <p>Macronutrientes: Fósforo: 5 mg/kg está en un nivel muy bajo Potasio: 0.18 cmol/kg se encuentra en un nivel bajo Magnesio: 0.4 cmol/kg se encuentra en un nivel bajo Calcio: 6.0 cmol/kg se encuentra en un nivel muy alto</p> <p>Micronutrientes: Aluminio: 0.6 cmol/kg encuentra en un nivel bajo</p> | Materia Orgánica: 4.0% se encuentra en un nivel muy bajo |
| Análisis Cromatográfico | Zona Central: muestran color blanco cremoso que se reduce en mayor proporción, debido a las altas concentraciones de la sustancia hidróxido de sodio al 1%, en general es suelo con buena oxigenación y estructura | Zona Interna: muestran colores de la gama, dorado, rojizos y café, indicando que estamos ante un suelo evolutivo y saludable y muestra presencia de minerales | <p>Zona Intermedia: refleja materia orgánica en óptimas condiciones, con bordes más oscuros</p> <p>Zona Externa: indican la presencia de enzimas</p> <p>Zona Radial: muestran ramificaciones que siguen indicando la variedad de microbiología</p> |

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

2.1.2.6 Informe de hallazgos evidenciados en lotes el molino y el caney: A nivel general lo evidenciado en la aplicación de la técnica cromatografía cualitativa a los suelos el molino y el caney de la finca el Guacal, es el insumo para emitir el siguiente informe:

- *Informe Suelo lote el Molino*

Presenta integración y armonía de todas las zonas que componen el resultado de un suelo sano y vital que ha sido mantenido en condiciones ideales, lo cual permite la continua formación de humus con alta actividad biológica.

Este suelo tiene una gran ventaja con ocasión a la presencia de una buena materia orgánica sin huellas de compactación, lo cual permite que este bien aireado y presente una excelente estructura física.

Los dientes en general llegan al final de la zona externa del cromatograma acompañados por lunares enzimáticos, colores deseables y radiación ideal, por lo cual se asegura la disponibilidad continua de nutrientes para el cultivo por mucho tiempo.

- *Informe Suelo lote el Caney*

El suelo de este lote ha sido siempre tratado y fertilizado con abonos de síntesis químicas, sin embargo, los resultados obtenidos muestran colores deseables en los cromas, esto debido a que se tiene presencia de una mínima actividad microbiológica ocasionada por los bosques que rodean este terreno.

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

El color de este suelo es oscuro debido a su propia naturaleza

Los cromatogramas 1 y 3 no corrieron de forma normal, razón por la cual se procedió a aplicar doble dosis de hidróxido de sodio al 1%, en el cromatograma # 4, para evitar que siguiera ocurriendo lo mismo y así ayudarlo a que se extendiera hasta la zona externa.

Los cromas 5, 6 y 7 se dejaron correr de forma individual en diferentes niveles de concentración de hidróxido de sodio al 1%, el resultado que nos da es la integración y armonía de todas las zonas del cromatograma, la coloración va de tonos dorados suaves hasta tonos rojizos y cafés fuertes.

Aunque este suelo esta saludable se recomienda al agricultor iniciar la fertilización de este terreno con abonos orgánicos, lo cual se complementa con la cobertura de bosques que lo rodea, pudiendo incrementar así la actividad biológica y mejorar la calidad de este.

3. Conclusiones

La aplicación de la técnica cromatografía cualitativa de Pfeiffer, en el suelo el molino de la finca el guacal, permitió conocer las características (físicas, químicas y microbiológicas) que lo conforman, por tanto, se concluye que este suelo es de excelente calidad, es de color blanco cremoso, tiene una buena estructura y oxigenación, los cromatogramas analizados reflejan colores

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

y desarrollo radial ideales que indican la presencia de minerales, materia orgánica, alta actividad enzimática, alta presencia de microbiología y buena reserva nutricional en razón a que es tratado de forma orgánica.

La aplicación de la técnica cromatografía cualitativa de Pfeiffer, en el suelo el caney de la finca el guacal, permitió conocer las características (físicas, químicas y microbiológicas) que lo conforman, por tanto, se concluye que este suelo es de calidad media, en razón a que los primeros cromatogramas analizados reflejan colores de tonalidades deseables como cafés claros y rojizos, sin embargo las terminaciones en las zonas externas no son las ideales junto con el desarrollo radial, sin embargo en altas dosificaciones aplicadas al suelo, este refleja una baja presencia de minerales, materia orgánica, actividad enzimática, microbiología y reserva nutricional en razón a que es tratado con fertilizantes de síntesis química.

En el detalle cualitativo de las zonas que componen los cromatogramas (central, interna, intermedia, externa), se identificó que ambos suelos están aptos para el cultivo puesto que cuentan con colores, interacciones, terminaciones y desarrollo radial adecuadas, sin embargo, se concluye que el suelo del lote el molino es de mejores calidades por ser tratado de forma orgánica.

El análisis de cromatografía permite observar de forma cualitativa la microbiología presente en los suelos mediante el sistema radial que se refleja en los cromas, por tanto, se concluye que frente al análisis convencional de suelos la cromatografía permite visualizar lo que estos muestran en cifras.

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

La validación de análisis de suelos convencionales respecto al análisis cromatográfico permite concluir que la forma adecuada de tratar los suelos de la finca el guacal es mediante la aplicación de insumos orgánicos.

4. Recomendaciones

Las empresas que se dedican a realizar laboratorios y análisis convencionales de suelos deberían entregar estos resultados junto con cromas adjuntos los cuales confirmen y faciliten la explicación y entendimiento en los agricultores.

Implementar de forma didáctica explicaciones y ejercicios prácticos de la técnica cromatografía cualitativa en las clases ambientales impartidas en las escuelas y colegios.

Los análisis de cromatografía cualitativa son resultados instantáneos, por ende, si se realizan otros análisis del mismo suelo en una fecha posterior, claramente puede mostrar información diferente en cuanto a su calidad y evolución.

La técnica de cromatografía cualitativa de Pfeiffer es económica, fácil y se puede ejecutar en cualquier lote, finca o parcela, por tanto, su aplicación continúa, aporta a que los agricultores incrementen sus conocimientos e identifiquen el nivel de avance o desmejora de los suelos logrando a su vez el dominio de esta técnica.

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Fomentar la creación de una escuela de enseñanza – aprendizaje de cromatografía cualitativa que surja a partir de las secretarías de agriculturas municipales, para fortalecer las competencias y los saberes de los agricultores de la región.

Se recomienda al agricultor de la finca el guacal, seguir implementado esta técnica para el análisis de los suelos lo cual le aporta a evitar el deterioro de estos, reducir gastos y mejorar la calidad de sus cultivos.

El pensamiento integral y la mirada holística del profesional en producción agroindustrial debe ser el factor diferenciador para proponer alternativas y soluciones agroindustriales a los productores de la región, las cuales contribuyan al aumento de la innovación, competitividad y productividad de sus cultivos.

Continuar desarrollando aplicaciones cromatográficas cualitativas que permitan demostrar nuevos descubrimientos o avances de esta técnica.

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Referencias Bibliográficas

Alba, E. (2012). Evaluación del estado actual del suelo en relación a las propiedades físicas , químicas y biológicas en tres sistemas de manejo (agrobiológico, agroforestal y local) en el Municipio de Vinto. Bolivia.

Castellano, A. (2019). Operaciones básicas en el laboratorio de química. Cromatografía, otros tipos de cromatografía. http://www.ub.edu/oblq/oblq_castellano/cromatografia_altres.html#

FAO. (2014). Conservación de suelos y aguas en América Latina y el Caribe |. <http://www.fao.org/americas/prioridades/suelo-agua/es/>

FAO. (2015). International year of soils, suelos sanos para una vida sana. <http://www.fao.org/soils-2015/about/key-messages/es/>

Pfeiffer, E. E. (1992). Introducción a la agricultura biodinámica. *Byodynamics*, 1–67.

Pla, I. (2017). Análisis crítico de la calidad de suelos y de sus indicadores. *Suelos Ecuatoriales SCCS*, 43(1), 1-8.

Restrepo; y; Pinheiro, S. (2011). Cromatografía imagenes de vida y destrucción del suelo.

Rincón Suarez, L. M. (2010). Caracterización fisicoquímica de algunos suelos de la zona de los municipios de Villanueva y Barichara—Santander. Universidad Industrial de Santander.

Santana, F. A. (2018a). La cromatografía aplicada a la agroecología « Develar el rostro de los suelos». http://www.heifer-ecuador.org/wp-content/uploads/libros/cromatografia_con_portadas.pdf

Santana, F. A. (2018b). La cromatografía aplicada a la agroecología « Develar el rostro de los suelos».

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Apéndices

Apéndice A Registro Fotográfico Etapas en el Campo



Etapa 1

Etapa 2 calicata suelo el
molinoEtapa 2 calicata
suelo el caney

Etapa 3



Etapa 4

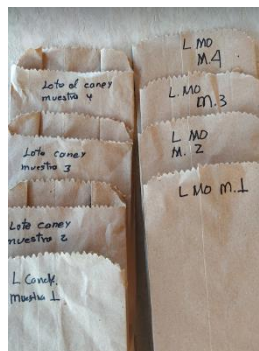


Etapa 5



Etapa 6

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL



Etapa 7

Apéndice B Registro Fotográfico Etapas en el Laboratorio



Etapa 1



Etapa 2



Etapa 3



Etapa 4



ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

**Etapa 5****Etapa 6****Etapa 7****Etapa 8**

ANALISIS DE CROMATOGRAFIA EN LA FINCA EL GUACAL

Apéndice C Registro Análisis Convencional de Suelos Lote el Molino



Federación Nacional de Cafeteros de Colombia
Centro Nacional de Investigaciones de Café
CENICAFE

Sistema de Interpretación de Análisis de Suelos para Café

| | | | | | |
|---------------|--------------------------|--------------------------|------------------|--------------------|------------|
| Departamento: | SANTANDER | Lote: | El Molino | Fecha de muestreo: | 2020.03.19 |
| Municipio: | BARICHARA | Etapas/Edad del cultivo: | Zoca - 5 mes(es) | Fecha de análisis: | 2020.03.19 |
| SICA Lote: | 00424 | Densidad de siembra: | 5600 árboles/ha | Fecha de reporte: | 2020.5.29 |
| Nombre Finca: | El Guacal | Nivel de sombra: | 42 % | | |
| Solicitante: | Francisco Ortiz Angarita | | | | |

| Determinación | Método | Resultado | Rango adecuado | Interpretación | | | | |
|------------------|---------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|------|-------|------|----------|
| | | | | Muy bajo | Bajo | Medio | Alto | Muy alto |
| pH | Potenciométrico en agua 1:1 | 4,4 | Entre 5,0 y 5,5 | | | | | |
| Materia orgánica | Walkley-Black - Colorimétrico | 4,0 % | Mayor de 8,0 | | | | | |
| Fósforo (P) | Bray II - Colorimétrico | 3 mg/kg | Mayor de 30 | | | | | |
| Potasio (K) | Acetato de amonio - Absorción atómica | 0,22 cmol/kg | Mayor de 0,40 | | | | | |
| Magnesio (Mg) | Acetato de amonio - Absorción atómica | 0,7 cmol/kg | Mayor de 0,9 | | | | | |
| Calcio (Ca) | Acetato de amonio - Absorción atómica | 6,4 cmol/kg | Mayor de 3,0 | | | | | |
| Azufre (S) | Fosfato de calcio - Turbidimétrico | No solicitado | Mayor de 12 | | | | | |
| Aluminio (Al) | Yuan - Absorción atómica | 1,5 cmol/kg | Menor de 1,0 | | | | | |
| Textura | Al tacto | Fraco-Arcilloso | | | | | | |

Nutrientes requeridos:

| Etapas | Época | Nutrientes | | | | |
|------------|---|------------|-------------------------------|------------------|-----|---|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | S |
| Zoca | 6 meses después de la zoca (g/planta) | 16 | 6 | 10 | 3 | |
| | Total zoca (g/planta) | 16 | 6 | 10 | 3 | |
| Producción | Año 1 - Aplicación 1 (kg/ha) | 128 | 51 | 111 | | |
| | Año 1 - Aplicación 2 (kg/ha) | 128 | | 111 | | |
| | Total año 1 (kg/ha) | 255 | 51 | 221 | | |
| | Año 2 - Aplicación 1 (kg/ha) | 128 | 51 | 111 | 26 | |
| | Total año 2 (kg/ha) | 128 | 51 | 111 | 26 | |
| TOTAL | Cantidad total de nutriente requerido (kg/ha) | 472 | 136 | 388 | 42 | |

Alternativas para la fertilización:

Etapas de Zoca:

| | |
|---------|--|
| 6 meses | 30 g/planta de Urea, 13 g/planta de DAP, 17 g/planta de Cloruro de potasio y 3 g/planta de Óxido de magnesio |
|---------|--|

Etapas de Producción:

| | | |
|-------|--------------|--|
| Año 1 | Aplicación 1 | 234 kg/ha de Urea, 111 kg/ha de DAP y 184 kg/ha de Cloruro de potasio |
| | Aplicación 2 | 277 kg/ha de Urea y 184 kg/ha de Cloruro de potasio |
| Año 2 | Aplicación 1 | 234 kg/ha de Urea, 111 kg/ha de DAP, 184 kg/ha de Cloruro de potasio y 29 kg/ha de Óxido de magnesio |

Sugerencias para el manejo de enmiendas:

- * En el mes 8 después de la zoca aplicar 80 g/planta de Caliza dolomítica
- * Al año siguiente, 2 ó 3 meses antes o después de una fertilización, aplicar 800 kg/ha de Caliza dolomítica
- * Realizar prácticas de conservación de suelos y aplicar pulpa de café u otra fuente de materia orgánica.

Observaciones:

- * Si se aplican las cantidades recomendadas de Caliza dolomítica en la etapa de crecimiento de la zoca, se podrá prescindir de la fertilización con magnesio durante un año.
- * Si se aplican las cantidades recomendadas de Caliza dolomítica en la etapa de producción, se podrá prescindir de la fertilización con magnesio durante un año.
- * Las fertilizaciones se deben realizar teniendo en cuenta las épocas de lluvia.
- * Los resultados de los análisis de suelos presentados en este documento y su interpretación tendrán validez siempre y cuando se haya tomado y analizado de manera correcta la muestra de suelo. Puede encontrar mayor información en el Boletín Técnico Cenicafe No. 32 'Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia'.
- * Las recomendaciones para este análisis de suelos tienen vigencia entre marzo de 2020 y marzo de 2022

ANÁLISIS DE CROMATOGRAFÍA EN LA FINCA EL GUACAL

Apéndice D Análisis Convencional de Suelos Lote el Caney


Federación Nacional de Cafeteros de Colombia
Centro Nacional de Investigaciones de Café
CENICAFE

Sistema de Interpretación de Análisis de Suelos para Café

Departamento: SANTANDER **Lote:** El Caney **Fecha de muestreo:** 2020.03.19
Municipio: BARRICHARA **Etapas/Edad del cultivo:** Zoca - 5 meses **Fecha de análisis:** 2020.03.19
SICA Lote: 00434 **Densidad de siembra:** 5600 árboles/ha **Fecha de reporte:** 2020.5.29
Nombre Finca: El Guacal **Nivel de sombra:** 42 %
Solicitante: Elda Zambrano Reyes

| Determinación | Método | Resultado | Rango adecuado | Interpretación | | | | |
|------------------|---------------------------------------|------------------|-----------------|----------------|------|-------|------|----------|
| | | | | May bajo | Bajo | Medio | Alto | May alto |
| pH | Potenciométrico en agua 1:1 | 4.7 | Entre 5.0 y 5.5 | | | | | |
| Materia orgánica | Walkley-Black - Colorimétrico | 4.0 % | Mayor de 8.0 | | | | | |
| Fósforo (P) | Bray II - Colorimétrico | 5 mg/kg | Mayor de 30 | | | | | |
| Potasio (K) | Acetato de amonio - Absorción atómica | 0.38 cmol/kg | Mayor de 0.49 | | | | | |
| Magnesio (Mg) | Acetato de amonio - Absorción atómica | 0.4 cmol/kg | Mayor de 0.9 | | | | | |
| Calcio (Ca) | Acetato de amonio - Absorción atómica | 0.0 cmol/kg | Mayor de 3.0 | | | | | |
| Azufre (S) | Perfato de calcio - Turbidimetría | No solicitada | Mayor de 12 | | | | | |
| Aluminio (Al) | Yam - Absorción atómica | 0.6 cmol/kg | Menor de 1.0 | | | | | |
| Textura | Al tacto | Franco-Arcilloso | | | | | | |

Nutrientes requeridos:

| Etapas | Época | Nutrientes | | | | |
|------------|---------------------------------------|---|-------------------------------|------------------|-----|----|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | S |
| Zoca | 6 meses después de la zoca (g/planta) | 16 | 6 | 10 | 3 | |
| | Total etapa (g/planta) | 16 | 6 | 10 | 3 | |
| Producción | Año 1 - Aplicación 1 (kg/ha) | 128 | 51 | 128 | 34 | |
| | Año 1 - Aplicación 2 (kg/ha) | 128 | | 128 | | |
| | Total año 1 (kg/ha) | 255 | 51 | 255 | 34 | |
| | Año 2 - Aplicación 1 (kg/ha) | 128 | 51 | 128 | 34 | |
| | Total año 2 (kg/ha) | 128 | 51 | 128 | 34 | |
| | TOTAL | Cantidad total de nutriente requerido (kg/ha) | 472 | 136 | 439 | 85 |

Nutrientes requeridos:

| Etapas | Época | Nutrientes | | | | |
|------------|---------------------------------------|---|-------------------------------|------------------|-----|----|
| | | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | MgO | S |
| Zoca | 6 meses después de la zoca (g/planta) | 16 | 6 | 10 | 3 | |
| | Total etapa (g/planta) | 16 | 6 | 10 | 3 | |
| Producción | Año 1 - Aplicación 1 (kg/ha) | 128 | 51 | 128 | 34 | |
| | Año 1 - Aplicación 2 (kg/ha) | 128 | | 128 | | |
| | Total año 1 (kg/ha) | 255 | 51 | 255 | 34 | |
| | Año 2 - Aplicación 1 (kg/ha) | 128 | 51 | 128 | 34 | |
| | Total año 2 (kg/ha) | 128 | 51 | 128 | 34 | |
| | TOTAL | Cantidad total de nutriente requerido (kg/ha) | 472 | 136 | 439 | 85 |

Alternativas para la fertilización:

Etapas de Zoca:

| | |
|---------|--|
| 6 meses | 30 g/planta de Urea, 13 g/planta de DAP, 17 g/planta de Cloruro de potasio y 3 g/planta de Oxido de magnesio |
|---------|--|

Etapas de Producción:

| | | |
|-------|--------------|--|
| Año 1 | Aplicación 1 | 234 kg/ha de Urea, 111 kg/ha de DAP, 213 kg/ha de Cloruro de potasio y 39 kg/ha de Oxido de magnesio |
| | Aplicación 2 | 277 kg/ha de Urea y 213 kg/ha de Cloruro de potasio |
| Año 2 | Aplicación 1 | 234 kg/ha de Urea, 111 kg/ha de DAP, 213 kg/ha de Cloruro de potasio y 39 kg/ha de Oxido de magnesio |

Sugerencias para el manejo de enmiendas:

- * En el mes 6 después de la zoca aplicar 80 g/planta de Caliza dolomítica
- * Al año siguiente, 2 ó 3 meses antes o después de una fertilización, aplicar 600 kg/ha de Caliza dolomítica
- * Realizar prácticas de conservación de suelos y aplicar pulpa de café u otra fuente de materia orgánica.

Observaciones:

- * Si se aplican las cantidades recomendadas de Caliza dolomítica en la etapa de crecimiento de la zoca, se podrá prescindir de la fertilización con magnesio durante un año.
- * El Oxido de magnesio no se debe mezclar con los fertilizantes granulados en la etapa de producción. De ser necesario, este fertilizante se puede mezclar con la cal.
- * Las fertilizaciones se deben realizar teniendo en cuenta las épocas de lluvia.
- * Los resultados de los análisis de suelos presentados en este documento y su interpretación tendrán validez siempre y cuando se haya tomado y analizado de manera correcta la muestra de suelo. Puede encontrar mayor información en el Boletín Técnico Cenicafe No. 32 'Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia'.
- * Las recomendaciones para este análisis de suelos tienen vigencia entre marzo de 2020 y marzo de 2022