

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**USO DE CROMATOGRAFÍA DE SUELOS COMO ANÁLISIS CUALITATIVO
PARA EVALUAR EL SUELO Y AGUAS MIELES EN EL CULTIVO DE CAFÉ
(*Coffea arábica* L.) EN LA LABOR, OCOTEPEQUE**

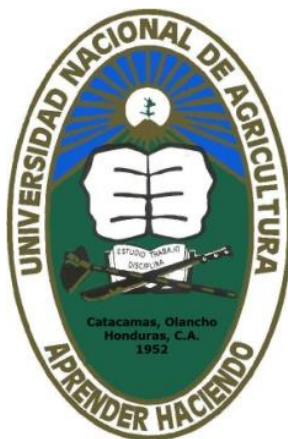
POR:

RODOLFO ALBERTO PORTILLO VÁSQUEZ

TRABAJO PRÁCTICO SUPERVISADO

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO



CATACAMAS, OLANCHO.

HONDURAS, C.A

JUNIO, 2016

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**USO DE CROMATOGRAFÍA DE SUELOS COMO ANÁLISIS CUALITATIVO
PARA EVALUAR EL SUELO Y AGUAS MIELES EN EL CULTIVO DE CAFÉ
(*Coffea arábica* L.) EN LA LABOR, OCOTEPEQUE**

POR:

RODOLFO ALBERTO PORTILLO VÁSQUEZ

OSCAR FERREIRA CATRILEO, M.Sc.

Asesor Principal

TRABAJO PRÁCTICO SUPERVISADO

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

INGENIERO AGRÓNOMO

CATACAMAS, OLANCHO.

HONDURAS, C.A.

JUNIO, 2016



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE
PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA**

Reunidos en el Departamento Académico de Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Nacional de Agricultura el: **M. Sc. OSCAR FERREIRA CATRILEO**, miembro del Jurado Examinador de Trabajos de P.P.S.

El estudiante **RODOLFO ALBERTO PORTILLO VÁSQUEZ**, del IV Año de la carrera de Ingeniería Agronómica, presentó su informe.

“USO DE CROMATOGRAFÍA DE SUELOS COMO ANÁLISIS CUALITATIVO PARA EVALUAR EL SUELO Y AGUAS MIELES EN EL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.) EN LA LABOR, OCOTEPEQUE”

El cual a criterio del examinador, aprobó este requisito para optar al título de Ingeniero Agrónomo.

Dado en la ciudad de Catacamas, Olancho, a los ocho días del mes de Junio del año dos mil dieciséis.

M. Sc. OSCAR FERREIRA CATRILEO

Consejero Principal

DEDICATORIA

A DIOS

Por darme la oportunidad de vivir y por ser la luz que ilumina mi camino, por haberme brindado la fuerza de voluntad, la sabiduría para poder tomar mis decisiones correctas y el entendimiento para poder culminar mis estudios.

A MIS PADRES

A mi madre **ALBERTINA VÁSQUEZ PAZ** y a mi padre **RODOLFO ALBERTO PORTILLO PEÑA** por haberme brindado su apoyo incondicional, por creer en mí en todo momento y no soltarme de la mano en cada paso que he dado en mi vida.

A MIS HERMANOS

MIGUEL ÁNGEL PORTILLO VÁSQUEZ, ODALIS ALIVETH PORTILLO VÁSQUEZ, KEVIN MAURICIO PORTILLO VÁSQUEZ, DARWIN ADONAY PORTILLO VALENZUELA, por estar siempre en los buenos y malos momentos apoyándome, por darme esas palabras de consuelo, y por ser mis mejores amigos y amigas, por darme los mejores ejemplos a seguir en mi vida.

A MI CUÑADA

KAREN TRIGUEROS SAAVEDRA, por todo su apoyo incondicional, y por brindarme todos esos consejos y palabras de aliento que me han permitido desarrollarme como persona.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por estar siempre a mi lado y porque sin su ayuda me hubiese sido imposible lograr esta hermosa meta propuesta, por darme la sabiduría y el entendimiento necesario para llegar hasta donde estoy.

A MIS PADRES

ALBERTINA VÁSQUEZ PAZ Y RODOLFO ALBERTO PORTILLO PEÑA por haberme brindado su apoyo incondicional no solo en estos cuatro años de estudio superior, y por encontrarse siempre a mi lado por los momentos que más lo he necesitado.

A MIS HERMANOS

MIGUEL ÁNGEL PORTILLO VÁSQUEZ, ODALIS ALIVETH PORTILLO VÁSQUEZ, KEVIN MAURICIO PORTILLO VÁSQUEZ, DARWIN ADONAY PORTILLO VALENZUELA, por ser parte de mi vida, por ser ellos uno de los pilares de mí sostén y por el apoyo incondicional que cada uno de ellos me ha brindado.

A MI CUÑADA

KAREN TRIGUEROS SAAVEDRA, por todo su apoyo incondicional, y por brindarme todos esos consejos y palabras de aliento que me han permitido desarrollarme como persona.

A MI ALMA MATER

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA por formarme **ACADEMICA Y PROFESIONALMENTE** con su lema "Estudio, Trabajo y disciplina"

A MI ASESOR

M.Sc. OSCAR FERREIRA CATRILEO por el apoyo brindado en todo momento porque sin él no hubiese sido posible el desarrollo de este trabajo.

A COCAFELOL

Por darme la oportunidad de desarrollar este trabajo de investigación en sus instalaciones.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

Por brindarme su apoyo en las buenas y en las malas, porque nunca me han abandonado cuando más los necesitaba.

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO

SEVERIN SCHOENBERGER Y ROGER CARTAGENA por todo su apoyo brindado hacia mi persona durante mi estancia en las instalaciones de **COCAFELOL**, en el desarrollo de mi trabajo de investigación.

A LA MUNICIPALIDAD DE LUCERNA, OCOTEPEQUE

Por su apoyo brindado en estos años de formación académica.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
LISTA DE FIGURAS	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo General	2
2.2. Objetivos Específicos.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. La Cromatografía del suelo	3
3.2. Descripción general de un cromatograma	3
3.3. Descripción de las zonas de un cromatograma.....	3
3.3.1. La zona central	3
3.3.2. La zona interna	4
3.3.3. La zona intermedia.....	4
3.3.4. La zona externa.....	4
3.4. Principales coloraciones indicadoras de una buena salud del suelo	5
3.5. Principales coloraciones que indican condiciones no deseables del suelo	5
3.6. La interpretación de los cromatogramas	5
IV. METODOLOGÍA	6
4.1. Descripción del sitio de la investigación	6
4.2. Materiales y equipo	7
4.2.1. Materiales de campo.....	7
4.2.2. Materiales de laboratorio	7
4.4. Trabajo a nivel de laboratorio	11
V. RESULTADOS.....	20
VI. CONCLUSIONES.....	58
VII. RECOMENDACIONES	59
VIII. BIBLIOGRAFÍA	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de fincas seleccionas para la toma de muestras de suelo para su análisis cromatografico en La Labor y Sensenti en Ocotepeque	6
Figura 2. Resumen de las comparaciones realizadas entre las fincas de café, abonos orgánicos y fertilizantes foliares, en el estudio de cromas en el municipio de La Labor, Ocotepeque	8
Figura 3. Finca donde se tomaron las muestras de suelo para su posterior análisis cromatográfico en las instalaciones de COCAFELOL	8
Figura 4. Localización donde se tomó la muestra de suelo, con el barreno a una profundidad de 1-20 centímetros	9
Figura 5. Recolección y almacenado de la muestra de suelo en bolsas plásticas	9
Figura 6. Secado de la muestra de suelo o abono orgánico a sombra en el laboratorio de COCAFELOL	10
Figura 7. Resumen de las fases a nivel de campo de la toma muestras, previo al estudio del análisis cromatográfico en el laboratorio de COCAFELOL, en La Labor, Ocotepeque	10
Figura 8. Tamizado de la muestra de suelo o abono orgánico, con colador de plástico para evitar la contaminación, en el análisis	11
Figura 9. Tamizado de la muestra de suelo o abono orgánico, para lograr una mejor homogeneidad, y así obtener un mejor revelado en el análisis cromatográfico	11
Figura 10. Pesado de las muestras de suelo o abono orgánico en 5 g y 2.5 g para su posterior disolución en hidróxido de sodio al 1% de concentración	12
Figura 11. Pesado del hidróxido de sodio al 1% de concentración, utilizando 1g por cada 100 ml de agua destilada.....	12
Figura 12. Elaboración de una solución de nitrato de plata al 0.5 %	13
Figura 13. Selección del material como papel filtro circular N° 1, 4 y 41 de 15 cm de diámetro, como también la elaboración de pabilos.....	13
Figura 14. Impregnación del papel filtro con la ayuda del pabilo y 0.5 % de concentración de nitrato de plata.....	14
Figura 15. Pesado de la muestra de suelo o abono orgánico, para su posterior depósito al erlenmeyer donde fue diluido con el hidróxido de sodio que fue preparado anteriormente al 1% de concentración	15
Figura 16. Extracción de la solución del erlenmeyer para su posterior impregnación en el papel filtro que fue impregnado anteriormente con nitrato plata.....	15
Figura 17. Secado del papel filtro impregnado con la solución de suelo para su posterior revelado, este se hace utilizando dos hojas de papel toalla	16
Figura 18. Identificación de cada cromas después de su secado y revelado que consiste en colocar algunos datos más relevantes de la finca	16
Figura 19. Conservación de las cromas ya identificadas se utilizó parafina	17
Figura 20. Resumen de las etapas del 1-6 realizadas a nivel de laboratorio en las instalaciones de COCAFELOL	17
Figura 21. Resumen de las etapas 7-12 realizadas a nivel de laboratorio en las instalaciones de COCAFELOL	18

Figura 22. Resumen de las etapas 13-18 realizadas a nivel de laboratorio en las instalaciones de COCAFELOL	19
Figura 23. Resumen de las etapas 19-24 realizadas a nivel de laboratorio en las instalaciones de COCAFELOL	19
Figura 24. <i>Brachiaria ruziziensis</i> mas yeso, primer tratamiento utilizado para mejorar las características del suelo	21
Figura 25. Gandul, <i>Brachiaria ruziziensis</i> mas yeso, segundo tratamiento con la incorporación de leguminosas como fuentes de nitrógeno y minerales.....	23
Figura 26. Moradia (<i>Commelia elegans</i>) más guama (<i>inga sp</i>). Tercer tratamiento donde solo hay una siembra de este pasto para impedir erosión y explosión directa del sol	24
Figura 27. Suelo sin ninguna cobertura vegetal, control de malezas sin utilización de herbicidas, utilizando un control cultural	25
Figura 28. Análisis de una muestra de suelo tomada a una profundidad de 1-20 cm. Utilizando 5 g de suelo diluidos en 50 ml de hidróxido de sodio al 1% de concentración.....	27
Figura 29. Análisis de una muestra de suelo tomada a una profundidad de 1-20 utilizando el mismo método de impregnación de Restrepo y Pinheiro	28
Figura 30. Finca orgánica desde el 2012, muestra tomada a una profundidad de 1-20 centímetros, para observar el estado de salud del suelo	30
Figura 31. Finca orgánica desde el 2012, muestra tomada a una profundidad de 40-60 centímetros, donde se aprecia una escasa actividad biológica	30
Figura 32. Finca orgánica desde el 2012, muestra tomada a una profundidad de 80-100 centímetros, donde apreciamos solo presencia de minerales	31
Figura 33. Croma utilizando 5 g de la muestra de suelo diluidos en 50 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración, profundidad de la toma de suelo 1-20 centímetros	32
Figura 34. Croma utilizando 2.5 g de la muestra de suelo diluidos en 50 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración, profundidad de la toma de suelo 1-20 centímetros	34
Figura 35. Análisis de una muestra de suelo tomada a una profundidad de 1-20 cm, utilizando 5 g de suelo diluidos en 50 ml de hidróxido de sodio al 1% de concentración.....	35
Figura 36. Análisis de una muestra de suelo tomada a una profundidad de 40-60 cm, utilizando 5 g de suelo diluidos en 50 ml de hidróxido de sodio al 1% de concentración.....	36
Figura 37. Análisis de una muestra de suelo tomada a una profundidad de 80-100 cm. Utilizando 5 g de suelo diluidos en 50 ml de hidróxido de sodio al 1% de concentración	36
Figura 38. Análisis cromatográfico de un suelo trabajado con agricultura convencional orientado a la agricultura orgánica.....	38
Figura 39. Análisis cromatográfico de un suelo trabajado con agricultura convencional orientado a la agricultura orgánica.....	38
Figura 40. Análisis cromatográfico de un suelo trabajado con agricultura convencional orientado a la agricultura orgánica.....	39
Figura 41. Análisis cromatográfico de una muestra de suelo utilizando 2.5 g diluidos en 25 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración	41
Figura 42. Análisis cromatográfico de una muestra de suelo tomada a una profundidad de 40-60 centímetros, utilizando 2.5 g diluidos en 25 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración	41

Figura 43. Análisis cromatográfico de una muestra de suelo tomada a una profundidad de 80-100 centímetros, utilizando 2.5 g diluidos en 25 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración	42
Figura 44. Análisis cromatográfico de un abono mineralizado, la muestra fue tomada a los dos meses de su elaboración, el tipo de papel filtro utilizado en la impregnación fue número 1	43
Figura 45. Abono mineralizado, la muestra fue tomada a los dos meses de su elaboración, se utilizó 5 g diluidos en 50 ml de hidróxido de sodio, en reposo por 24 horas para su impregnación el tipo de papel utilizado fue el número 4	44
Figura 46. Análisis cromatográfico realizado a una muestra de lombricompost, donde se utilizó 2.5 g de la muestra, diluidos en 100 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración, utilizando un papel filtro con porosidad número 4 para su impregnación	46
Figura 47. Análisis cromatográfico realizado a una muestra de lombricompost, donde se utilizó 2.5 g de la muestra, diluidos en 100 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración, utilizando un papel con porosidad número 1 para su impregnación.....	47
Figura 48. Análisis cromatográfico realizado a una muestra de lombricompost, donde se utilizó 5 g de la muestra, diluidos en 50 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración, utilizando un papel filtro con porosidad número 4 para su impregnación	48
Figura 49. Comparación de análisis cromatográficos del fertilizante foliar multimineral donde utilice diferentes volúmenes del producto, diluidos en distintos volúmenes de hidróxido de sodio al 1% de concentración	49
Figura 50. Análisis cromatográficos de una muestra de agricompost foliar, donde utilice diferentes volúmenes del producto, diluidos en volúmenes diferentes de hidróxido de sodio al 1% de concentración	51
Figura 51. Análisis cromatográficos de microorganismos de montaña líquidos, donde utilice volúmenes diferentes de producto, diluidos en diferentes dosis de hidróxido de sodio al 1 % de concentración	52
Figura 52. El utilizar productos muy concentrados, nos ocasiona este tipo de problemas porque nos tapa los poros del papel filtro, lo recomendable es aumentar el volumen de hidróxido de sodio, para que la muestra nos quede menos densa	53
Figura 53. Se observa que el cromatograma nos revela que hubo un taponamiento de los poros del papel filtro, por utilizar muestras muy concentradas pero este cedió ocasionando se pasara de la zona marcada para la identificación del cromatograma	53
Figura 54. Marcas de los dedos durante la manipulación del papel filtro durante la impregnación con nitrato de plata, el utilizar guantes de látex permite evitar este tipo de problemas que me ocasionaron un mal revelado y me obstruye la lectura e interpretación del cromatograma	54
Figura 55. Lunares blancos en el centro de la cromatograma es porque utilice el mismo papel absorbente que fue utilizado para secar la impregnación con nitrato de plata	54
Figura 56. El color negro en esta cromatograma es porque fue impregnada con nitrato de plata hasta los 4 centímetros, y dejada guardada por un periodo mayor de 24 horas , sin impregnarla con una muestra de suelo, abono orgánico o foliar	55
Figura 57. El arrugamiento y el color negro de la cromatograma se debe a que el nitrato de plata que utilice para la impregnación tenía demasiados días de haber sido elaborado, y la concentración fue mayor a la recomendada	55

Figura 58. El utilizar solo 50 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración en una muestra de suelo muy rica en materia orgánica me ocasiono el no tener una imagen clara, un revelado perfecto, lo ideal es aumentar los volúmenes de hidróxido de sodio hasta alcanzar lo deseado un buen revelado de la muestra.....	56
Figura 59. El utilizar suelos muy ricos en materia orgánica me ocasiono un taponamiento de los poros del papel filtro, este análisis lo realice utilizando papel número 1 no recomendable para este tipo de muestra, el ideal es el número 4, y haciendo varias disoluciones de la muestra.....	56
Figura 60. El derretir la parafina a temperaturas muy altas por mucho tiempo me ocasionó que cuando sumergí el papel filtro ya identificado este es quemado, ocasionando que no se pueda apreciar la calidad del análisis.....	57

Portillo Vásquez, R.A. 2016. Uso de cromatografía de suelos como análisis cualitativo para evaluación del suelo y aguas mieles en el cultivo de café (*Coffea arábica* L.) en La Labor, Ocotepeque. Trabajo práctico supervisado Ing. Agrónomo. Catacamas, Olancho. Universidad Nacional de Agricultura. Pág. 72

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de las instalaciones de la Cooperativa Cafetalera Ecológica La Labor Ocotepeque Ltda. (COCAFELOL), ubicado en el municipio de La Labor, Ocotepeque, con el objetivo de usar la cromatografía de suelos como análisis cualitativo para evaluar el suelo y aguas mieles en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.). En este orden se realizó una selección de fincas, de las cuales tomamos muestras de suelos para sus posteriores análisis cromatográficos, las muestras fueron tomadas a diferentes profundidades, 1-20 cm, 40-60 cm, 80-100 cm. Además de evaluar los productos elaborados por el equipo técnico de las instalaciones de (COCAFELOL), entre ellos, el abono mineralizado, y lombricompost, como también productos foliares a base de aguas mieles del café, entre ellos el fertilizante foliar multimineral, agricompost foliar y microorganismos de montaña líquidos. El utilizar esta metodología de cromatografía de suelos como análisis cualitativo, nos llevó a conocer la realidad del estado de salud de los suelos cultivados de café en la región, y así poder establecer medidas de mitigación, como también determinar la calidad de productos elaborados por la cooperativa.

Palabras claves: Abono mineralizado, agricompost foliar, fertilizante foliar multimineral, lombricompost y microorganismos de montaña líquidos

I. INTRODUCCIÓN

El café es la mercancía más importante en el comercio agrario internacional y la segunda del mundo, por detrás del petróleo, representando una fuente importante de ingreso en la mayoría de los países de Latinoamérica. Honduras cuenta con una superficie total de café de 236.462 ha (8% de la superficie total cultivada) producen un 3 % del café mundial y aproximadamente del 10 % de la población depende del café. En Honduras se cultiva bajo sombra (entre el 95 y el 98 % de toda la producción de café) con unos rendimientos aproximados de 700 a 800 kg/ha (Gonzales 2007).

El suelo es considerado como uno de los recursos naturales más importantes, de ahí la necesidad de mantener su productividad, para que a través de él y las prácticas agrícolas adecuadas se establezca un equilibrio entre la producción de alimentos y el acelerado incremento poblacional.

El uso de la cromatografía en papel filtro pretende elaborar análisis cualitativos de suelos, compostas y biofertilizantes para que el campesino, el productor o el horticultor sepan juzgar correctamente y evaluar la calidad biológica tanto de sus tierras como de sus abonos, biofertilizantes en relación a la interacción entre el contenido de microorganismos, materia orgánica y minerales de tal manera que ellos puedan seleccionar el manejo apropiado y la cantidad a aplicar.

II. OBJETIVOS

2.1.Objetivo General

Usar la cromatografía de suelos como análisis cualitativo para evaluar el suelo y aguas mieles en el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en La Labor, Ocotepeque

2.2.Objetivos Específicos

- a. Muestrear el suelo y las aguas mieles en fincas de café en el municipio de La Labor, Ocotepeque
- b. Realizar las lecturas de cromas de suelo y aguas mieles en el laboratorio en COCAFELOL en La Labor, Ocotepeque
- c. Interpretar y analizar las cromas de suelo y aguas mieles de fincas de café en La Labor, Ocotepeque

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. La Cromatografía del suelo

La cromatografía del suelo es un método físico de separación para la caracterización de mezclas complejas, con aplicación en todas las ramas de la ciencia. Es un conjunto de técnicas basadas en el principio de retención, selectiva cuyo objetivo es separar los distintos componentes de una mezcla para identificar y en muchos casos determinar las cantidades de dichos componentes (Restrepo y Pinheiro 2011).

3.2. Descripción general de un cromatograma

La descripción se hace con base en las zonas que lo componen, su tamaño, su forma y sus colores revelados. Las zonas son cinco, del centro hacia afuera, en el siguiente orden: zona central, zona interna, zona intermedia, zona externa y zona de manejo o periférica (Restrepo y Pinheiro 2011).

3.3. Descripción de las zonas de un cromatograma

3.3.1. La zona central

También llamada zona de la aireación u oxigenación, es donde reacciona el nitrato de plata con algunos de los elementos presentes en la muestra analizada.

En muchos casos esta zona no se manifiesta, o no existe, debido, principalmente, al maltrato o la destrucción del suelo por la mecanización pesada, la aplicación de venenos y la exposición directa a los rayos de sol al quitársele la cobertura vegetal que lo protege. Un suelo con esas características se encuentra totalmente compactado sin estructura y no hay en la materia orgánica. El centro del cromatograma con una coloración blanco cremosa que se desvanece suavemente para integrarse a la próxima zona (mineral, orgánica y enzimática) es

un indicador de un buen suelo, no compactado, de una buena estructura, con abundante materia orgánica activa y sobresaliente actividad microbológica como enzimática y de acción benéfica (Restrepo y Pinheiro 2011).

3.3.2. La zona interna

Se denomina zona mineral, porque allí se concentra la gran mayoría de reacciones con los minerales. Es también la zona donde quedan atrapadas las sustancias más pesadas, cuando se encuentra la presencia del color pardo negruzco, desde la zona central, sin hacer distinción entre zonas, con terminaciones en puntas, es indicador que el suelo está altamente mineralizado y destruido, con ausencia de materia orgánica y baja actividad biológica, se pueden reconocer los impactos positivos que un suelo en recuperación muestra con las prácticas de la agricultura orgánica que se estén implementando en él (Restrepo y Pinheiro 2011).

3.3.3. La zona intermedia

También conocida zona proteica o de la materia orgánica. Es aquí donde se expresan tanto la presencia como la ausencia de la materia orgánica; sin embargo, es bueno aclarar que la presencia de materia orgánica en este tercer anillo no significa necesariamente que se encuentra totalmente integrada al suelo no biológicamente activa en él (Restrepo y Pinheiro 2011).

3.3.4. La zona externa

Denominada zona enzimática o nutricional. Podemos casi asegurar que cuando esta zona se manifiesta de forma gradual y armónica como nubes onduladas muy tenues o lunares suaves de colores cafés, estamos en la cumbre de la calidad de un suelo ideal, totalmente saludable y pleno de vida. Las diversas nubecillas que se forman allí indican abundancia y variedad nutricional disponible activa permanente e inmediatamente para interactuar endosimbioticamente con el cultivo (Restrepo y Pinheiro 2011).

3.4.Principales coloraciones indicadoras de una buena salud del suelo

Los colores que reflejan el buen estado evolutivo saludable tanto de los suelo como de los abonos son: amarillo, dorado. Anaranjado, rojizo o café claro y tonalidades verdosas. Cuando en una croma encontramos la combinación de cafés claros y muy oscuros, estamos ante un proceso intermedio de desarrollo, en el cual la materia orgánica esta cruda, acumulada o en etapa de maduración e integración en el abono o al suelo (Restrepo y Pinheiro 2011).

3.5.Principales coloraciones que indican condiciones no deseables del suelo

Negro, ceniza, pardo muy oscuro, lilas o violetas, gris y tonalidades azules. Estas tonalidades reflejan un mal estado evolutivo y no saludable de los suelos y de los abonos orgánicos procesados o en proceso (Restrepo y Pinheiro 2011).

3.6.La interpretación de los cromatogramas

Una buena lectura e interpretación de un cromatograma está determinada por la información previa que exista sobre la muestra y el terreno de donde la tomamos (Restrepo y Pinheiro 2011).

IV. METODOLOGÍA

4.1.Descripción del sitio de la investigación

El estudio se realizó en los meses de octubre, noviembre y diciembre en la empresa Cooperativa Cafetalera Ecológica La Labor Ocotepeque Ltda. (COCAFELOL), ubicada en el municipio de La Labor, Ocotepeque entre los 14° 32' de latitud Norte y los 88° de longitud Oeste, a 60 km de la ciudad de Santa Rosa de Copán. La temperatura mínima anual es de 15 grados centígrados y la temperatura máxima anual es de 35 grados centígrados, el clima tropical húmedo, con una precipitación anual de 1450 mm (Mancomunidad Güisayote 2015).

Nombres de las fincas de café que fueron seleccionadas para evaluar la calidad biológica, materia orgánica, minerales y la salud de los suelos (Figura 1).

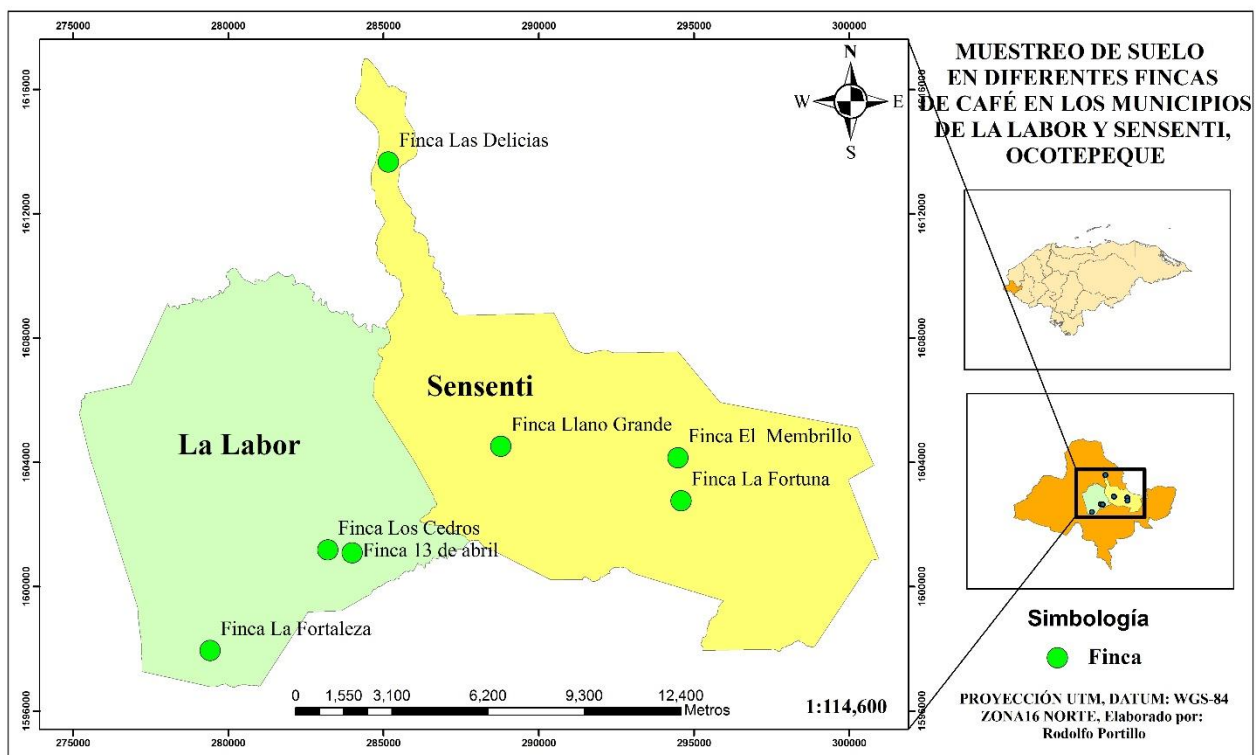


Figura 1. Ubicación de fincas seleccionadas para la toma de muestras de suelo para su análisis cromatográfico en La Labor y Sensenti en Ocotepeque

4.2. Materiales y equipo

4.2.1. Materiales de campo

Se utilizaron pala, barreta, azadón, espátula, bolsas plásticas, cinta adhesiva, marcadores, colador de plástico, machete, libreta de campo y bolígrafo.

4.2.2. Materiales de laboratorio

Se hizo uso de papel filtro N° 4, balanza analítica, placas Petri de 5 y 10 cm, erlenmeyer de vidrio de 100 ml, probeta de 100 ml, embudo, mortero de porcelana, agua destilada, jeringas de 10 ml, tijeras, regla plástica, lápiz grafito, sacabocado de 2 mm, martillo, clavo acerado, papel toalla, papel bond, hidróxido de sodio, nitrato de plata y caja de cartón grande.

4.3. Trabajo a nivel de campo

Esquema de identificación de las fincas de café, abonos orgánicos y fertilizantes orgánicos foliares que fueron seleccionadas para realizarles el posterior análisis cromatográfico, en el caso de las fincas seleccionadas se decidí tomar muestras a 3 profundidades diferentes para su posterior análisis y en el caso de los fertilizantes foliares, utilice diferentes volúmenes de producto, estos los diluí en diferentes volúmenes de hidróxido de sodio al 1 % de concentración para identificar el patrón ideal (Figura 2).

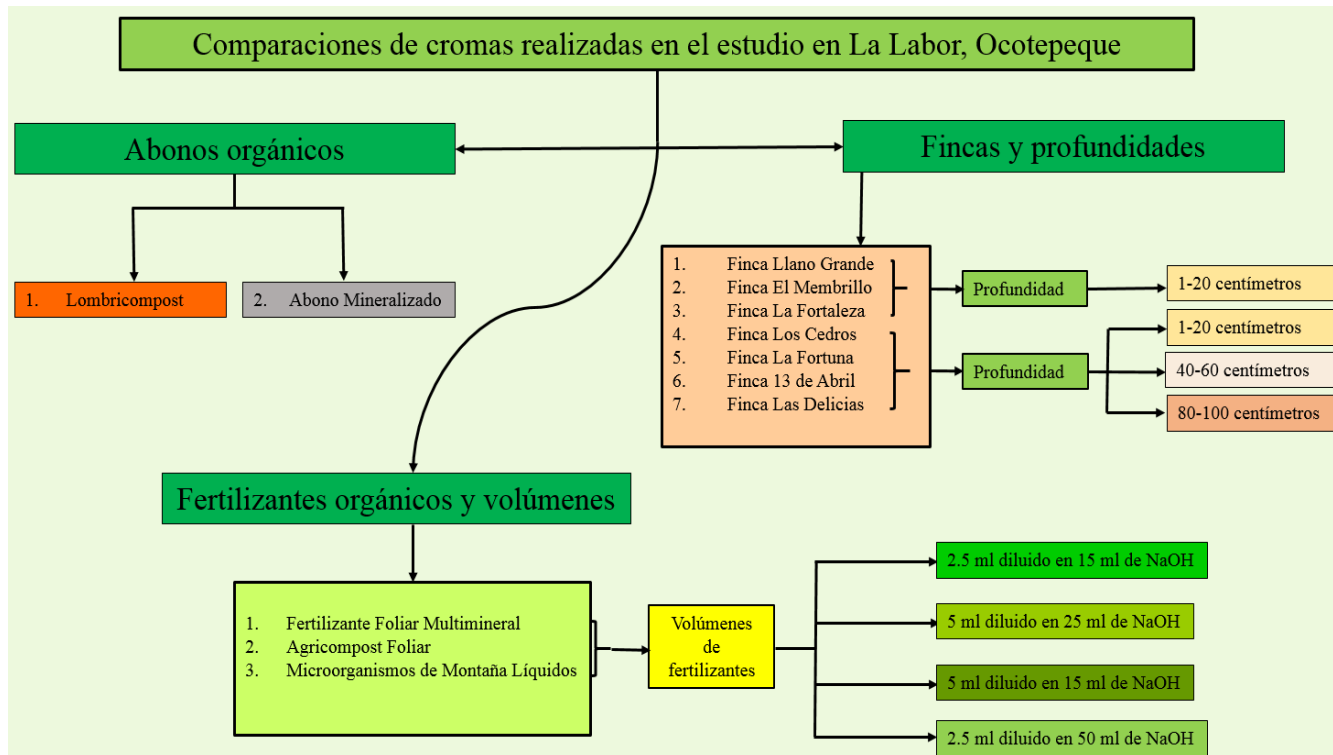


Figura 2. Resumen de las comparaciones realizadas entre las fincas de café, abonos orgánicos y fertilizantes foliares, en el estudio de cromas en el municipio de La Labor, Ocotepeque

Paso 1: Reconocimiento previo o diagnóstico integral de la propiedad (finca, terreno, parcela o rancho) donde se realizó los análisis cromatográfico (Figura 3).



Figura 3. Finca donde se tomaron las muestras de suelo para su posterior análisis cromatográfico en las instalaciones de COCAFELOL

Paso 2: Después de la selección del terreno se procedió a la extracción de las muestras en el terreno, haciendo uso del muestreo en zigzag, se procedió con una pala o palín a sacar la cantidad de suelo necesaria para el análisis, por separado. La cantidad de suelo a tomar por punto de muestreo fue de medio kilo, se tomó a diferentes a profundidades (Figura 4).



Figura 4. Localización donde se tomó la muestra de suelo, con el barreno a una profundidad de 1-20 centímetros

Paso 3: Posteriormente de la toma de muestras se procedió al embolsado y etiquetado de dichas muestras, la información que debe contener es el, lugar de extracción, altitud y su profundidad (Figura 5).



Figura 5. Recolección y almacenado de la muestra de suelo en bolsas plásticas

Paso 4: Una vez transportadas las muestras, se pusieron a secar indirectamente al sol o a media sombra y se les extrae piedras, palos y otros objetos no deseados (Figura 6).



Figura 6. Secado de la muestra de suelo o abono orgánico a sombra en el laboratorio de COCAFELOL

Esquema adoptado a la toma de muestras en las diferentes fincas estudiadas en el municipio de La Labor, Ocotepeque (Figura 7).



Figura 7. Resumen de las fases a nivel de campo de la toma muestras, previo al estudio del análisis cromatográfico en el laboratorio de COCAFELOL, en La Labor, Ocotepeque

4.4.Trabajo a nivel de laboratorio

Paso 1: Una vez las muestras estaban totalmente secas se tomaron sub muestras de 100 g a 150 g que se pasaron por un colador o tamiz de plástico, con la finalidad de lograr una mejor uniformidad en las partículas del suelo antes de su pulverización (Figura 8).



Figura 8. Tamizado de la muestra de suelo o abono orgánico, con colador de plástico para evitar la contaminación, en el análisis

Paso 2: Con el auxilio de un mortero, preferentemente de porcelana, se pulverizaron minuciosamente las partículas del suelo hasta obtener un polvo homogéneo, tipo talco, del cual finalmente tomamos para el análisis la cantidad de 5 g (Figura 9).



Figura 9. Tamizado de la muestra de suelo o abono orgánico, para lograr una mejor homogeneidad, y así obtener un mejor revelado en el análisis cromatográfico

Pasó 3: Con la ayuda de una balanza analítica se pesaron 5 g de la muestra pulverizada en el mortero, cuidando de conservar su identificación, el suelo restante ya molido, se guardó como muestra de seguridad (Figura 10).



Figura 10. Pesado de las muestras de suelo o abono orgánico en 5 g y 2.5 g para su posterior disolución en hidróxido de sodio al 1% de concentración

Paso 4: Se preparó una solución de hidróxido de sodio (NaOH), o soda caustica, o sosa, al 1 % en agua destilada, para disolver la muestra de suelo que fue analizada. Por cada muestra de 5 g que se quiera analizar utilizamos 50 ml de la solución de sosa al 1% (Figura 11).



Figura 11. Pesado del hidróxido de sodio al 1% de concentración, utilizando 1g por cada 100 ml de agua destilada

Paso 5: Se preparó una solución de nitrato de plata (AgNO_3) al 0.5 %. Se disolvió 0.5 g de nitrato de plata en 100 ml de agua destilada (Figura 12).



Figura 12. Elaboración de una solución de nitrato de plata al 0.5 %

Paso 6: Se utilizó papel filtro circular N ° 1, 4 y 41 de 15 cm de diámetro, de acuerdo con la sustancia o mezcla que se analizó, para impregnarlos o sensibilizarlos. Se perforo en el centro del papel filtro, de preferencia con un sacabocados de 2 mm de diámetro, o con un clavo de acero. Los límites de impregnación del nitrato de plata se demarcaron a 4 cm de distancia del centro del papel circular, y el recorrido final con la muestra de suelo previamente preparada se demarco a 6 cm de distancia del centro del papel, esta operación de demarcación se realizó con el auxilio de una aguja de jeringa o estilete de acero, seguidamente se procedió la elaboración de los pabilos o rodillos de papel filtro N°4, estos contaron con dimensiones de 2 x 2 cm (Figura 13).



Figura 13. Selección del material como papel filtro circular N° 1, 4 y 41 de 15 cm de diámetro, como también la elaboración de pabilos

Paso 7: La impregnación o sensibilización se realizó a través del pabilo, que previamente se insertó por el agujero del centro del papel filtro, se utilizaron dos placas Petri de vidrio, de 5 cm y 10 cm de diámetro, se colocó la menor dentro de la mayor, centrada, y se depositó en ella la solución de nitrato de plata, con mucho cuidado retiremos el pabilo de tal manera para evitar manchar el papel con nuestros dedos para que no haya alteración de los resultados, posteriormente el papel filtro impregnados se colocó, entre dos hojas blancas, se almaceno en una caja oscura, de manera que no haya presencia de luz (Figura 14).



Figura 14. Impregnación del papel filtro con la ayuda del pabilo y 0.5 % de concentración de nitrato de plata

Paso 8: Después de la impregnación con la solución de nitrato de plata que duro de 3 a 4 horas, se procedió a disolver los 5 g de la muestra de suelo, en 50 ml de la solución alcalina que se preparó con sosa, o hidróxido de sodio al 1%, haciendo uso del erlenmeyer, dicha solución se agito por dos minutos, realizando giros constantes de derecha a izquierda y viceversa hasta homogenizar la solución, se dejó la muestra en reposo por 15 minutos, y posteriormente se realizó de nuevo el agitado, nuevamente la dejamos en reposo, esta vez por una hora, y repetimos el procedimiento de agitación, finalmente se guardó la muestra debidamente protegida, por un mínimo de seis horas en pleno reposo, para completar la reacción alcalina de la sosa con la muestra de suelo (Figura 15).



Figura 15. Pesado de la muestra de suelo o abono orgánico, para su posterior depósito al erlenmeyer donde fue diluido con el hidróxido de sodio que fue preparado anteriormente al 1% de concentración

Paso 9: Culminado el tiempo de secado del papel filtro y del reposo final de la reacción alcalina, se procedió a la corrida final de la muestra, la placa Petri pequeña se colocó dentro de la mayor, y haciendo uso de una jeringa vertimos en la placa Petri pequeña de 10 a 15 cc del líquido que está en la parte superior de la mezcla de suelo y la solución de sosa, dicha solución se dejó correr hasta los seis cm, que previamente se marcaron al inicio, esta sobrepaso la impregnación de nitrato de plata que será de cuatro cm, seguidamente se retiró el pabito (Figura 16).



Figura 16. Extracción de la solución del erlenmeyer para su posterior impregnación en el papel filtro que fue impregnado anteriormente con nitrato plata



Paso 12: Conservación y archivado de los cromas, con su respectiva información de lo que se analizó y observo (Figura 19).



Figura 19. Conservación de las cromas ya identificadas se utilizó parafina

Esquema 1 del procedimiento realizado a nivel de laboratorio, ubique las muestras de suelo o abonos orgánicos a secar a sombra completa, seguidamente el colado que permite una mejor homogenización para su tamizado, posterior a este prepare la solución de hidróxido de sodio con la cual diluiremos los 2.5 o 5 gramos de suelo (Figura 20).

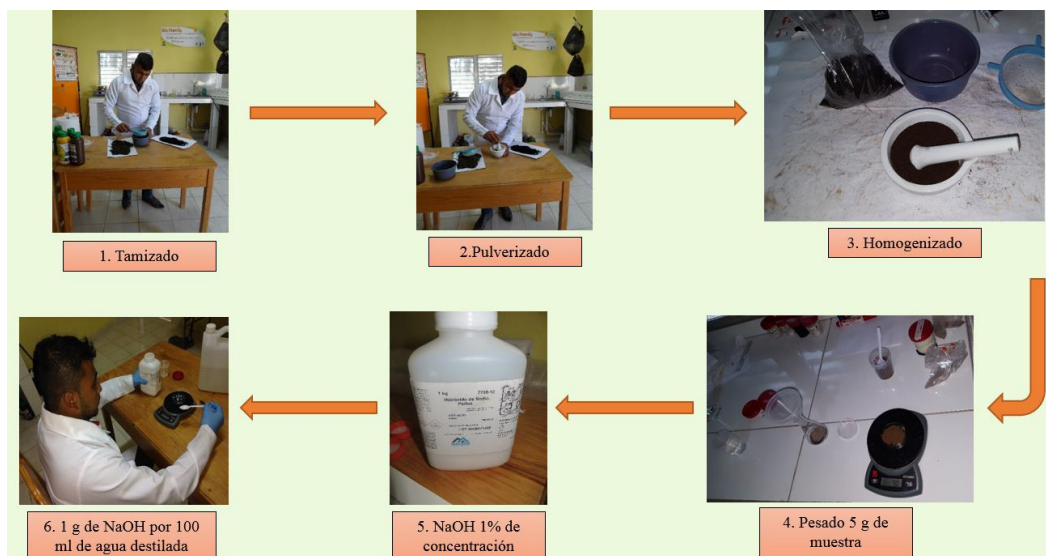


Figura 20. Resumen de las etapas del 1-6 realizadas a nivel de laboratorio en las instalaciones de COCAFELOL

Esquema 2 realizado a nivel de laboratorio, continúe con la preparación de nitrato de plata al 0.5 % de concentración con el cual impregne el papel filtro que decidí utilizar, este dependió de la sustancia a analizar, seguidamente de la elección de la porosidad del papel filtro se procedió a perforar del centro del papel donde introduci el pabito que servirá de puente de absorción del nitrato de plata, hasta los 4 centímetros marcados (Figura 21).

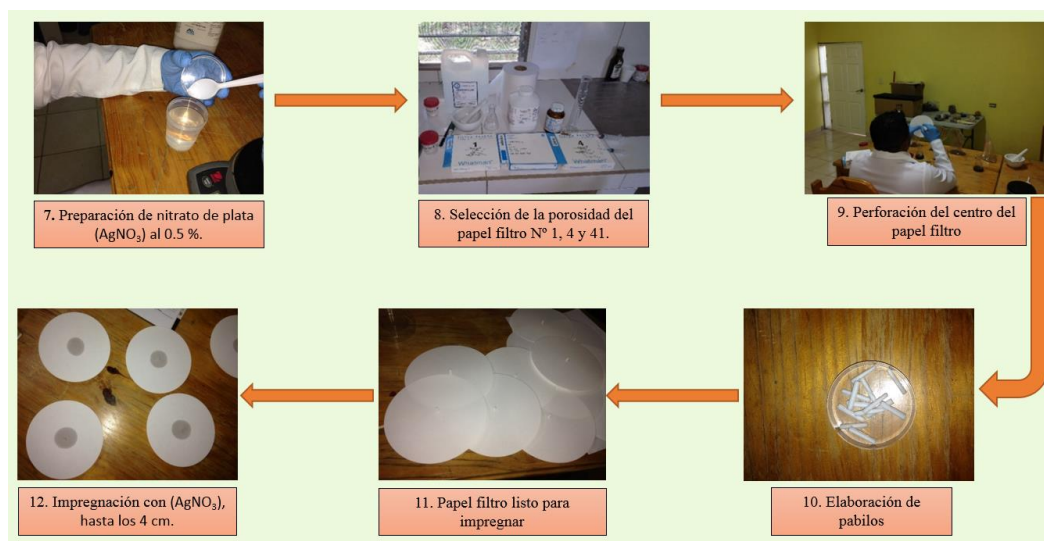


Figura 21. Resumen de las etapas 7-12 realizadas a nivel de laboratorio en las instalaciones de COCAFELOL

Esquema 3 para preparar la solución de suelo que impregne en el papel filtro procedí al pesado de 2.5 o 5 g de las muestras, que fueron depositados en cada uno de los erlenmeyer, adicionando el volumen correspondiente de hidróxido de sodio preparado en el esquema 1. Esta solución preparada se agito en los primeros 15 minutos, luego a la hora y posteriormente se dejó en reposo absoluto por 6 horas, hasta la extracción de 10 ml de la solución con una jeringa que fue depositado en una placa petri (Figura 22).

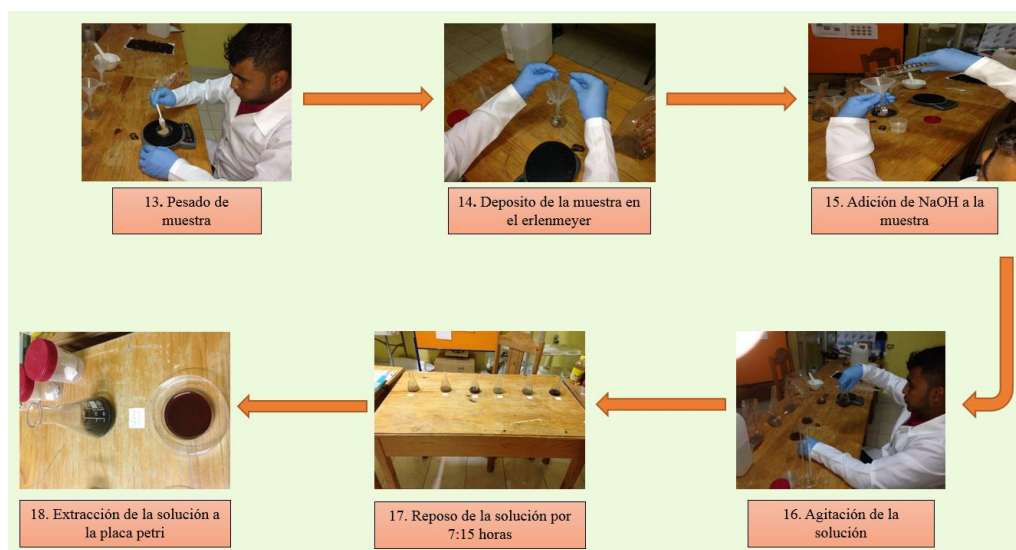


Figura 22. Resumen de las etapas 13-18 realizadas a nivel de laboratorio en las instalaciones de COCAFELOL

Esquema 4 del procedimiento realizado a nivel de laboratorio en la impregnación de cromas, luego de tener lista las placas petri con la solución extraída del erlenmeyer, coloque el papel filtro ya impregnado y seco de nitrato de plata sobre la placa petri para su ultimo corrido hasta los 6 centímetros marcados, posterior a su impregnación coloque el croma a secar para lograr un excelente revelado que nos facilitara su interpretación e identificación y posterior empara finado que ayuda a la conservación del mismo (Figura 23).

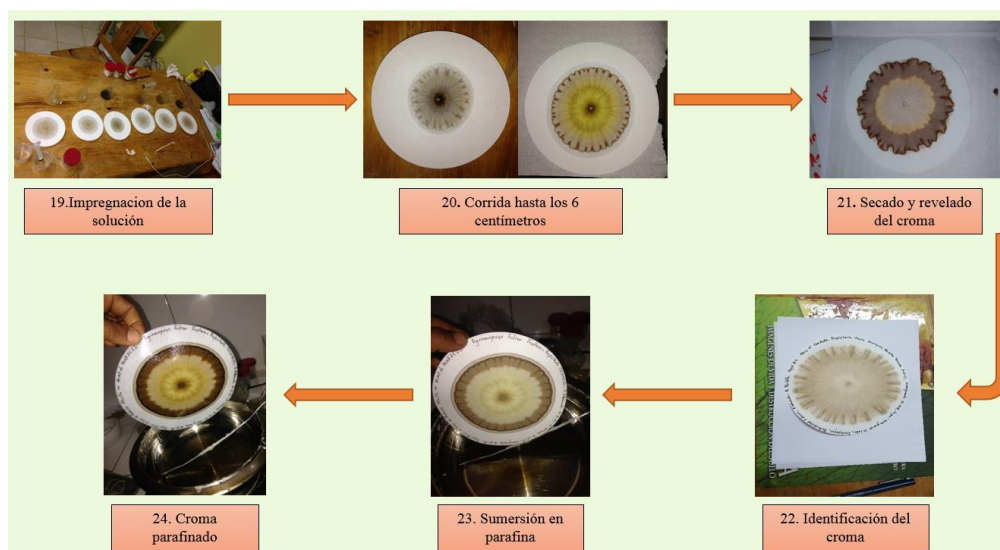


Figura 23. Resumen de las etapas 19-24 realizadas a nivel de laboratorio en las instalaciones de COCAFELOL

V. RESULTADOS

5.1. Finca Llano Grande

5.1.1. Descripción

La finca denominada Llano Grande ubicada en el valle de Sensenti, Ocotepeque propiedad de Ermogenes Deras, cuenta con una edad de tres años de plantada, el área cultivada anteriormente fue destinada a la producción de tabaco, granos básicos y otros cultivos de interés agrícola, está sometida al uso excesivo de productos químicos, malas prácticas de conservación de suelos, se procedió a desarrollar una estrategia para recuperar la vida del suelo mediante el fraccionamiento del área cultivada en lotes utilizando los programas de manejo: a. *Brachiaria ruziziensis* mas yeso, b. Gandul, *Brachiaria ruziziensis* mas yeso, c. moradia (*Commelia elegans*) más guama (*Inga sp.*), d. testigo.

a. *Brachiaria ruziziensis* mas yeso

El tratamiento utilizando el tipo de pasto del genero *Brachiaria* con el propósito de mejorar la calidad del suelo, preservando la humedad, regulando la temperatura del mismo, controlando malezas además de protección a daños mecánicos y exposición directa al sol.

Los cromatogramas de un suelo trabajado con la agricultura convencional, cultivado de café utilizando diferentes métodos de manejo para mejorar las características del suelo.

La zona central de este cromograma está ausente, como consecuencia del abuso excesivo del suelo e implementación de malas prácticas agrícolas este suelo no presenta una estructura ideal para el desarrollo del sistema radicular de las plantas de café.

La zona interna (mineral) presenta una ligera interacción con la próxima zona intermedia (materia orgánica), como consecuencia del alto porcentaje de biomasa que incorpora el pasto *Brachiaria ruziziensis* y por ende la actividad de microorganismos trabajando en la descomposición de dicha materia e incorporación al suelo en alimento disponible para las plantas.

La zona intermedia (materia orgánica), en este croma contiene mínimas cantidades de materia orgánica en proceso de transformación por la actividad microbiana que se concentra en este suelo.

La zona externa en este croma nos refleja la baja disponibilidad de alimento proteínas y enzimas presente en este suelo, a consecuencia en primer instancia a tener poco tiempo de incorporación de biomasa y ser tratado con prácticas de conservación (Figura 24).

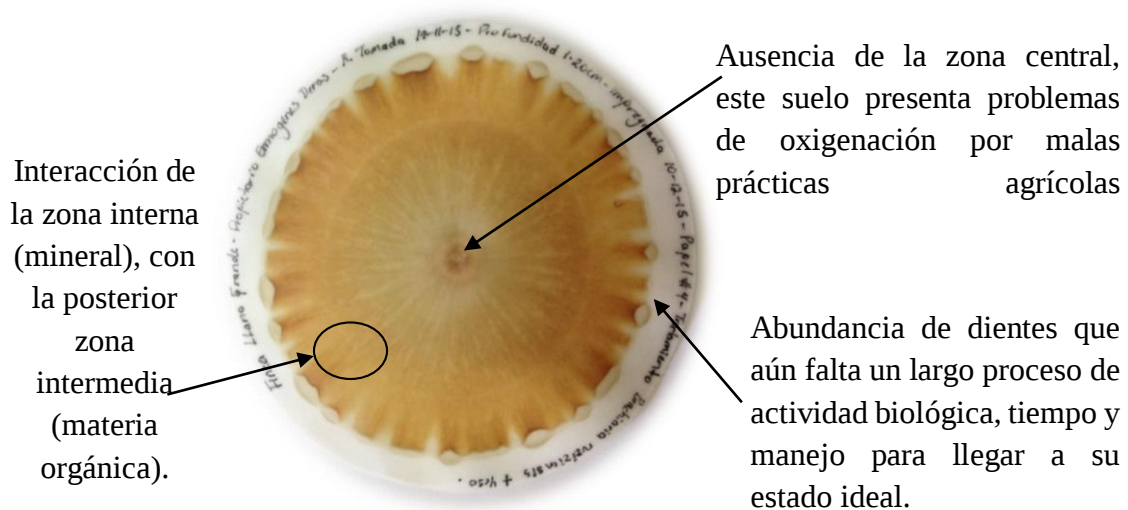


Figura 24. *Brachiaria ruziziensis* mas yeso, primer tratamiento utilizado para mejorar las características del suelo

b. Gandul, *Brachiaria ruziziensis* mas yeso

En este tratamiento se utiliza una leguminosa arbustiva gandul como fuente principal de incorporación de nitrógeno al suelo, protección al cafetal y suelo de la exposición directa al sol. Además de integrar una cantidad considerable e individual por planta de café.

Zona central (aireación), no existe la presencia de esta zona de aireación u oxigenación como consecuencia de la aplicación del paquete tecnológico de la revolución verde, donde este presenta compactación, suelo sin estructura, sin porosidad y sin ninguna integración con la próxima zona mineral.

Zona interna (mineral), abarca una superficie adecuada e integrada, y en relación con su tamaño indica una buena armonía con la próxima zona intermedia (materia orgánica), por otro lado el recorrido de los minerales en forma de caminitos o espinas de pescado desde su origen demuestran la integración y actividad microbiológica actuando en él.

Zona intermedia (proteica o materia orgánica), en este caso hay una significativa armonía con la zona anterior, además de observarse como la zona externa o enzimática no está penetrada o integrada con los pocos dientes que se forman a partir de la materia orgánica, los pocos dientes no muy pronunciados se debe al poco tiempo de incorporación de biomasa tanto de pasto *Brachiaria ruziziensis* como de gandul.

La zona externa (enzimática), hay muy poca presencia de ella lo que indica la poca variabilidad y disponibilidad de nutrientes además de encontrarse muy poca actividad macrobiológica y microbiológica interactuando en la materia orgánica (Figura 25).

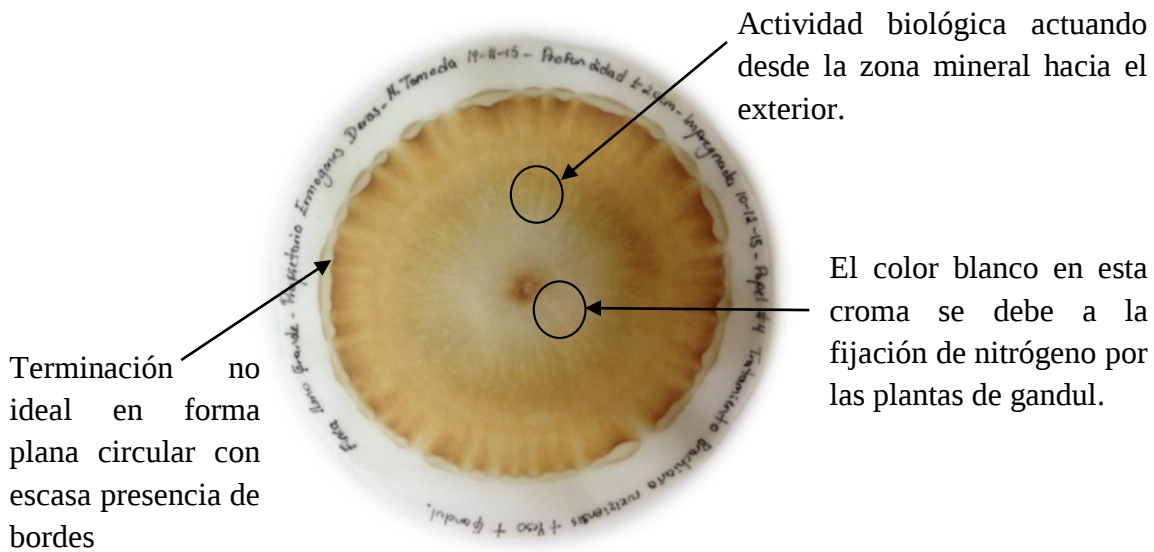


Figura 25. Gandul, *Brachiaria ruziziensis* mas yeso, segundo tratamiento con la incorporación de leguminosas como fuentes de nitrógeno y minerales

c. Moradia (*Commelia elegans*) más guama (*Inga sp.*)

Este tratamiento ha sido elegido como alternativa de mantener el suelo cubierto y protegerlo de la explosión del sol y la erosión de la lluvia, como su sombra permanente que regula el microclima dentro de la plantación del cafetal.

Zona central (ombligo o aireación), la presencia de un color café claro en esta zona indica, un proceso de evolutivo del mismo, a pesar que anteriormente fue maltratado con el paquete de la revolución verde, en esta zona se aprecia la mejora de la estructura, porosidad y compactación a medida aumenta la cantidad de biomasa por la sombra permanente y la moradilla.

La zona interna (mineral), la integración de esta zona con la posterior nos revela la presencia de microorganismos actuando sobre la biomasa que ha sido depositado con el tiempo por la sombra permanente que se encuentra en la finca.

La zona intermedia (proteica o materia orgánica), en este caso la armonía de esta zona es significativamente excelente por la integración que tiene tanto con la zona anterior y posterior, los caminillos en forma de espigas de pescado que se extienden desde el centro del croma hasta el exterior indican la ligera actividad microbiana.

Zona externa (enzimática), se aprecia en esta zona una mayor diversidad y disponibilidad de nutrientes que se presentan en las nubecillas de color café con bordes claros, además de encontrarse un mayor número de dientes indicativo de una evolución positiva al mismo (Figura 26).

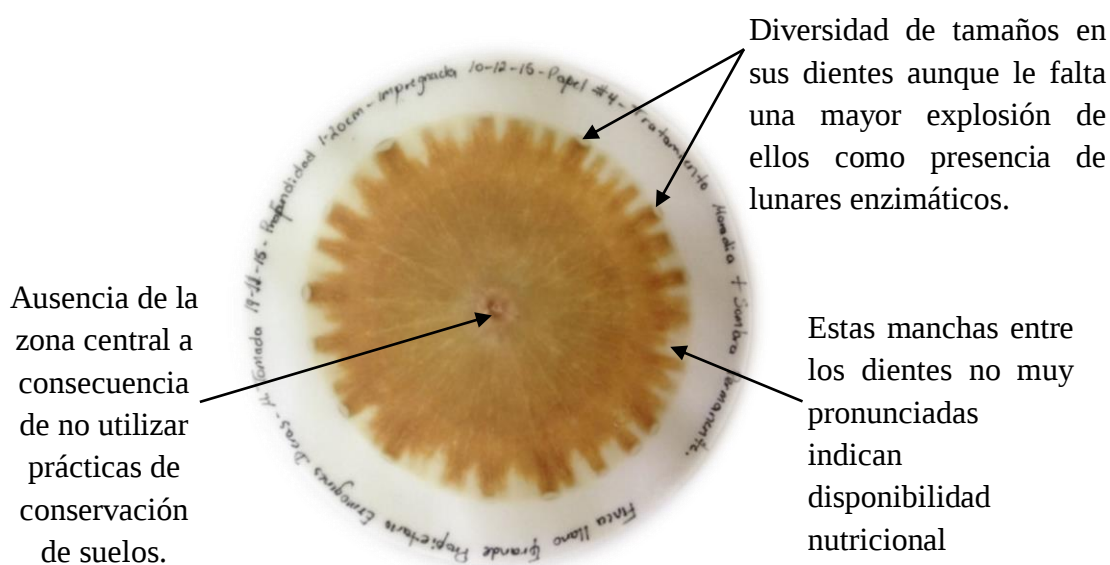


Figura 26. Moradia (*Commelia elegans*) más guama (*inga sp*). Tercer tratamiento donde solo hay una siembra de este pasto para impedir erosión y explosión directa del sol

d. Testigo

En este lote de café siempre de la misma finca, el suelo se encuentra desprotegido, expuesto al sol y erosión de la lluvia, en este ensayo las aplicaciones de fertilizantes químicos son normales a las fechas establecidas en el calendario de fertilización, mientras su control de malezas es cultural, utilizando un machete, sin intervención de químicos.

Zona central (ombligo u oxigenación), la presencia de esta zona con una tonalidad de un color café oscuro expresa que estamos frente a un suelo totalmente compactado sin ninguna estructura a consecuencia de las malas prácticas de conservación de suelos, uso excesivo de fertilizantes químicos, herbicidas, funguicidas y suelo expuesto directamente a los rayos del sol.

Zona interna (mineral), la armonía que se presenta con la zona posterior se da por la interacción entre ambas zonas, además de mostrar caminillos en forma de espigas de pescado que desvanecen en el exterior de croma. Debido a la poca disponibilidad de microorganismos.

Zona intermedia (proteica o materia orgánica), presenta una terminación no ideal en la zona externa indicativo de que el suelo ha sido explotado continuamente por el paquete tecnológico de la revolución verde, además de mostrar muy poca materia orgánica no disponible para la plantas.

Zona externa (enzimática), este croma nos revela muy pocas nubecillas que estas son un indicativo de un nivel muy bajo de nutrientes disponibles para la planta, además de no contar con una reserva nutricional (Figura 27).

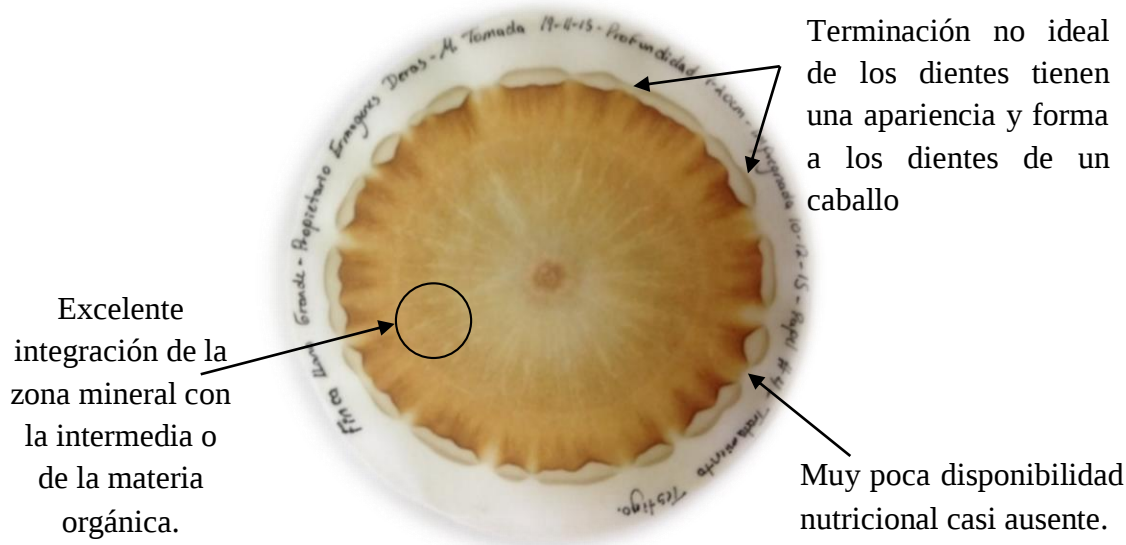


Figura 27. Suelo sin ninguna cobertura vegetal, control de malezas sin utilización de herbicidas, utilizando un control cultural

5.2.Finca El Membrillo

5.2.1. Descripción

La finca El Membrillo propiedad de Roger Cartagena ubicada en San Francisco Cones, Sensenti, Ocotepeque. Se encuentra a una altitud arriba de 1400 msnm, finca que ha sido manejada bajo un enfoque de agricultura convencional desde su plantación hasta la fecha de toma de muestras noviembre 2015, con la finalidad de apreciar el estado de vida del suelo.

a. Profundidad de 1-20 centímetros

Este análisis presenta características no muy deseables, en el podemos apreciar una zona central de color café claro no aceptable a un suelo que presenta buena salud. La zona intermedia (mineral), que expresa un color ligeramente violeta como consecuencia de la constante aplicación del paquete tecnológico (fertilizantes inorgánicos, herbicidas) utilizados en el manejo para la producción de café, además que no se aprecia una integración con la zona anterior y la posterior demostrando la baja disponibilidad de microbiología presente en él.

Al mismo tiempo observamos, después de la zona mineral, como la materia orgánica se encuentra totalmente bloqueada y momificada a causa de lo anteriormente expuesto. Considerando que no hay una explosión de la materia orgánica en la terminación del croma podemos asegurar la ausencia de la zona exterior que es en ella donde se expresa la cantidad, variabilidad y disponibilidad de alimento (nutrientes), para la plantación de café (Figura 28).

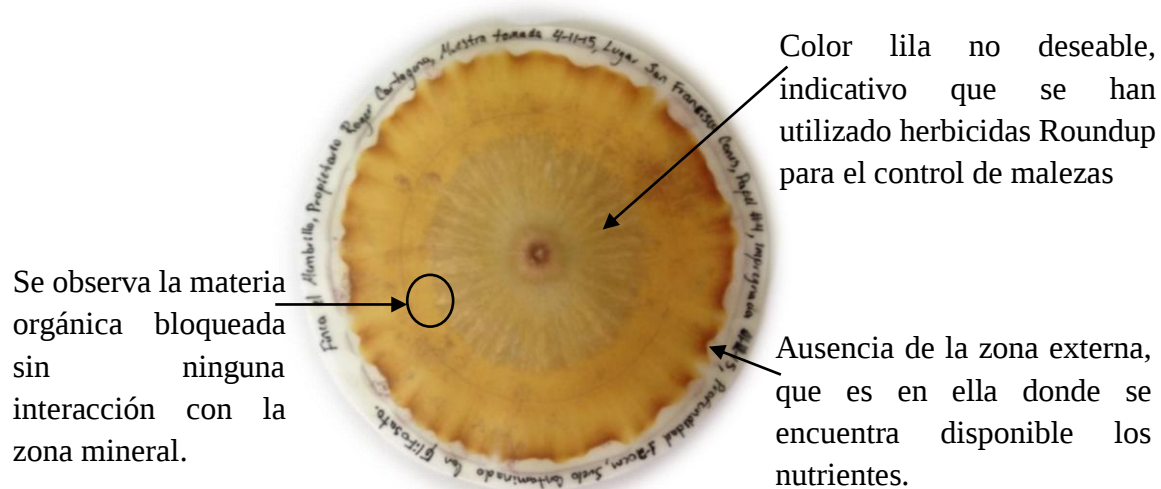


Figura 28. Análisis de una muestra de suelo tomada a una profundidad de 1-20 cm. Utilizando 5 g de suelo diluidos en 50 ml de hidróxido de sodio al 1% de concentración

5.3.Finca La Fortaleza

5.3.1. Descripción de la finca

Es una finca ubicada en el municipio de La Labor, Ocotepique a una altura arriba de los 1600 msnm, propiedad de Alexis Enriques, finca que ha sido maneja con enfoque orgánico.

a. Profundidad de 1-20 centímetros

Este análisis si expresa características idóneas de un buen suelo, empezando por la zona central (oxigenación), que tiñe un color blanco cremoso indicativo que existe variedad y abundancia de actividad biológica además de asegurar que cuenta con muy buenas características físicas, la próxima zona interna (mineral), se encuentra integrada con la zona anterior, es aquí donde se forman sinuosos caminos que terminan en la zona externa donde explota la materia orgánica.

La zona intermedia (materia orgánica) es aquí donde se aprecia si esta se encuentra integrada al suelo o biológicamente activa en él, si apreciamos esta imagen nos expone que la materia orgánica está en un proceso de transformación por la actividad biológica, por ello hay presencia de la posterior zona externa (enzimática), esas nubecillas que se observan significa que este suelo posee una gran variedad y disponibilidad de alimento (nutrientes), para las plantas (Figura 29).

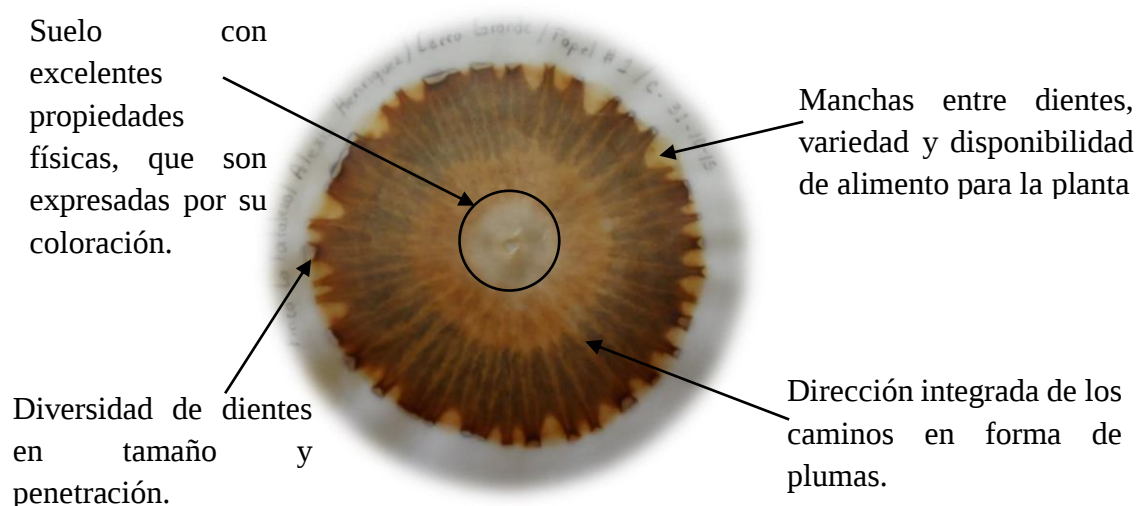


Figura 29. Análisis de una muestra de suelo tomada a una profundidad de 1-20 utilizando el mismo método de impregnación de Restrepo y Pinheiro

5.4.Finca Los Cedros

5.4.1. Descripción

La finca Los Cedros ubicada en Llano Largo, La Labor, Ocotepeque. Propiedad de Fidencio Aguirre anteriormente esta se encontraba bajo un enfoque convencional, con aplicación de fertilizantes inorgánicos y agroquímicos, desde el 2012 se estableció cambiar a un manejo orgánico utilizando los siguientes insumos: abono mineralizado, lombricompost e insumos foliares a base de mucilago de café, enriquecidos con macro y micro nutrientes.

Hasta la fecha 08-04-2015 se tomaron muestras de suelo a diferentes profundidades 1-20 cm, 40-60cm, 80-100 cm, con el propósito de realizar un análisis cualitativo mediante el método de cromatografía, para conocer la situación evolutiva y actual del suelo.

Diferencias observadas en cada uno de los cromas impregnados con muestras de suelos tomadas a diferentes profundidades en el mismo punto.

a. Profundidad 1-20 centímetros

Zona central (ombligo u oxigenación), este análisis expresa en esta zona un color café que demuestra características no aceptables de un suelo de buena calidad estructural, infiltración y oxigenación del mismo.

Zona interna (mineral), la presencia de minerales en esta zona no es muy notoria, además no está integrada con la zona central evidenciando la muy poca microbiología presente en este suelo.

Zona intermedia (proteica o de la materia orgánica), presenta una ligera integración con la zona anterior, debido a la baja presencia de microbiología en el suelo, la materia orgánica comienza su proceso gradual de descomposición.

Zona externa (enzimática), la compactación de este suelo y poca aireación impide se desarrolle rápido la insuficiente microbiología que se encuentra en él, por ello no se encuentra una expresión enzimática en forma de nubecillas que revelan disponibilidad y variedad nutricional aprovechable a las plantas (Figura 30).

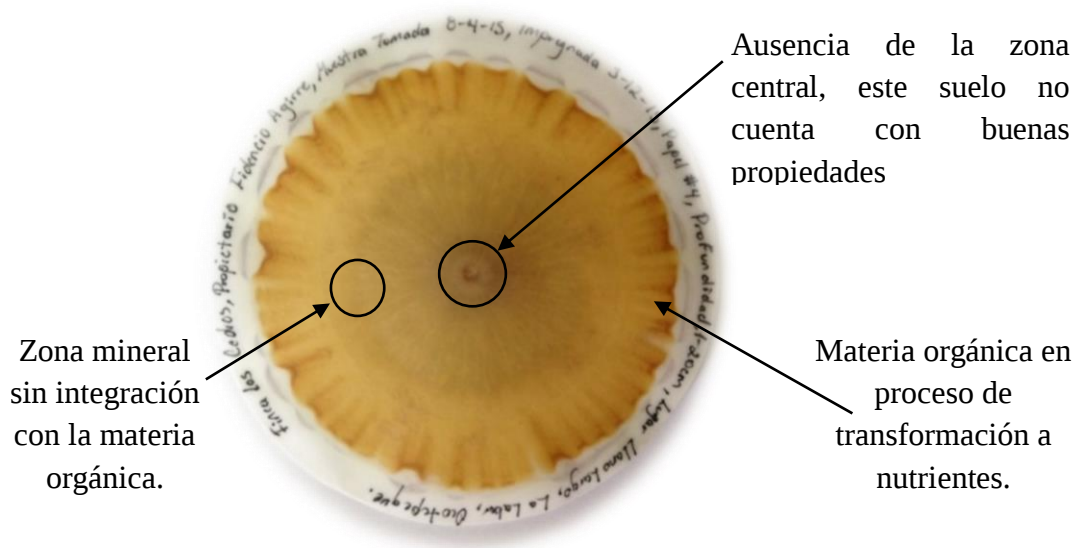


Figura 30. Finca orgánica desde el 2012, muestra tomada a una profundidad de 1-20 centímetros, para observar el estado de salud del suelo

b. Profundidad 40-60 centímetros

El análisis realizado a esta profundidad nos manifestó una ausencia de la zona central, intermedia (materia orgánica), zona externa (enzimática), este caso se debe a una escasa actividad microbiológica que se encuentra a dicha profundidad a la cual se tomó la muestra de suelo (Figura 31).

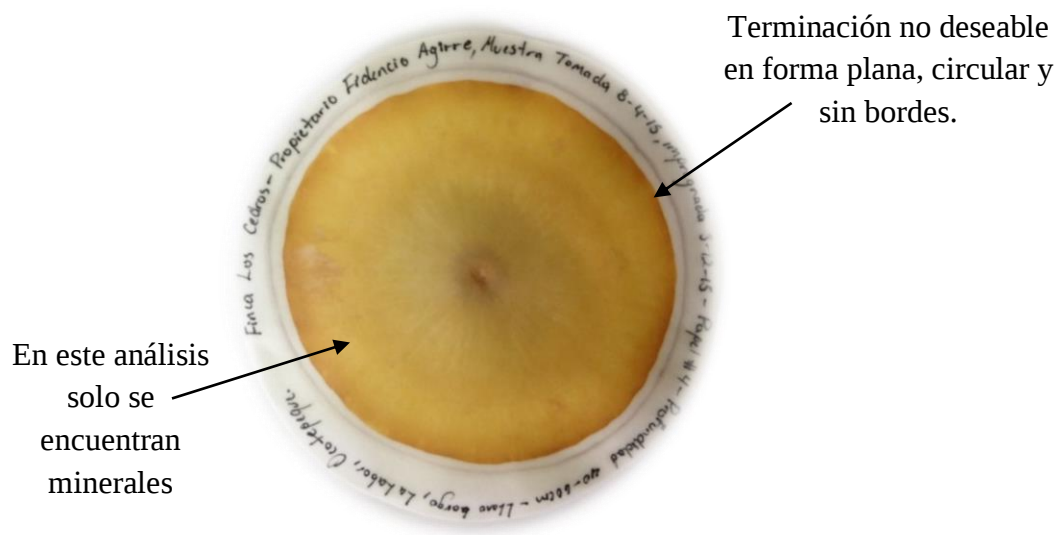


Figura 31. Finca orgánica desde el 2012, muestra tomada a una profundidad de 40-60 centímetros, donde se aprecia una escasa actividad biológica

c. Profundidad 80-100 centímetros

En esta cromatografía solo se identifican minerales sin ninguna actividad de microorganismos actuando en ella, si comparamos los resultados de la figura 31 y figura 32, en relación a la figura 30, observamos que las terminaciones no son ideales, están en forma plana circular y sin bordes, esto se debe que al tomar profundidades arriba de los 20 cm en este tipo de suelo no se encuentra presencia de microorganismos, solo el análisis de la figura 30 se observa la presencia de algunas zonas debido que la muestra de suelo utilizada corresponde a los primeros centímetros de suelo (Figura 32).

Terminación no ideal del cromatograma, porque están ausentes los microorganismos



En este análisis realizado a esta profundidad lo único que se encuentra presente son minerales, sin presencia de actividad biológica.

Figura 32. Finca orgánica desde el 2012, muestra tomada a una profundidad de 80-100 centímetros, donde apreciamos solo presencia de minerales

Análisis cromatográficos realizados a una misma muestra de suelo, utilizando diferentes pesos en las muestras, estas las diluí a un mismo volumen de hidróxido de sodio.

d. Profundidad de 1-20 centímetros

Estos dos análisis fueron impregnados utilizando el mismo método que expone Restrepo y Pinheiro, a diferencia que las muestras de suelos diluidas en la solución de hidróxido de sodio fueron de 5 g y 2.5 g utilizando la misma porosidad de papel. Ambos cromas reflejaron diferencias muy marcadas en cada una de sus zonas, por ejemplo, el croma impregnado con 5 g de suelo expone una mejor integración con cada una de las zonas que lo conforman, esto se debe a una mayor concentración de minerales y microbiología por aumentar el contenido de suelo, en relación el utilizar muestras de suelos menores de 2.5 g diluidos en 50 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración repercute en un revelado no muy preciso sin presentar integración de sus zonas, colores deseables y presencia de microbiología.

En este análisis cromatografico se aprecia la integración de cada una de las zonas que componen un croma, nos expone un suelo con buena estructura, porosidad y permeabilidad, por la alta actividad de microbiología que se encuentra en él. La zona externa en esta croma nos da a decir mucho del estado en que se encuentra, por ejemplo este suelo contiene una excelente zona enzimática que significa alta cantidad, variabilidad y disponibilidad de nutrientes para las plantas (Figura 33).

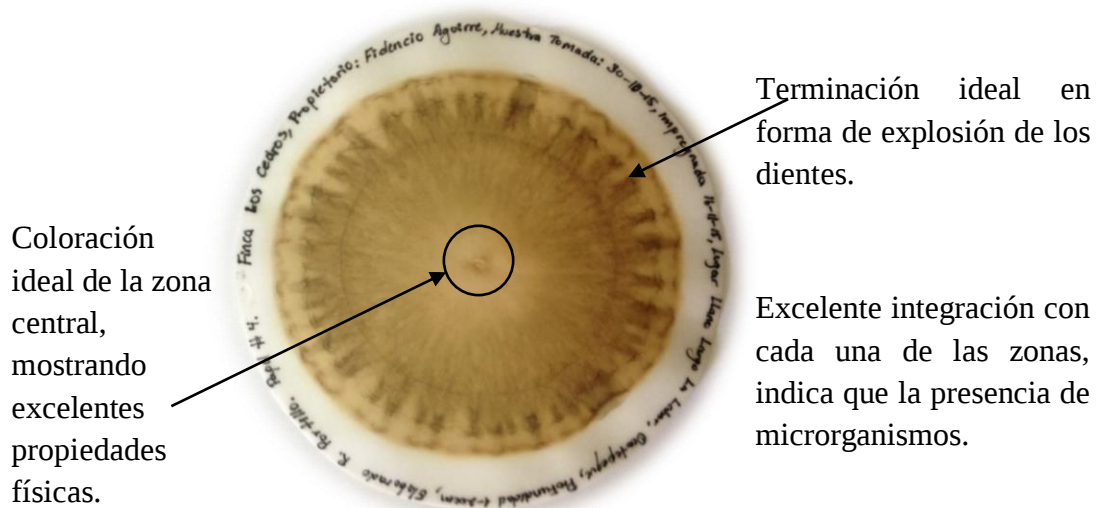


Figura 33. Croma utilizando 5 g de la muestra de suelo diluidos en 50 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración, profundidad de la toma de suelo 1-20 centímetros

e. Profundidad de 1-20 centímetros

Zona central (ombligo u oxigenación), esta zona presenta un tamaño aceptable y de muy buena coloración tipo blanco cremoso representativo de un suelo con buena estructura, porosidad y capacidad de infiltración además demuestra una integración en proceso no completa con la próxima zona interna (mineral)

Zona interna (mineral), abarca una superficie muy poca no tan representativa esta se desvanece para integrarse con la zona proteica o materia orgánica, los caminitos que se forman en esta zona indican la presencia de actividad de microorganismos trabajando en la integración de la zona anterior y posterior.

Zona intermedia (proteica o materia orgánica), en este cromatograma podemos observar la materia orgánica que esta aun cruda, esta comienza su proceso de descomposición por medio de la microbiología y microbiología, este proceso se puede apreciar en los caminos formados en la zona mineral los cuales estos se van desvaneciendo según avanzan en la zona proteica.

Zona externa (enzimática), esta zona no está integrada con la zona anterior además de no representar una buena expresión enzimática en forma de nubes y de ondas diversas, además de no contar con caminos en esta zona que terminan en forma de dientes cuadrados y de diversos tamaños esta no se cumple las 3M (Microbiología, Materia orgánica, Minerales) de tal manera que no hay una integración total entre ellas (Figura 34).

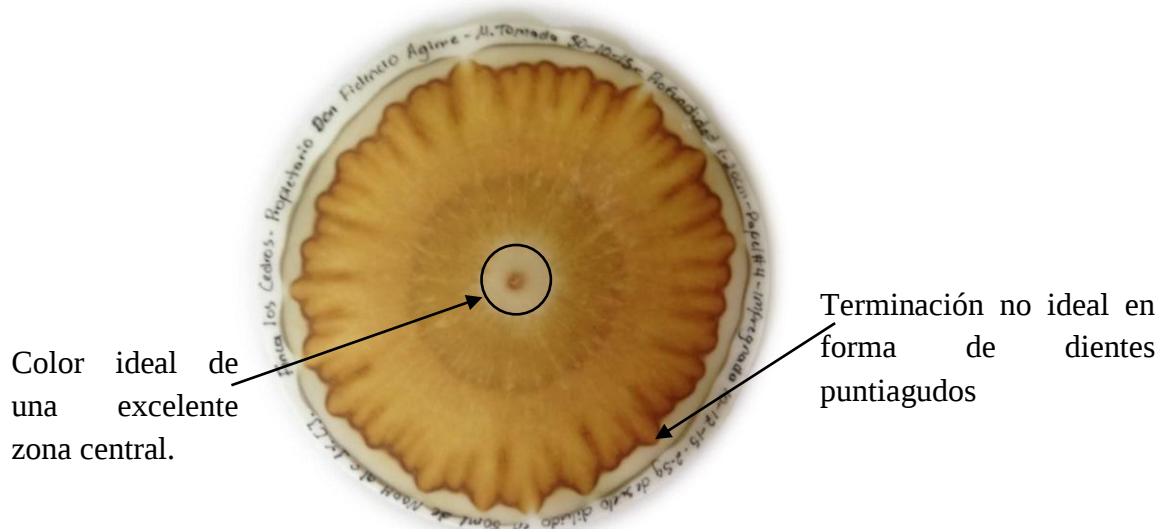


Figura 34. Croma utilizando 2.5 g de la muestra de suelo diluidos en 50 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración, profundidad de la toma de suelo 1-20 centímetros

5.5. Finca La Fortuna

5.5.1. Descripción

Es una finca ubicada en el departamento de Ocotepeque, propiedad de Rigoberto Lara, la cual ha sido manejada durante todo su ciclo productivo bajo un enfoque de agricultura convencional, hasta la fecha de toma de muestras abril 2015, para su posterior análisis cromatográfico con la finalidad de apreciar el estado de salud del suelo.

a. Profundidad 1-20 centímetros

En este análisis podemos apreciar que la zona central se encuentra ausente, a causa de la contaminación con el uso irracional de agroquímicos utilizados para el control de plagas presentes en el suelo y en el área foliar de las plantas como también para su control de malezas y aplicación de fertilizantes inorgánicos.

Las características de la zona interna (mineral) no son las más deseables porque no hay una integración próxima con la siguiente zona intermedia o proteica, además esta, presenta un lento proceso de descomposición a consecuencia de la escasa macrobiología y microbiología que se encuentra presente, la posterior zona externa (enzimática) está ausente el suelo no dispone de variedad nutricional (Figura 35).

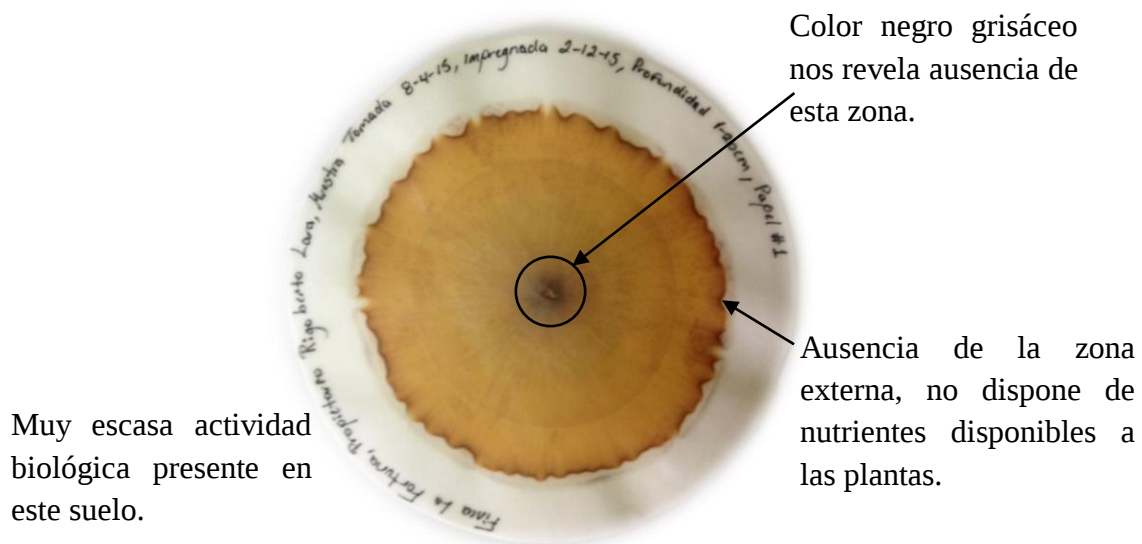


Figura 35. Análisis de una muestra de suelo tomada a una profundidad de 1-20 cm, utilizando 5 g de suelo diluidos en 50 ml de hidróxido de sodio al 1% de concentración

b. Profundidad de 40-60 centímetros

En el análisis realizado a profundidades de 40-60 cm y 80-100 cm, exhiben solo presencia de minerales sin ninguna actividad biológica, estos análisis cromatográficos exponen que a profundidades superiores a los 40 cm no encontramos señales de actividad biológica, comparada con la profundidad 1-20 cm que se observa presencia de microorganismos actuando sobre la materia orgánica que ha estado inactiva por la incorporación del paquete de la revolución verde (Figura 36).

En este análisis realizado a esta muestra de suelo solo se encuentran minerales, sin actividad biológica.

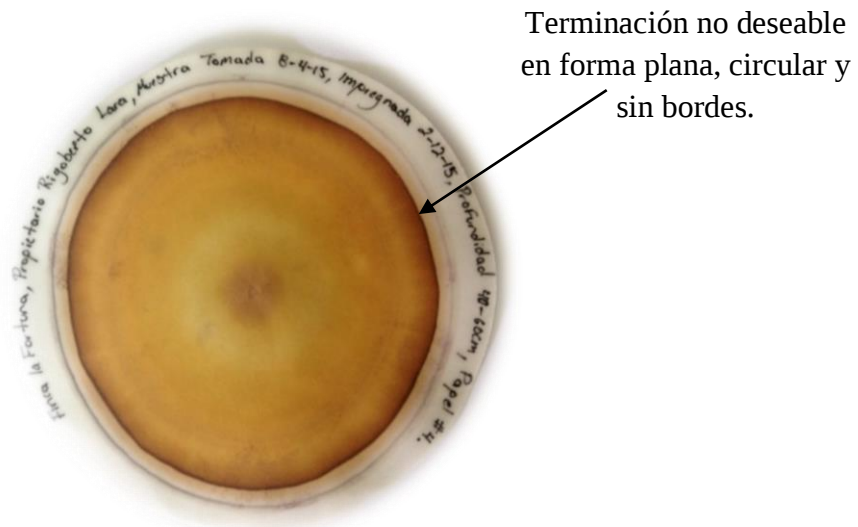


Figura 36. Análisis de una muestra de suelo tomada a una profundidad de 40-60 cm, utilizando 5 g de suelo diluidos en 50 ml de hidróxido de sodio al 1% de concentración

c. Profundidad 80-100 centímetros

El análisis cromatografico realizado a esta profundidad lo único que nos revela es presencia mineral, no se aprecia ninguna de las demás zonas que constituyen un cromograma, este resultado nos revela que, este suelo se encuentra en condiciones no muy saludables (Figura 37).

En este análisis realizado a esta muestra de suelo solo se encuentran minerales, sin actividad biológica.

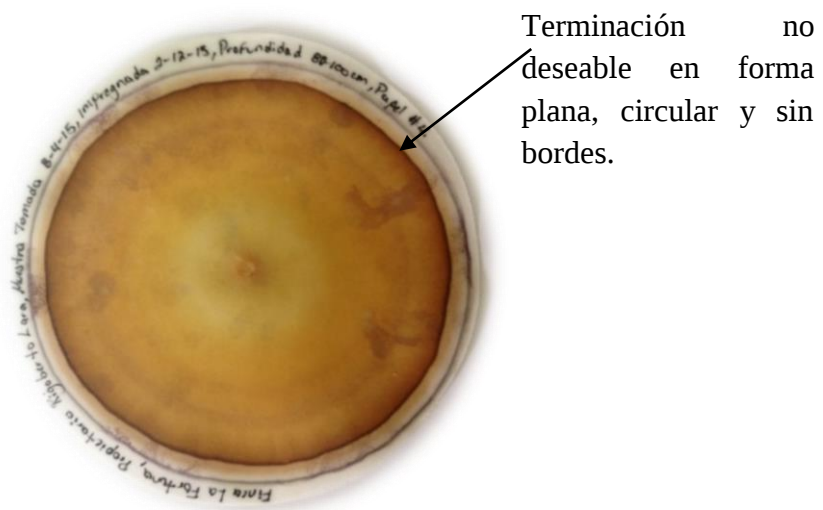


Figura 37. Análisis de una muestra de suelo tomada a una profundidad de 80-100 cm. Utilizando 5 g de suelo diluidos en 50 ml de hidróxido de sodio al 1% de concentración

5.6.Finca 13 De Abril

5.6.1. Descripción

Esta finca ubicada en el municipio de La Labor, Ocotepeque. Propiedad de Alexis Enrique, ha sido manejada bajo un enfoque convencional desde su siembra hasta el 2013, que fue orientada a una agricultura orgánica. Encontrándose en transición en la toma de muestras para su posterior análisis cromatográfico.

a. Profundidad de 1-20 centímetros

La descripción de estos tres análisis de suelo donde se encuentra esta finca plantada expone las siguientes características, de un suelo no muy rico en materia orgánica por ende no cuenta con propiedades físicas ideales como textura, estructura, porosidad y permeabilidad, estas se ven reflejadas en cada uno de los cromas que fueron impregnados a diferentes profundidades, por ejemplo la croma de la figura 38 es la única que presenta de una forma visible algunas zonas, porque es la primera profundidad donde se encuentra la mayoría de actividad biológica, en comparación a los siguientes análisis posteriores de las figuras 39 y 40 que se observa solo presencia mineral sin ninguna presencia de vida microbiológica actuando en él.

Lo que necesita este suelo es la incorporación de materia vegetal, abonos orgánicos, sembrar cultivos de cobertura que permitan la mejorar las propiedades físicas del mismo, de esta manera aumentamos la concentración de macro organismos y microorganismos.

La zona central en este análisis no se encuentra muy marcada, demostrando que este suelo no cuenta con propiedades físicas idóneas, la posterior zona mineral se encuentra ligeramente integrada con la zona intermedia esto se debe a la presencia de microbiología actuando en este suelo. El largo trabajo de los microorganismos presentes aquí ha llevado a este suelo que contenga variedad y disponibilidad de alimento en concentraciones no muy elevadas (Figura 38).

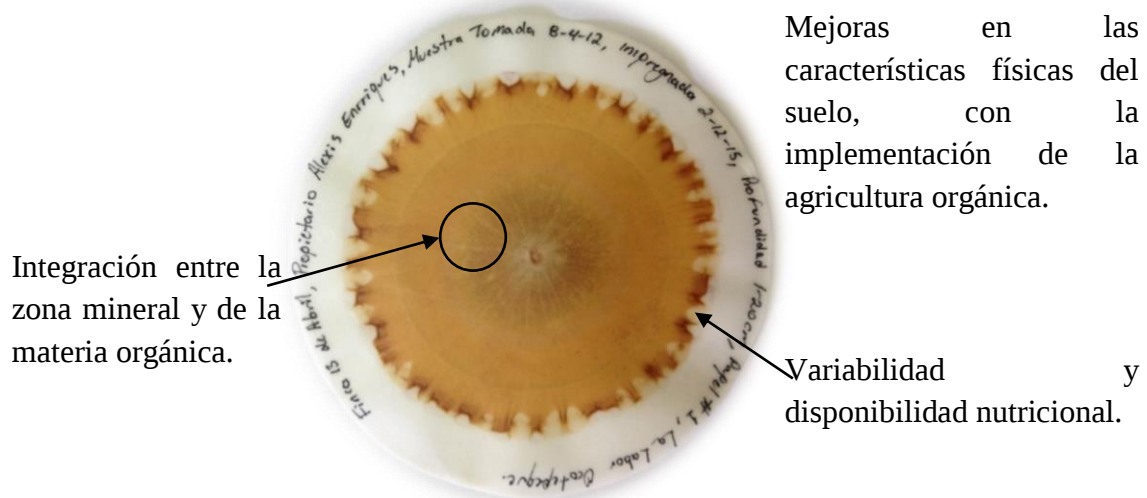


Figura 38. Análisis cromatográfico de un suelo trabajado con agricultura convencional orientado a la agricultura orgánica

b. Profundidad de 40-60 centímetros

Este análisis nos exhibe una ausencia total de la zona central, que es en ella donde se expone la presencia o ausencia de las propiedades físicas de un suelo, este estudio refleja que las condiciones de este suelo no son ideales, es un suelo no muy rico en materia orgánica y microbiología, lo único que presenta este suelo a esta profundidad es minerales no disponibles a las plantas (Figura 39).

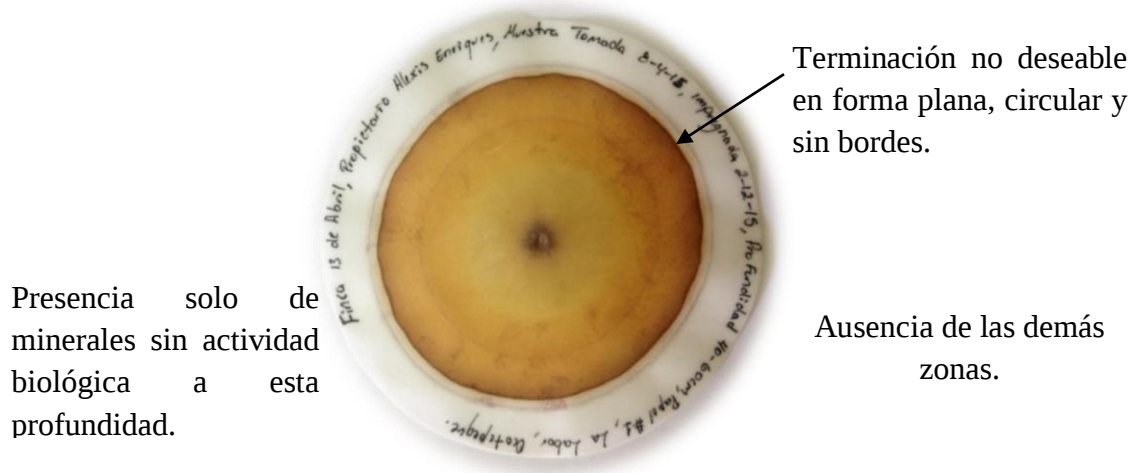


Figura 39. Análisis cromatográfico de un suelo trabajado con agricultura convencional orientado a la agricultura orgánica

indicativo que este suelo no dispone de buenas propiedades físicas como ser textura, estructura, porosidad y permeabilidad.

Ambos análisis demuestran que estamos frente a un suelo que ha sido maltratado con la agricultura convencional, el no contar con la zona central que es fundamental nos quiere decir que este suelo no contiene actividad biológica, que es una pieza clave fundamental para el desarrollo de las próximas zonas.

La figura 42 y 43 solo se encuentra presencia mineral sin ninguna actividad biológica que actúe en él.

Ausencia de la zona central, indicativo que este suelo cultiva de café se encuentra en condiciones no ideales porque no cuenta con las propiedades físicas ideales, además de no mostrar presencia de actividad biológica

La zona interna o mineral nos exhibe que en este suelo se encuentra presencia mineral, pero esta no está integrada con la próxima zona intermedia o de la materia orgánica, porque este suelo no hay vida, microorganismos actuando solo él.

La materia orgánica presente en la zona intermedia se encuentra totalmente bloqueada y momifica porque no hay microorganismos que trabajen en su descomposición e incorporación al suelo, estas son las consecuencias que se presentan al utilizar agroquímicos sea para el control de malezas, plagas u hongos.

La zona externa en este análisis está ausente esto significa que este suelo no contiene alimento disponible para las plantas, la ausencia de esta zona se debe a que la materia orgánica está bloqueada por no encontrarse microorganismos que trabajen en su descomposición (Figura 41).

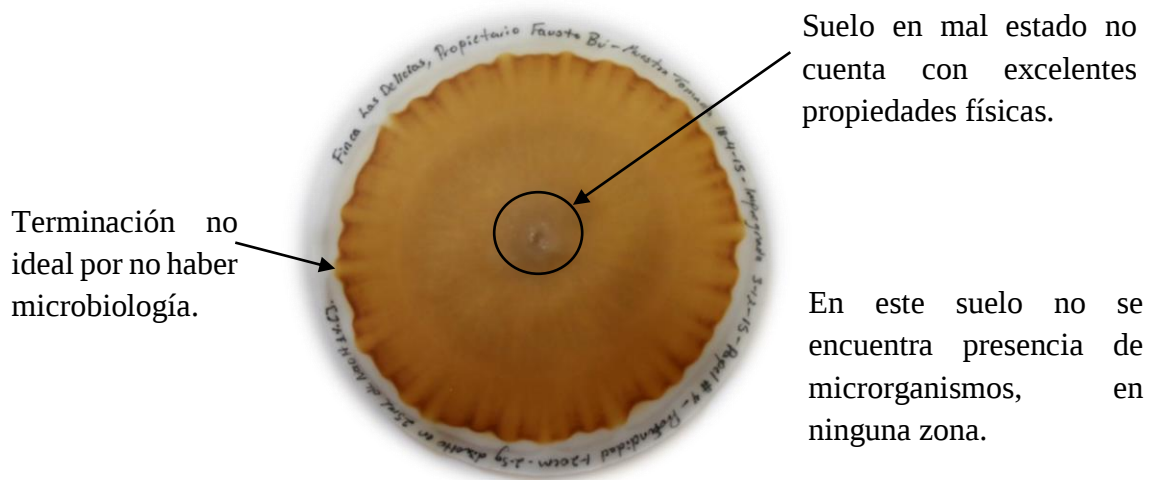


Figura 41. Análisis cromatográfico de una muestra de suelo utilizando 2.5 g diluidos en 25 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración

b. Profundidad de 40-60 centímetros

El estado en el que se encuentra este suelo cultivado de café no es muy excelente, porque en este análisis realizado a esta profundidad solo nos expone minerales que se encuentran no disponibles al cultivo a consecuencia de la destrucción de los microorganismos encargados de la descomposición (Figura 42).



Figura 42. Análisis cromatográfico de una muestra de suelo tomada a una profundidad de 40-60 centímetros, utilizando 2.5 g diluidos en 25 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración

c. Profundidad de 80-100 centímetros

El análisis realizado a esta profundidad solo expone presencia de minerales no disponibles al cultivo, recordemos la principal actividad biológica de un suelo se encuentra en los primeros centímetros de profundidad y este suelo no tiene una actividad biológica funcional (Figura 43).



Figura 43. Análisis cromatográfico de una muestra de suelo tomada a una profundidad de 80-100 centímetros, utilizando 2.5 g diluidos en 25 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración

5.8. Abono Mineralizado

5.8.1. Descripción

Este producto es elaborado por el equipo técnico de las instalaciones de COCAFELOL, es una técnica rápida para transformar en abono orgánico todo tipo de material vegetal en especial la pulpa de café y material animal expresando muy buenos rendimientos en los cultivos aplicados la composición para la elaboración del abono mineralizado es pulpa de café como principal ingrediente, casulla de café, estiércol vacuno, harinas de rocas de diferentes colores, carbón molido, ceniza, gallinaza, cal, microorganismos de montaña líquidos, salvado o semolina, desechos vegetales y agua.

Comparación de abono mineralizado utilizando diferentes porosidades de papel filtro.

a. Análisis cromatográfico en papel filtro número 1

La clara delimitación de color que presentan las puntas de la zona media son producto de la maduración, y el bajo contenido de amonio presente. Además de presentar una nula interacción entre la zona intermedia debido a la poca actividad microbiana.

La zona centro representa un desarrollo positivo de la composta debido a su coloración blanco cremosa integrada a la próxima zona interna (zona de mineralización), por la alta disponibilidad de microbiología. Además esta zona indica un compostaje de buena calidad (estructura, porosidad)

La alta cantidad de materia orgánica sin interacción, se debe a el bajo tiempo de madures que presenta la composta.

La formación de nubecillas de color café claro, en la zona exterior indica un buen proceso de descomposición, además de la alta disponibilidad de sustancias enzimáticas, aprovechables para las plantas (Figura 44).

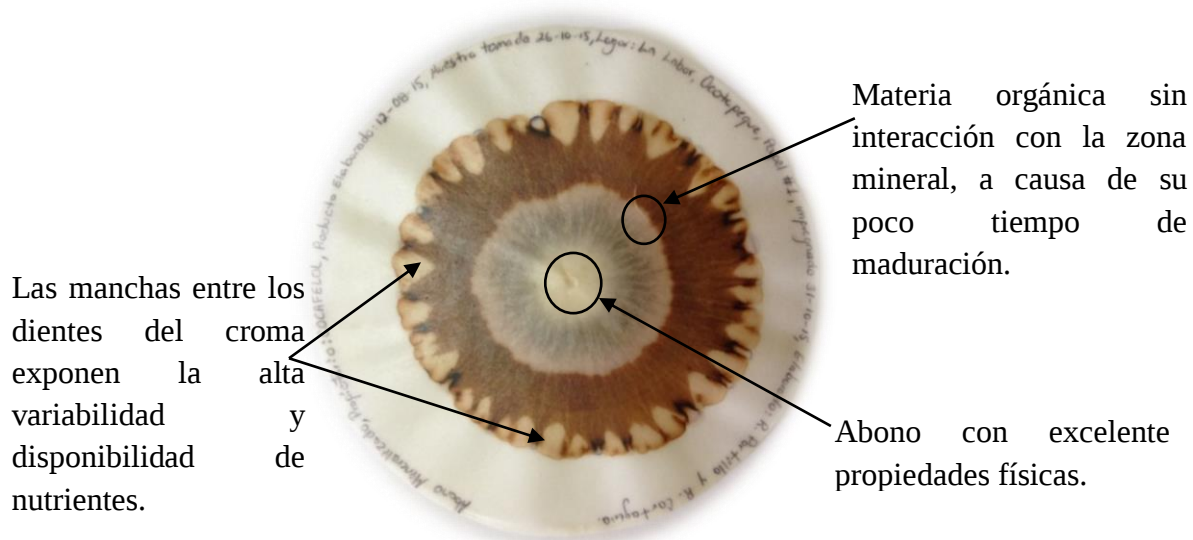


Figura 44. Análisis cromatográfico de un abono mineralizado, la muestra fue tomada a los dos meses de su elaboración, el tipo de papel filtro utilizado en la impregnación fue número 1

b. Análisis cromatográfico en papel filtro número 4

La zona central de esta composta representa una integración, con la siguiente zona del croma (zona interna), además de su posterior integración con la zona intermedia indicando la presencia de actividad microbiana, Si observa en la croma de la figura 44, se aprecia que no se integra la zona mineral con la materia organica por el poco tiempo que tiene de estar elaborado el abono y encontrarse aun baja la poblacion de microbiologica.

El análisis de la figura 44 a pesar que se utilizó de la misma muestra del croma de la figura 45, no expone los mismo resultados ya que dicha muestra se mantuvo en un reposo de 24 horas para ser impregnada, algunas diferencias bien marcadas son que no hay explosión de la materia orgánica por ende no se expresa la zona externa que es donde se encuentran las enzimas, que indican la cantidad, variabilidad y disponibilidad de alimento para el cultivo (Figura 45).

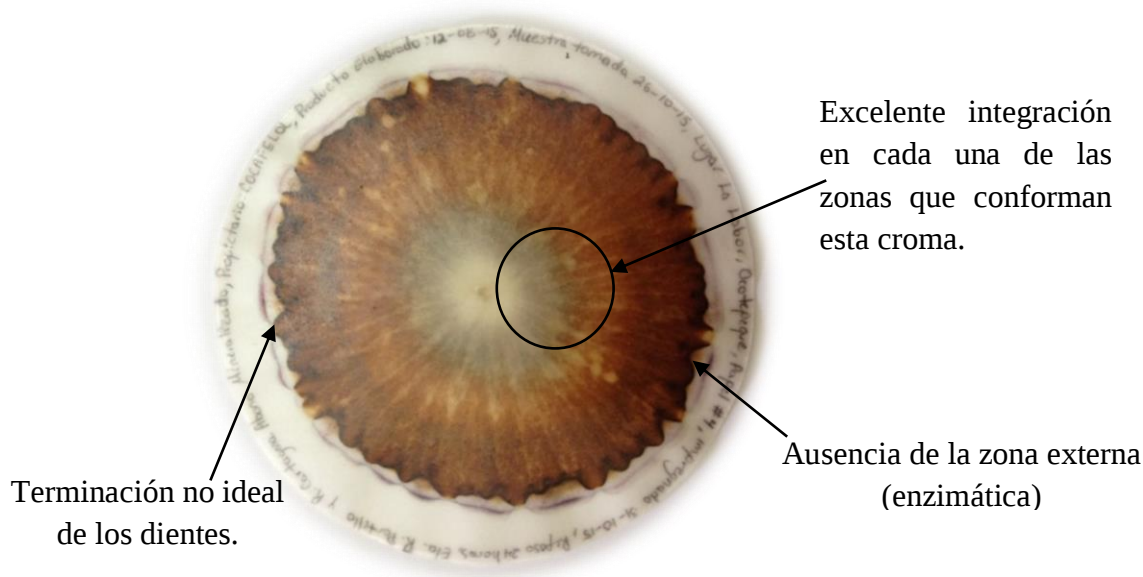


Figura 45. Abono mineralizado, la muestra fue tomada a los dos meses de su elaboración, se utilizó 5 g diluidos en 50 ml de hidróxido de sodio, en reposo por 24 horas para su impregnación el tipo de papel utilizado fue el número 4

5.9.Lombricompost

5.9.1. Descripción

Es un abono elaborado mediante la descomposición de la materia orgánica principalmente utilizando como materia prima la pulpa de café y algunos restos vegetales, donde la desintegración es realizada por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*).

Comparación de cromas utilizando diferentes volúmenes de hidróxido de sodio, porosidad de papel y tamaño de la muestra de lombricompost (g).

a. Análisis cromatográfico 1

Estos tres análisis que representan la misma muestra de lombricompost nos exponen diferencias muy marcadas por ejemplo se observa que la figura 46 que fue impregnada con papel numero 4 no hay una explosión de la materia orgánica además no se presentan dientes en su terminación posiblemente porque la muestra de lombricompost que se utilizó de 2.5 g diluido en 100 ml de hidróxido de sodio, es una cantidad muy baja para el alto volumen que utilice para diluirla a diferencia de la figura 47 que fue impregnada con papel de porosidad número 1, expresando una visualización en tamaño y forma de los dientes, esto se debe al tipo de papel utilizado ya que este nos comprime la imagen y es el recomendado la impregnar muestras no muy concentradas.

La figura 48 revela mejores resultados en comparación con las anteriores porque las concentraciones utilizadas de hidróxido de sodio son las mismas pero la cantidad de abono(lombricompost) fue de 5 g y el volumen utilizado fue de 50 ml. Dándonos a exponer una clara delimitación de la zona interna (mineral), con la posterior zona intermedia (materia orgánica), la causa por la que se presenta es el tiempo que tiene la materia prima en descomposición y una baja población de microbiología por ende exhibe una zona externa (enzimática) no muy rica con poca disponibilidad y variabilidad nutricional.

Este lombricompost analizado tiene muy buenas características deseables de un buen abono, solo como recomendación dejarlo por un tiempo más prolongado en descomposición por la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*).

En este análisis se observa que no hay una explosión de la materia orgánica por ende se encuentra ausente la zona externa que es en ella donde se dispone de cantidad, variedad y disponibilidad nutricional, estos resultados se deben a utilizar un volumen de hidróxido de sodio mayor de 50 ml y una cantidad menor de 5 g de muestra, seguidamente de un papel filtro con porosidad numero 4 (Figura 46).

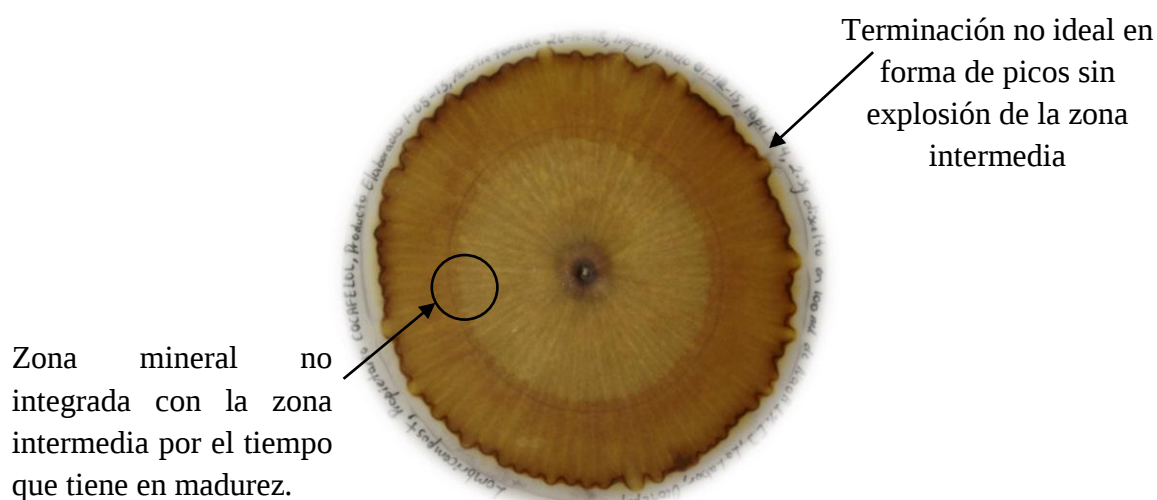


Figura 46. Análisis cromatográfico realizado a una muestra de lombricompost, donde se utilizó 2.5 g de la muestra, diluidos en 100 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración, utilizando un papel filtro con porosidad número 4 para su impregnación

b. Análisis cromatográfico 2

Este análisis nos revela mejores resultados que el de la figura 46 a pesar de utilizar la misma solución para la impregnación, se aprecia una diversidad de dientes mayor esto se debe al tipo de papel utilizado para la impregnación, ya que este nos muestra una mejor resolución de la imagen (Figura 47).

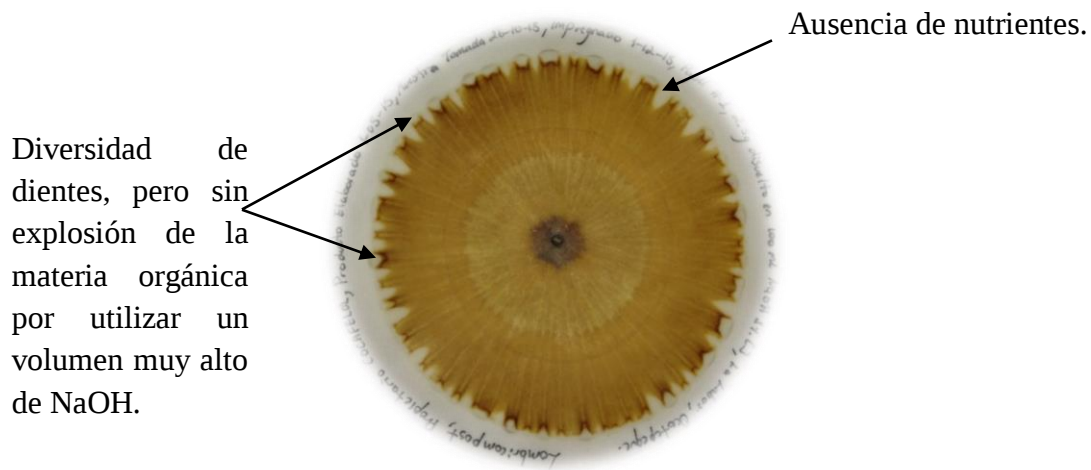


Figura 47. Análisis cromatográfico realizado a una muestra de lombricompost, donde se utilizó 2.5 g de la muestra, diluidos en 100 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración, utilizando un papel con porosidad número 1 para su impregnación

c. Análisis cromatográfico 3

Este análisis cromatográfico realizado a este abono orgánico nos indica que es de muy buena calidad, por ejemplo cuenta con una zona central muy bien definida e integrada con la zona mineral indicativo de un abono de excelentes propiedades físicas y químicas, además de contar con una zona intermedia que expone una cantidad muy elevada de materia orgánica pero esta no se encuentra en su totalidad integrada con la zona mineral por el tiempo que tiene el producto de estar elaborado.

Los lunares presentes en la zona externa son indicativo del arduo trabajo de los microorganismos trabajando sobre la materia orgánica en su descomposición (Figura 48).

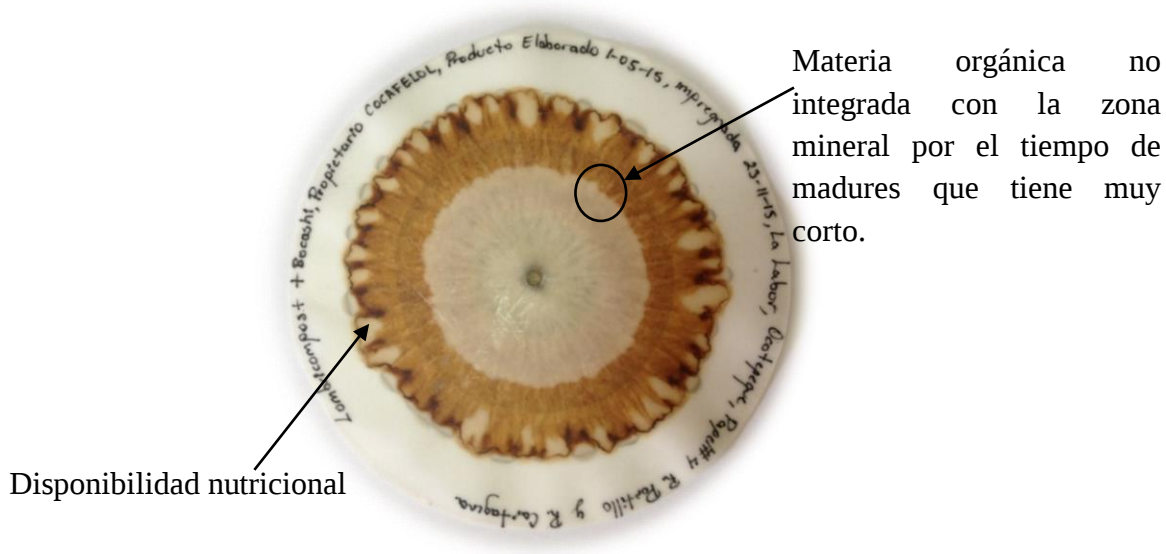


Figura 48. Análisis cromatográfico realizado a una muestra de lombricompost, donde se utilizó 5 g de la muestra, diluidos en 50 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración, utilizando un papel filtro con porosidad número 4 para su impregnación

5.10. Fertilizante Foliar Multimineral

5.10.1. Descripción

Es un producto elaborado por el equipo técnico de las instalaciones de COCAFELOL, integrado por una serie de componentes como ser aguas mieles del mucilago de café, bicarbonato de sodio, heces de ganado bovino fresca liquida, ceniza, carbón, fosfito, melaza, suero y algunos minerales como ser boro, zinc, magnesio, hierro, potasio, manganeso y cobre, el intervalo de adicción entre un mineral y otro es de tres días.

La porosidad del papel ideal para este tipo de análisis de fertilizantes foliares el recomendable es el papel filtro número 41.

a. Análisis cromatográfico del Fertilizante Foliar Multimineral

Cromatogramas utilizando 4 volúmenes diferentes del mismo producto disuelto en diferentes volúmenes de hidróxido de sodio al 1% de concentración

Este análisis realizado a este fertilizante foliar multimineral tiene como finalidad apreciar el estado de maduración para su respectiva aplicación a las plantaciones de café, además

de considerar el volumen correcto del producto a diluir en su respectivo volumen de hidróxido de sodio, para establecer nuestros propios patrones a seguir a un futuro.

Para poder determinar el patrón ideal o los posibles patrones se procedió a utilizar volúmenes diferentes entre ellos se desarrollaron algunos procedimientos diluyendo 2.5 ml del producto en 15 ml de hidróxido de sodio, 5 ml del producto en 25 ml de hidróxido de sodio, 5 ml del producto en 15 ml de hidróxido de sodio, 2.5 ml del producto en 50 ml de hidróxido de sodio, estas disoluciones implementadas nos arrojaron que el mejor revelado, y las mejores características del fertilizante foliar fue diluir 2.5 ml del producto en 15 ml de hidróxido de sodio. El decidir hacer estas disoluciones de debe a la concentración del producto (Figura 49).

2.5 ml de fertilizante foliar multimineral diluido en 15 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración.



5 ml de fertilizante foliar multimineral diluido en 25 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración.

5 ml de fertilizante foliar multimineral diluido en 15 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración.



2.5 ml de fertilizante foliar multimineral diluido en 50 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración.

Figura 49. Comparación de análisis cromatográficos del fertilizante foliar multimineral donde utilice diferentes volúmenes del producto, diluidos en distintos volúmenes de hidróxido de sodio al 1% de concentración

5.11. Agricompost Foliar

5.11.1. Descripción

Es un subproducto derivado del mucilago de la pulpa de café, como también de las aguas mieles en el beneficiado del café. Que ha sufrido un proceso de fermentación a través de bacterias anaeróbicas en biodigestores dando origen a la producción de biogás.

a. Análisis cromatográfico de Agricompost Foliar

Cromatogramas utilizando 4 volúmenes diferentes del mismo producto disuelto en diferentes volúmenes de hidróxido de sodio al 1% de concentración

Los análisis cromatográficos realizados a esta muestra de agricompost foliar se desarrollaron bajo el siguiente procedimiento, se utilizó 2.5 ml de producto agricompost diluido en 15 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración, 2.5 ml de producto agricompost diluido en 50 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración, 5 ml de producto agricompost diluido en 15 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración, 5 ml de producto agricompost diluido en 25 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración, seguidamente estas soluciones fueron impregnadas con papel filtro número 41.

Para la impregnación cada croma se corrió hasta el primer centímetro, con producto puro agricompost sin diluirlo, posteriormente se trasladó la croma a la siguiente placa Petri donde se encontraban la soluciones que fueron preparadas anteriormente para terminar su impregnación hasta los seis centímetros delimitados.

Si comparamos estos análisis observamos que, aunque se utilicen diferentes volúmenes del producto diluidos en diferentes volúmenes de hidróxido de sodio los resultados observados son los mismos, no hay diferencias en cuanto a colores en cada una de las zonas (Figura 50).

2.5 ml de producto
agricompost diluido
en 15 ml de
hidróxido de sodio
al 1 % de
concentración.



2.5 ml de producto
agricompost diluido
en 50 ml de
hidróxido de sodio
al 1 % de
concentración.

5 ml de producto
agricompost diluido
en 15 ml de
hidróxido de sodio
al 1 % de
concentración.

5 ml de producto
agricompost diluido
en 25 ml de
hidróxido de sodio
al 1 % de
concentración.

Figura 50. Análisis cromatográficos de una muestra de agricompost foliar, donde utilice diferentes volúmenes del producto, diluidos en volúmenes diferentes de hidróxido de sodio al 1% de concentración

5.12. Microorganismos de montaña líquidos

5.12.1. Descripción

Producto elaborado por el equipo técnico de las instalaciones de COCAFELOL, que consiste en reproducir microorganismos de montaña en forma sólida utilizando algunos ingredientes para su reproducción como ser salvado, semolina de arroz, suero, melaza y la hojarasca donde se encuentran los microorganismos, posterior a su reproducción se activan en líquido para ser aplicados en el suelo y vía foliar al cafetal.

a. Análisis cromatográfico de Microorganismos de Montaña Líquidos

Cromatogramas utilizando 4 volúmenes diferentes del mismo producto disuelto en diferentes volúmenes de hidróxido de sodio al 1% de concentración

Los análisis cromatográficos realizados al producto microorganismos de montaña líquido consistió en la extracción de producto activado en líquido, utilizando diferentes volúmenes de producto, este también diluido a diferentes volúmenes de hidróxido de sodio, sin reposo de la solución impregnación inmediata hasta los seis centímetros marcados.

Ambos análisis nos demuestran una excelente presencia de microorganismos, pero encontramos algunas diferencias en algunas características físicas como color zonas en los análisis realizados por ejemplo el utilizar 2.5 ml de producto diluido en 50 ml de hidróxido de sodio al 1% de concentración nos revela una menor presencia, y visualización de microorganismos, lo aconsejable es utilizar cualquiera de las otras soluciones ya que observamos mejores resultados (Figura 51).

2.5 ml de producto
agricompost diluido
en 15 ml de
hidróxido de sodio
al 1 % de
concentración.



2.5 ml de producto
agricompost diluido
en 50 ml de
hidróxido de sodio
al 1 % de
concentración.

5 ml de producto
agricompost diluido
en 15 ml de
hidróxido de sodio
al 1 % de
concentración.



5 ml de producto
agricompost diluido
en 25 ml de
hidróxido de sodio
al 1 % de
concentración.

Figura 51. Análisis cromatográficos de microorganismos de montaña líquidos, donde utilice volúmenes diferentes de producto, diluidos en diferentes dosis de hidróxido de sodio al 1 % de concentración

5.13. Errores cometidos al momento de implementar el método de cromatografía en papel filtro

a. Errores cometidos con productos foliares (Multimineral)



Figura 52. El utilizar productos muy concentrados, nos ocasiona este tipo de problemas porque nos tapa los poros del papel filtro, lo recomendable es aumentar el volumen de hidróxido de sodio, para que la muestra nos quede menos densa

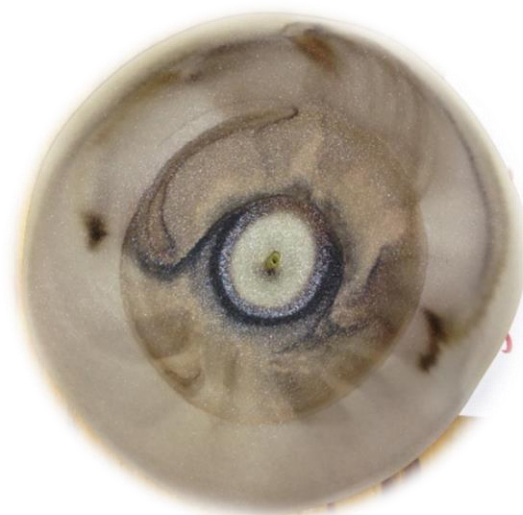


Figura 53. Se observa que el cromatograma nos revela que hubo un taponamiento de los poros del papel filtro, por utilizar muestras muy concentradas pero este cedió ocasionando se pasara de la zona marcada para la identificación del cromatograma

b. Errores cometidos con análisis de suelos



Figura 54. Marcas de los dedos durante la manipulación del papel filtro durante la impregnación con nitrato de plata, el utilizar guantes de látex permite evitar este tipo de problemas que me ocasionaron un mal revelado y me obstruye la lectura e interpretación del cromatograma

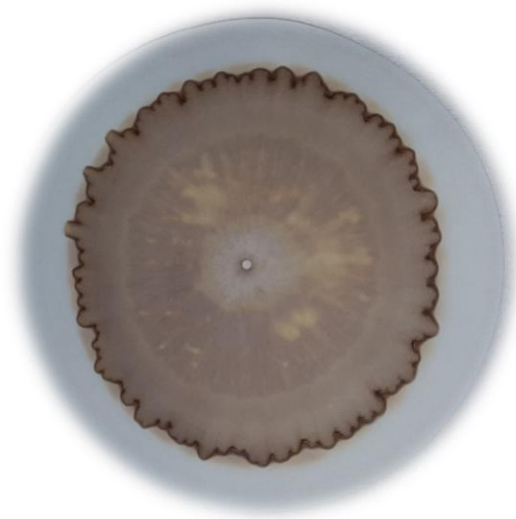


Figura 55. Lunares blancos en el centro de la cromatografía es porque utilice el mismo papel absorbente que fue utilizado para secar la impregnación con nitrato de plata

c. Errores cometidos al utilizar concentraciones mayores a 0.5 % de nitrato de plata

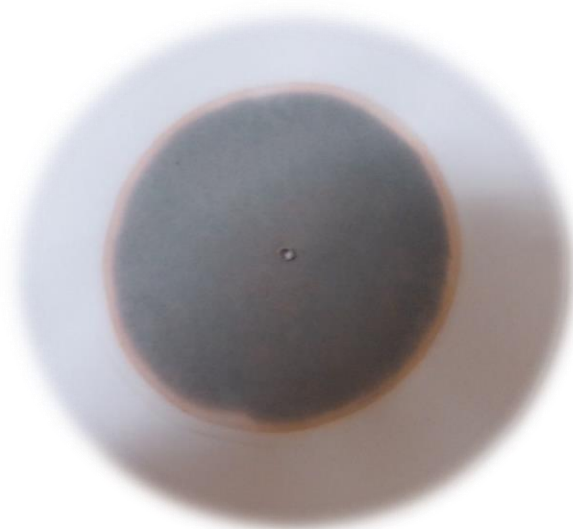


Figura 56. El color negro en esta croma es porque fue impregnada con nitrato de plata hasta los 4 centímetros, y dejada guardada por un periodo mayor de 24 horas , sin impregnarla con una muestra de suelo, abono orgánico o foliar



Figura 57. El arrugamiento y el color negro de la croma se debe a que el nitrato de plata que utilice para la impregnación tenía demasiados días de ver sido elaborado, y la concentración fue mayor a la recomendada



Figura 58. El utilizar solo 50 ml de hidróxido de sodio al 1 % de concentración en una muestra de suelo muy rica en materia orgánica me ocasiono el no tener una imagen clara, un revelado perfecto, lo ideal es aumentar los volúmenes de hidróxido de sodio hasta alcanzar lo deseado un buen revelado de la muestra

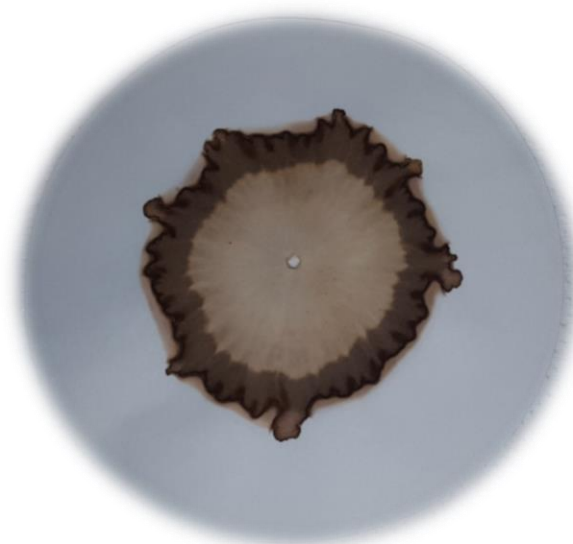


Figura 59. El utilizar suelos muy ricos en materia orgánica me ocasiono un taponamiento de los poros del papel filtro, este análisis lo realice utilizando papel número 1 no recomendable para este tipo de muestra, el ideal es el número 4, y haciendo varias disoluciones de la muestra

e. Errores cometidos al momento de empara finar el papel filtro



Figura 60. El derretir la parafina a temperaturas muy altas por mucho tiempo me ocasionó que cuando sumergí el papel filtro ya identificado este es quemado, ocasionando que no se pueda apreciar la calidad del análisis

VI. CONCLUSIONES

- a. El método de cromatografía como análisis cualitativo de suelos, abonos orgánicos y foliares tuvo resultados muy satisfactorios en las fincas y productos evaluados en Labor y Sensenti, Ocotepeque
- b. La cromatografía es una metodología de análisis accesible para que los productores enfocados a la caficultura, y a cualquier otro rubro agrícola, puedan determinar el estado de salud en el que se encuentran sus suelos
- c. Se determinó el estado actual de los suelos, en aquellas fincas que son manejadas bajos diferentes enfoques agronómicos, encontrándose mayoritariamente suelos muy maltratados por la agricultura convencional y pocos en estado aceptable
- d. Se comprobó la calidad de los productos de fertilización orgánica elaborados y comercializados por el equipo técnico de las instalaciones de COCAFELOL, de acuerdo a los análisis realizados por el método de cromatografía

VII. RECOMENDACIONES

- a. Continuar estudiando los suelos de estas fincas evaluadas con este método de cromatografía, para establecer un registro de evolución, y así esta manera tomar medidas de corrección
- b. Que COCAFELOL abastezca con más equipo y material de cromatografía, las instalaciones del laboratorio de cromatografía y difunda por medio de capacitaciones a los productores, la importancia de implementar el método de cromatografía en papel filtro como análisis cualitativo de suelos
- c. Establecer patrones propios de los suelos y productos orgánicos que se encuentran en la región occidental, así se hará más fácil su interpretación
- d. Que los productores de café establezcan medidas de conservación de suelos, para contrarrestar los problemas ocasionados por la agricultura convencional, y favorecer las propiedades fisicoquímicas del suelo
- e. Capacitar al equipo técnico de COCAFELOL, con la metodología de cromatografía para que ellos sean los facilitadores de información a productores

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Abad, F. 2014. Evaluación cualitativa mediante cromatografía, de la fertilidad de cinco suelos con diferentes manejos orgánicos y convencionales. Tesis Ing. Agr. Ecuador. Universidad de Cuenca, Ecuador. 39 p.

Gonzales, C. 2007. Producción de café en Honduras modelando de las relaciones cafeto-arbolado. Tesis Ing. Agr. Universidad Politécnica, Madrid España.

Mancomunidad Güisayote. 2013. Estudio Socioeconómico e Indicadores de Línea Base del Municipio de La Labor, Ocotepeque (en línea). Consultado 6 sep. 2015. Disponible en https://www.google.hn/?gws_rd=cr,ssl&ei=K_7sVdHZOoqsefvijYAD#q=La+labor+guisayote

Restrepo, J. Pinheiro, S. 2011. Cromatografía: imágenes de vida y destrucción del suelo.