

Cromatografía de Pfaiffer en el análisis de suelos de sistemas productivos

Tarsicio Medina Saavedra^{1§}
Gabriela Arroyo Figueroa¹
Vicente Peña Caballero¹

¹Departamento de Ingeniería Agroindustrial, Campus Celaya Salvatierra-Universidad de Guanajuato. Privada de Arteaga s/n Salvatierra, Guanajuato. Tel: 4661071693.

[§]Autor para correspondencia: tarsicioms@hotmail.com.

Resumen

La cromatografía de Pfaiffer es una técnica de análisis cualitativo que se puede usar en suelos, compostas y biofertilizantes, pudiendo observar rápidamente la relación que guardan los microorganismos, la materia orgánica y los minerales, como elementos que los componen. Para el productor agrícola es importante saber las condiciones del suelo o insumos que utiliza para obtener mejores resultados en sus cultivos. El objetivo del trabajo, fue realizar la cromatografía de Pfaiffer para analizar los suelos de sistemas productivos y comparar algunas características cualitativas. Las muestras de suelo fueron tomadas al azar de diferentes parcelas, el primero con manejo agronómico convencional, el siguiente de un terreno con producción de temporal y el último de un sistema de producción orgánico, fueron analizados mediante la cromatografía de Pfaiffer por separado. Se interpretaron los cromatogramas, pudiendo observar que los tres tipos de suelo proporcionan las características propias del sistema de labranza a que pertenecen.

Palabras claves: cromatogramas, convencional, orgánico, temporal.

Recibido: abril de 2018

Aceptado: mayo de 2018

Con la llamada agricultura biodinámica de Rodolf Steiner en 1924, su alumno de bioquímica Ehrenfried Pfeiffer, encontró que una solución de hidróxido de sodio al 1%, en una muestra de suelo vivo era suficiente para solubilizar las sustancias nitrogenadas del metabolismo de los microorganismos presentes en ella y reaccionaban en un papel filtro especial impregnado con nitrato de plata y luego revelaban una serie de colores, formas y distancias específicas, lo que ahora se le conoce como técnicas de separación y análisis de sustancias complejas para identificar patrones de comportamiento de suelos y compostas en sus dos fases, una móvil y la otra estacionaria (Restrepo y Piñeiro, 2011).

Los sistemas de producción agrícolas representan un conjunto de insumos, técnicas, mano de obra, tenencia de la tierra y organización, para obtener productos agrícolas, en un medio sustentable deben conservar los recursos productivos al mismo tiempo que cuida el ambiente y se justifica socialmente (Martelotto *et al.*, 2001). En los sistemas de producción convencionales es común que suceda el proceso la degradación de la materia orgánica a sus constituyentes minerales, favoreciendo la oxidación del carbono y liberación CO₂ (Gallardo, 2001), por el contrario en una agricultura orgánica o de conservación se favorece la humificación de la materia orgánica quedando los bioelementos atrapados y liberados lentamente, la acción del edafón solubiliza y libera los nutrientes para ser absorbidos por las plantas (Kolmans y Vásquez, 1999).

Los suelos son entidades vivas afectadas por las actividades antrópicas y la erosión es la causa principal de su destrucción, con labores inadecuadas se pueden perder por efecto de las lluvias y el viento alrededor de 200 t ha⁻¹ año⁻¹ y con ello unos 200 kg de nitrógeno, 300 kg de fósforo, 2 000 kg de potasio, 2 000 kg de materia orgánica (Kolmans y Vásquez, 1999).

De acuerdo con Primavesi (1984) para mejorar la estructura del suelo y evitar la erosión de la capa arable, la incorporación de los residuos de cosecha debe ser en los primeros 15 cm y mantener una adecuada cobertura vegetal, asegurando así una descomposición aerobia, sin embargo la agricultura convencional con sus prácticas de labranza mecanizada, entierran la materia vegetal a 40 cm y endurece el suelo por que pierde estructura, la porosidad disminuye lo mismo que el nitrógeno fijado las bacterias, para Restrepo (2012) otra causa del desequilibrio es el uso de fertilizantes sintéticos y agroquímicos.

En busca de mejorar los suelos y cuidar el medio ambiente los campesinos encuentran una alternativa en los abonos orgánicos fermentados en condiciones aerobias, utilizando recursos locales de bajo costo en su elaboración (Shintani *et al.*, 2000).

El objetivo del trabajo, fue realizar la cromatografía de Pfeiffer para analizar los suelos de sistemas productivos y comparar algunas características cualitativas.

Preparación del papel filtro

El papel filtro Whatman número 1 fue impregnado en una solución de nitrato de plata al 0.5%, iniciada del centro hasta los primeros 3.5 cm, se cubrió con un papel absorbente y se reservó en la obscuridad.

Muestreo de tres suelos

Las muestras del suelo fueron recolectadas de tres sistemas productivos, se tomaron al azar de 15 puntos diferentes siguiendo la técnica de zigzag y tres profundidades: a 0 cm, 10 cm y 20 cm, obteniendo un total de 45 submuestras por parcela de 500 g cada una, fueron mezcladas para obtener una representativa de 500 g de cada parcela.

Muestra de suelo de sistema convencional

La primera parcela muestreada fue en la comunidad de Puerta del Monte del municipio de Salvatierra, Guanajuato, fue seleccionado por sus condiciones para producir durante todo el año de manera intensiva, con sistema de riego, labranza mecanizada, fertilización con productos sintéticos y el control de plagas, enfermedades y malezas a base de agroquímico.

Muestra de suelo de sistema de temporal

La segunda fue tomada de un cultivo de temporal en el cerro de Culiacán en el municipio de Salvatierra, Guanajuato, elegido por las situaciones en que trabajan regularmente agricultores de escasos recursos, combinado fertilizantes de síntesis con estiércol y control de plagas y enfermedades con agroquímicos, el control de malezas lo realizan manualmente, durante el descanso de la época de secas el suelo es barbechado y dejado sin cobertura vegetal, la labranza la realizan 50% mecanizada y 50% con yuta de animales de tiro.

Muestra de suelo de sistema orgánico

La tercera muestra se consiguió del predio llamado Santa Cruz Ojo de Agua del municipio de Epitacio Huerta Michoacán, de un suelo con 5 años de cultivo orgánico con uso de compostas, biofertilizantes y microorganismos benéficos, su labranza se realiza en 80% con animales de tiro y 20% mecanizada. Es importante conocer el comportamiento del suelo ante una situación regenerativa.

Preparación de las muestras de suelo

Las muestras secadas al sol se muelen en un mortero de porcelana hasta dejarlas bien pulverizadas, luego de tamizarlas se pesan 5 g, se agregan 50 ml de una solución de hidróxido de sodio al 1% en un vaso de precipitado, se agita suavemente con 7 repeticiones de 7 a la derecha y a la izquierda repitiendo la serie a los 15, 30 y 60 min para dejar reposar durante 6 h como mínimo.

Corrida de las muestras en el papel filtro

De la muestra diluida de suelo se toma 10 ml y se agrega en una caja de Petri donde es colocado el papel filtro ya impregnado del nitrato de plata, se corre hasta dos centímetros del borde para luego dejarlo secar.

Interpretación de los resultados

Se tomó en cuenta para la interpretación de los cromatogramas las zonas que componen el cromatograma (zona central, zona interna, zona intermedia, zona externa y zona de manejo), su tamaño, forma, colores revelados y la armonía e integración de sus partes reveladas (Figura 1), de acuerdo a los criterios de Restrepo y Piñeiro (2011).

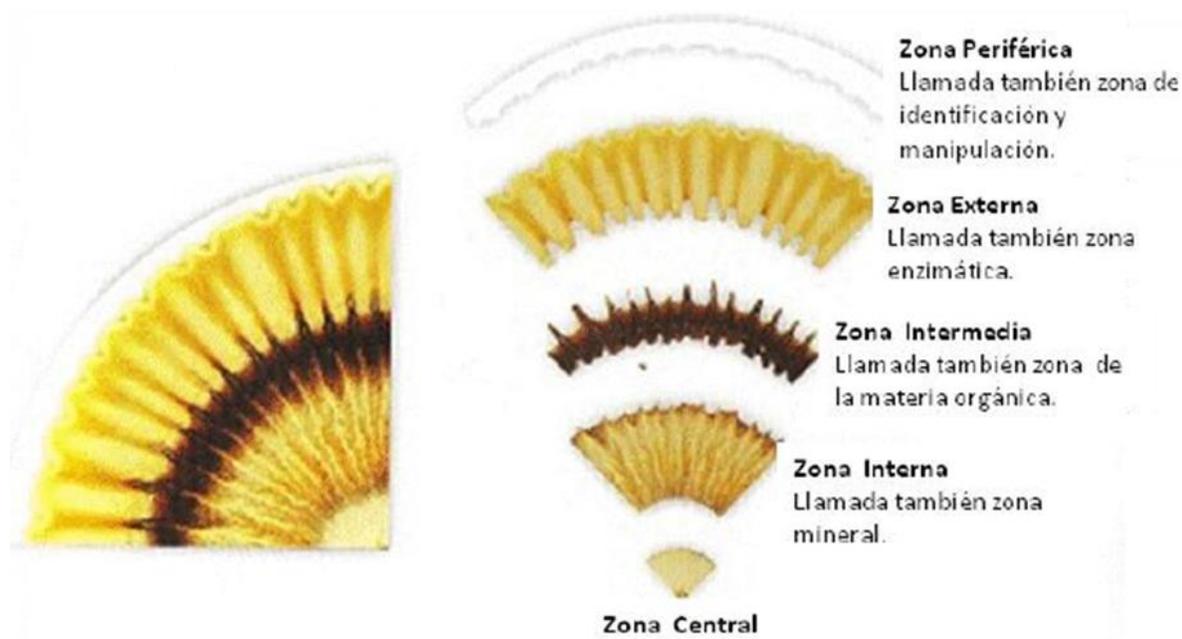


Figura 1. Zonas de una cromatograma de Pfaiffer (Restrepo y Piñeiro 2011).

En la Figura 2 se muestra el resultado de la preparación del papel filtro con el nitrato de plata que fue reservado en la obscuridad para usarlo con las muestras del suelo.



Figura 2. Papel filtro Whatman número 1 impregnado nitrato de plata al 0.5%.

Después de 6 h de reposo y ser corridas en el papel filtro preparado con el nitrato de plata se obtuvieron los resultados de los tres suelos muestreados (Figura 3).

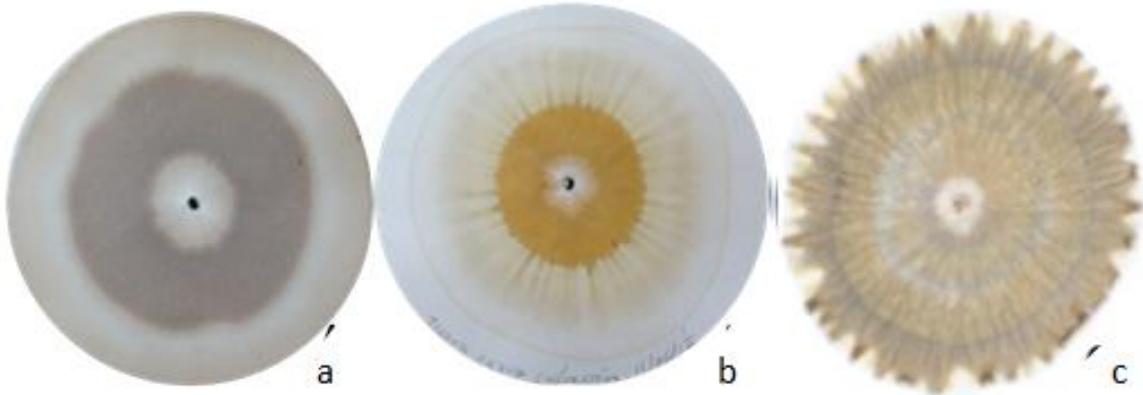


Figura 3. Cromatogramas de suelos de los sistemas: convencionales (a); de temporal (b); y orgánico (c).

La Figura 4 muestra el resultado del suelo de sistema convencional, donde se observa que en la zona 1 (Z1) o interna es amplia y clara, bien delimitada resultado del uso de fertilizantes nitrogenados, la zona 2 (Z2) o franja mineral es de color pardo negruzco indicativo de un suelo compactado, mineralizado, destruida la materia orgánica y ausencia de actividad biológica por lo tanto la zona enzimática no tiene presencia.

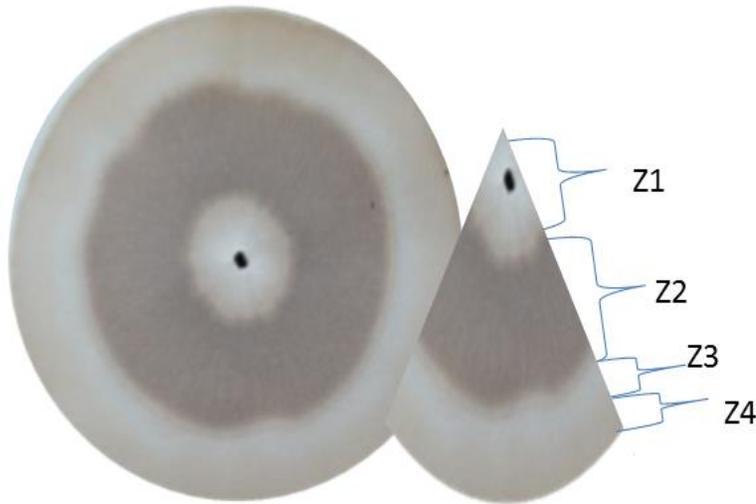


Figura 4. Cromatograma de sistema convencional en Puerta del Monte.

En la Figura 5 del cultivo de temporal la zona interna muestra una coloración blanca de forma irregular por el uso de fertilizantes y estiércol, el color dorado de la zona 2 o interna (Z2) con una franja bien definida, indica que los minerales están aislados de la poca materia orgánica, microbiología y actividad enzimática como consecuencia de un suelo desnudo y erosionado.

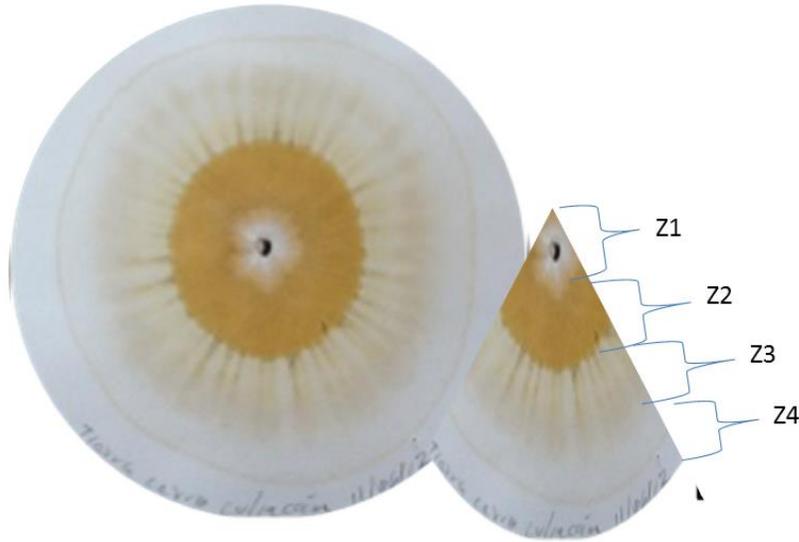


Figura 5. Cromatograma de sistema de temporal en el cerro de Culiacán.

La Figura 6 muestra el resultado del suelo orgánico en donde indica la integración de todas sus zonas (Z1, Z2, Z3, Z4), abundante actividad enzimática, con buena presencia de materia orgánica y minerales integrados por la actividad microbiológica como consecuencia de 5 años de labranza ecológica.

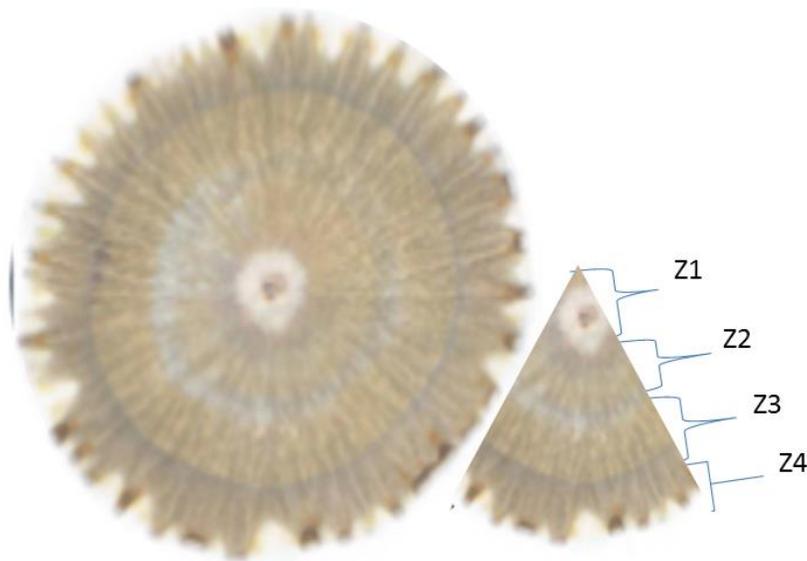


Figura 6. Cromatograma de sistema de producción orgánico en Santa Cruz de Ojo de Agua.

Después de revelados y analizados los cromatogramas de los diferentes sistemas de producción se realizó una comparación de los mismos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Comparación de cromatogramas de los sistemas productivos.

| Sistema de producción | Características de las diferentes zona de los cromatogramas | | | |
|--|---|---|--|--|
| | Zona central | Zona interna | Zona intermedia | Zona periférica |
| Sistema convencional (Puerta del Monte) | Color blanco pardo por exceso de abonos nitrogenados | Color negro indicativo de un suelo compactado | Ausente | Ausente |
| Sistema de temporal (Cerro de Culiacán) | Coloración blanca e irregular por el nitrógeno del fertilizante y estiércol | Coloración dorada aislada de las demás, son minerales aislados | Ligeras radiaciones indicativo de la poca materia orgánica | Ausente |
| Sistema orgánico (Santa Cruz de Ojo de Agua) | Color cremoso, se desvanece para integrarse a la siguiente zona | Coloración café claro integrada a las siguientes zonas, minerales disponibles para la planta. | Coloración café claro y radiaciones revela una materia orgánica integrada por la microbiología | Coloración café oscuro y ondulaciones dice de buena actividad de enzimática y proteica |

La zona 1 llamada zona central (Z1) en el suelo de agricultura convencional de Puerta del Monte (Figura 4) se encontró un color blanco un poco pardo, amplia y bien definida sin integrarse a la siguiente zona (Z2), es una indicativo de exceso de fertilizantes nitrogenados, algo parecido sucede en el sistema de temporal del cerro de Culiacán (Figura 5) con coloración blanco aunque en menor cantidad porque la fertilización es a base de abonos químicos combinados con estiércol, por el contrario el caso de la misma del suelo orgánico de Santa Cruz de Ojo de Agua (Figura 6) su coloración es blanco cremoso y relacionada con la zona 2 (Z2), indica la buena estructura del suelo, sin compactar y presencia de materia orgánica.

En la zona 2 (Z2) de los cromatogramas analizados manifestaron la franja mineral y en el caso del suelo de Puerta del Monte (Figura 4) es de color pardo negruzco se encuentra mineralizado, destruida la materia orgánica y sin actividad biológica, en la misma zona pero del suelo del Cerro de Culiacán (Figura 5) es de color dorado con una franja bien definida indica la poca relación con la poca materia orgánica por tanto son minerales aislados, el cromatograma de Santa Cruz de Ojo de Agua (Figura 6) es de coloraciones de cremosas, café claro y oscuro, con integración con las demás zonas indicando la buena estructura, actividad biológica eficiente y buena cantidad de materia orgánica.

En relación con la zona 3 (Z3) de los cromatogramas, llamada zona intermedia, zona de la materia orgánica o proteica, en el cromatograma del suelo convencional (Figura 4) se encuentra ausente indicativo de la escasa materia orgánica, para el suelo de temporal (Figura 5) su cromatograma indica una leve cantidad de materia orgánica pero sin microbiología que integre a los minerales, contraste el terreno orgánico (Figura 6) por sus formas y colores café claro manifiesta armonía entre materia orgánica, minerales y microbiología, señal de buena salud del sistema.

La zona 4 (Z4) o externa también llamada zona enzimática y nutricional, para el caso del cromatograma del sistema convencional (Figura 4) se encuentra ausente sin manifestar reacción alguna, en el cromatograma del suelo de temporal (Figura 5) prácticamente está ausente y el suelo orgánico en su cromatograma se manifiesta la presencia de humus, con las ondulaciones y lunares suaves son indicativo de la relación de la materia orgánica con los minerales y la microbiología.

De acuerdo con Restrepo y Piñeiro (2011) el suelo del sistema de producción convencional (Figura 4) es un suelo agotado, afectado por la intensidad de su producción, la mecanización profunda y el uso intensivo de fertilizantes y agroquímicos, afectando la humificación de la materia orgánica con una rápida mineralización de sus elementos (Primavesi 1984; Gallardo, 2001), el cromatograma correspondiente (Figura 4) indica el exceso de nitrógeno en su zona central (Z1), elemento con problemas graves de erosión, además de su color oscuro de su zona interna (Z2) sin materia orgánica ni actividad enzimática como consecuencia de la ausencia de actividad biológica (Kolmans y Vásquez, 1999).

En un sistema de cultivo de temporal se acostumbra terminada la cosecha realizar el barbecho del terreno y si no hay más lluvias el suelo se queda descubierto, de acuerdo con Primavesi (1984) y Restrepo (2012) afecta la estructura del suelo y su incorporación de materia orgánica afectando a la microbiología, la imagen del cromatograma de este suelo (Figura 5) lo indica en su coloración dorada de la zona interna (Z2) con minerales que no están integrados por la escasa materia orgánica y microbiología activa, con graves problemas de erosión.

Un suelo trabajado con compostas, biofertilizantes y microorganismos eficientes mejora en su estructura, materia orgánica y minerales disponibles de manera constantes por la presencia de la actividad biológica (Kolmans y Vásquez, 1999; Gallardo, 2001), en un cromatograma como el del predio de Santa Cruz de Ojo de Agua (Figura 6) con sistema de producción orgánico se manifiesta la buena salud de su suelo por las formas, colores y armonía que guardan sus diferentes zonas (Restrepo y Piñeiro, 2011).

Conclusiones

La cromatografía de Pfaiffer es una técnica sencilla y útil para descubrir de manera rápida las cualidades y condiciones de un suelo. Los tres sistemas de producción manifestaron las particulares propias de su forma de trabajar, siendo la técnica de Pfaiffer una herramienta útil que revela las características de los sistemas de labranza.

Literatura citada

- Gallardo, L. J. 2001. Mineralización y humificación de la materia orgánica del suelo: consecuencias sobre la contaminación. Medellín, Colombia. *In: X Congreso de la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo.*
- Kolmans, E. y Vásquez, D. 1999. Manual de agricultura ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación. La Habana: Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales.

- Martelotto, E.; Salas, H. y Lovera, E. 2001. Soja... al monocultivo? Rev. Fertilizar. 24:18-22.
- Restrepo, J. 2012. Abonos orgánicos fermentados. Experiencias de agricultores en Centroamérica y Brasil. OIT, PSST-AcyP; CEDECE.
- Restrepo, R. J. y Piñeiro, S. 2011. Cromatografía imágenes de vida y destrucción del suelo. Cali, Colombia: COAS editores.
- Primavesi, A. 1984. Manejo ecológico del suelo. Río de Janeiro Brasil. Editorial El Ateneo.
- Shintani, M.; Leblanc, H. y Tabora, P. 2000. Bokashi (abono orgánico fermentado), tecnología tradicional adaptada para una agricultura sostenible y un manejo de desechos modernos. Guía práctica. EARTH primera edición. Guacimo, Limón, Costa Rica.