



Análise da qualidade do solo em sistemas agroflorestais da agricultura familiar utilizando a Cromatografia de Pfeiffer

Soil quality analysis in agroforestry systems of family farming using Pfeiffer Chromatography

BEZERRA, Leila Pires¹; FRANCO, Fernando Silveira², SOUZA-ESQUERDO, Vanilde Ferreira³, LIMA, Elizeu de Souza⁴, LOVERA, Lenon Henrique⁵, SOUZA, Zigomar Menezes⁶

¹ Universidade Federal de São Carlos/UFSCar/Campus Araras, leilapires02@gmail.com; ² Universidade Federal de São Carlos/UFSCar/Campus Sorocaba, fernando.agrofloresta@gmail.com; ³ ^{4 5 6} Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP/FEAGRI, vanilde.esquerdo@feagri.unicamp.br; elizeu.florestal@gmail.com; lhlovera@gmail.com; zigomarms@feagri.unicamp.br

Eixo temático: Manejo de Agroecossistemas de base ecológica

Resumo: Os métodos convencionais de análise da qualidade do solo são, geralmente, dispendiosos e trabalhosos e, muitas vezes, não permitem avaliar e relacionar, em uma mesma pesquisa, os atributos químicos, físicos e biológicos do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade do solo em Sistemas Agroflorestais (SAFs) implantados em propriedades familiares no Assentamento Rural de Sumaré e na área da Cooperativa de Agricultura Familiar e Agroecológica (Cooperacra), respectivamente localizadas nos municípios de Sumaré e Americana, São Paulo, utilizando a Cromatografia Circular de Pfeiffer (CCP), para comparar esses resultados com os atributos químicos e físicos do solo obtidos por métodos convencionais. A metodologia foi baseada na análise química e física do solo por métodos convencionais e a CCP como método qualitativo. De acordo com os resultados do estudo, há evidências de que a cromatografia pode fornecer uma visão geral e confiável sobre o estado do solo e que há correlação entre o atributo químico (matéria orgânica) e físico do solo (macroporosidade) obtidos por esse método e outros convencionais.

Palavras-chave: Agroecologia; saúde do solo; metodologia qualitativa; análise integral.

Keywords: Agroecology; soil health; qualitative methodology; integral analysis.

Introdução

A Cromatografia Circular de Pfeiffer (CCP), um método físico de separação para a caracterização de misturas complexas, permite uma avaliação da qualidade dos produtos, assim como da atividade microbiológica e de suas interações, isto é, da vida do solo, sendo um instrumento tecnológico acessível a agricultores, técnicos e estudantes que permite acompanhar as transformações e as operações do manejo da unidade agrícola para determinar a “Qualidade da Saúde dos Solos” (Restrepo e Pinheiro, 2011).

Em um cromatograma é possível analisar a qualidade do solo por meio da harmonia de cores e desenhos entre todos os diferentes componentes (mineral, orgânico, energético e eletromagnético) do solo. Assim, é possível saber se um determinado mineral está em harmonia com a matéria orgânica, pH, biodiversidade de



microrganismos ou grau de oxidação/redução de enzimas, vitaminas e proteínas e como se pode alterar positivamente a situação encontrada para alcançar esta meta (Pinheiro, 2011).

Considerando o baixo custo e acessibilidade desse método e sobretudo o resultado, que apresenta uma análise integral e qualitativa do solo, mais apropriado a uma avaliação sistêmica dos agroecossistemas, além de ser uma ferramenta importante para agricultores familiares no monitoramento dos solos e tomadas de decisão, verifica-se a necessidade de aprofundar os estudos sobre este tema.

Assim, o objetivo desse estudo foi analisar a qualidade do solo em sistemas agroflorestais implantados em unidades produtivas do Assentamento Sumaré e da Cooperacra utilizando a Cromatografia Circular de Pfeiffer e comparar esses resultados a atributos químicos e físicos do solo obtidos por métodos convencionais.

Metodologia

As áreas de estudo desta pesquisa são cinco unidades produtivas, sendo quatro delas localizadas nos Assentamentos Sumaré II e III no município de Sumaré-SP e uma na Cooperacra (Cooperativa da Agricultura Familiar e Agroecológica de Americana) em Americana-SP, onde foram implantados Sistemas Agroflorestais em dezembro de 2015. As áreas de SAF implantadas no Assentamento Sumaré possuem 500 m² enquanto a área da Cooperacra possui 1000m². O histórico das áreas e o tipo de solo são distintos em cada área.

As coletas de solo foram realizadas em três períodos distintos: março 2016, outubro 2016 e setembro 2017. Assim, as áreas de SAFs foram monitoradas no período de 18 meses. Para determinação dos atributos físico-químicos do solo e cromatografia foram coletadas amostras deformadas e indeformadas nas cinco áreas de SAF nas camadas de 0,00-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m, conforme Embrapa (2017) e Raij et al. (2001). Em todas as áreas foram coletadas amostras de solos em três pontos para representar toda a área.

As análises químicas para fins de fertilidade avaliaram os teores de matéria orgânica (MO) e capacidade de troca catiônica (CTC), determinadas de acordo com metodologia proposta por Raij et al. (2001). A macroporosidade do solo foi determinada pelo método da mesa de tensão aplicando-se uma coluna d'água com altura de 0,6 m nas amostras saturadas.

A metodologia utilizada nas análises cromatográficas foi baseada em Restrepo e Pinheiro (2011). Inicialmente, foi preparada uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 1% para dissolver as amostras de solo (10 gramas de hidróxido de sódio dissolvidos em 1000 ml de água destilada). Para cada amostra de 5 g de solo foram utilizados 50 ml desta solução. A solução de nitrato de prata (AgNO₃) foi preparada a 1% (0,5 g de nitrato de prata dissolvidos em 100 ml de água destilada).



A solução de nitrato de prata foi colocada em uma placa de Petri de 3 cm e essa dentro de outra placa de 12 cm. Um rolinho de papel foi colocado em orifício central aberto no papel filtro e mergulhado na solução, deixando impregnar até a marca dos 4 cm. Após a impregnação, o papel foi retirado e colocado entre folhas brancas absorventes, dentro de uma caixa escura para secar.

A solução de hidróxido de sódio foi agitada de forma circular (6) seis vezes para a direita, seguida de (6) seis vezes para a esquerda. Esse movimento foi repetido (6) seis vezes. Em seguida as amostras descansaram durante quinze minutos e foram agitadas novamente, repetindo o movimento circular descrito acima. Depois de 30 minutos, esse procedimento foi repetido e, novamente, após 1 hora. Por último a solução descansou durante seis horas.

No papel filtro, já impregnado com nitrato de prata e seco, um novo rolinho de papel foi colocado e depositado sobre a placa de Petri para que a solução de hidróxido de sódio o impregnasse. O filtro foi retirado quando a impregnação atingiu a marca de (6) seis cm e foi seco na sombra.

Segundo Restrepo (2014), a interpretação dos cromatogramas está fundamentada na solubilidade, concentração, constância e qualidade biológica dos nutrientes, isto é, no metabolismo, na estrutura e saúde do solo vivo, as quais necessitam estar integradas. A interpretação dos cromatogramas observa uma borda de identificação e quatro zonas de interpretação: Zona Central ou Zona de Oxigenação, Zona Interna ou Zona Mineral, Zona Intermediária, Zona Proteica ou Zona da Matéria Orgânica, Zona Externa ou Zona Enzimática.

Resultados e Discussão

De forma geral, verificou-se que não houve uma mudança significativa no padrão dos cromatogramas quando avaliada a evolução de cada um dos SAFs ao longo de 18 meses, com exceção do SAF 5, na camada 0,00-0,10 m, que apresentou uma melhora na qualidade do solo, verificada principalmente com relação a matéria orgânica e corroborada pelos dados das análises químicas. Esse resultado provavelmente se deve ao curto intervalo de tempo da pesquisa, insuficiente para apresentar mudanças significativas no solo, principalmente nas camadas mais profundas. Em pesquisas futuras, é possível que estes resultados se alterem, de forma positiva, considerando a continuidade no manejo dos SAFs realizado pelos agricultores.

A Figura 1 apresenta o resultado da amostra composta de solo das camadas 0,00-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m, em cada uma das cinco áreas de SAF.

Os cromatogramas foram organizados, da esquerda para a direita, a partir do solo com maior qualidade para o solo com menor qualidade, apresentando a seguinte ordem: SAFs 5, 2, 4, 3 e 1.

Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 - Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe - v. 15, no 2, 2020.

Analisando os cromatogramas de uma mesma área, nas diferentes camadas, verifica-se que os solos apresentam melhor qualidade nas camadas superficiais (0,00-0,10 m) e (0,10-0,20 m), onde há maior teor de matéria orgânica, atividade biológica e aeração no solo, do que na camada mais profunda (0,20-0,40 m).

Verifica-se na coluna do SAF 2, marcada em azul, (Figura 1), que os cromatogramas das camadas superficiais apresentam cores mais fortes; zonas centrais com halo creme mais espesso, demonstrando maior aeração; zonas minerais com maior presença de canais, indicando maior riqueza mineral; zona proteica mais pronunciada com “dentes” em diferentes tamanhos e terminação arredondada e zona enzimática mais ativa. Esses padrões vão decaindo e no cromatograma da camada 0,20-0,40 m a zona central está bem escura, confirmando compactação; a zona mineral com poucos canais; a zona proteica com cor mais clara e opaca e com “dentes” em forma de agulha e a zona enzimática sem a presença de “nuvens”.

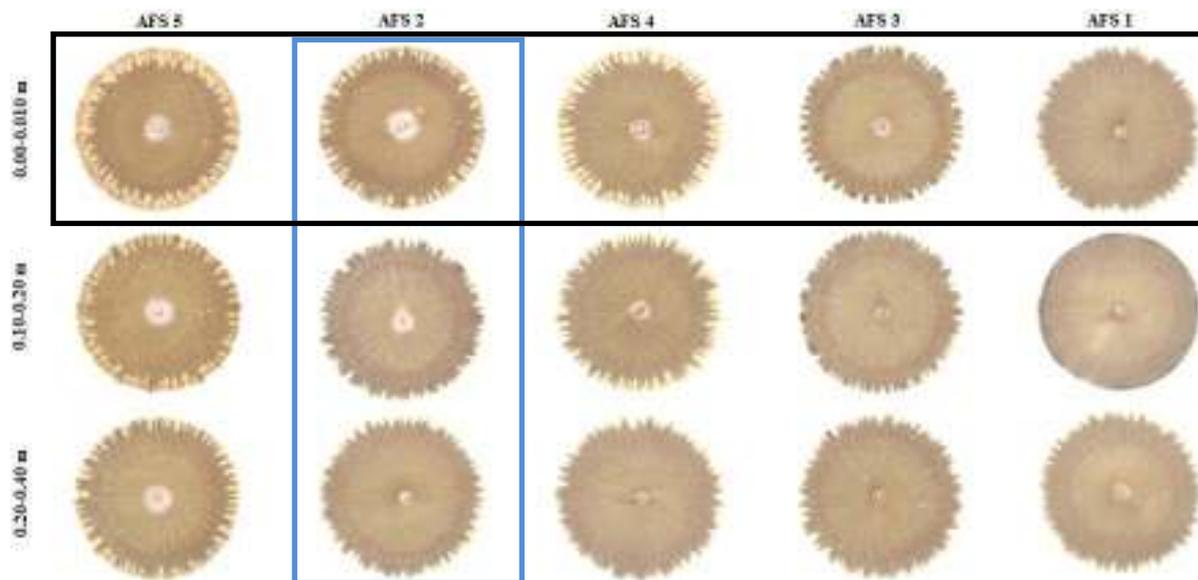


Figura 1. Classificação cromatográfica (melhor para pior) das cinco áreas de SAFs para as camadas de 0,00-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m.

Esse mesmo padrão pode ser verificado na comparação dos cromatogramas das cinco áreas de SAFs na mesma profundidade do solo. Na linha marcada em preto, observa-se os cromatogramas da camada 0,00-0,10 m dos SAFs 5, 2, 4, 3 e 1, da esquerda para a direita, apresentando o solo com maior qualidade para o de menor qualidade.

A forte diferenciação radial e a coloração intensa dos padrões são sinais de boa qualidade do solo, enquanto a diferenciação de padrões concêntricos e cores borradas indicam um solo não fértil, de acordo com (Kokornaczyk et al., 2016).



Em relação ao volume e a distribuição do tamanho dos poros do solo, ocorreu baixa macroporosidade ($0,07$ a $0,11 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) em todas as camadas e em todos os SAFs avaliados, exceto para os SAFs 2 e 5, na camada de $0,00$ - $0,10 \text{ m}$, que foram de $0,15$ e $0,20 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, respectivamente.

Considerando a relação entre a macroporosidade e a aeração do solo, os cromatogramas dos SAFs 5 e 2 apresentaram a zona central, indicadora da aeração do solo, com halo de cor creme indicando boa aeração, enquanto o SAF 1 apresentou cor escura, indicando compactação, coincidindo o resultado da física do solo entre o método convencional e a cromatografia.

Os resultados da matéria orgânica (MO) para as camadas $0,00$ - $0,10$ e $0,20$ - $0,40 \text{ m}$ foram coincidentes aos resultados da cromatografia para as cinco áreas de SAFs, ou seja, na cromatografia os SAFs 5, 2, 4, 3 e 1 apresentaram níveis de MO decrescente, onde o SAF 5 apresentou o maior teor em todas as camadas ($37,00$ e $27,00 \text{ mg dm}^{-3}$) e o SAF 1 o menor teor de MO ($8,00$ e $5,00 \text{ mg dm}^{-3}$), sendo que, a análise química apresentou o mesmo resultado. Para a camada $0,10$ - $0,20 \text{ m}$ os resultados foram semelhantes seguindo a sequência SAFs 5, 3, 4, 2 e 1, ou seja, SAFs 5, 4 e 1 foram coincidentes nas análises químicas em ordem decrescente, enquanto SAF 3 e 2 foram distintos.

Conclusões

Os resultados do estudo apresentaram evidências de que a cromatografia pode fornecer uma visão geral e confiável sobre o estado do solo e que há correlação entre o atributo químico (matéria orgânica) e físico do solo (macroporosidade) obtidos por esse método e outros convencionais.

Não ocorreu evolução significativa nos cromatogramas das áreas de SAF nas três análises realizadas no período de 18 meses, com exceção do SAF "Área 5", na camada $0,00$ - $0,10 \text{ m}$, que apresentou melhora na qualidade do solo entre a primeira e última análise, sendo que os dados da química do solo, pelo método convencional, foram coincidentes.

O presente estudo também revelou a necessidade de maiores pesquisas sobre o método, principalmente em condições tropicais, com resultados mais analíticos, importante para demonstrar sua eficácia na academia, gerando resultados sobre indicadores da qualidade do solo, vislumbrando possíveis manejos, mais sustentáveis, para reverter situações de degradação.

Referências bibliográficas

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2017. **Manual de métodos de análise de solos**. 3ª edição revista e ampliada, Brasília, DF: Embrapa, 573p.

Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 - Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe - v. 15, no 2, 2020.



KOKORNACZYK, M.O.; PRIMAVERA, F.; LUNEIA, R.; BAUMGARTNER, S.; BETTI, L. Analysis of soils by means of Pfeiffer's circular chromatography test and comparison to chemical analysis results. **Biological Agriculture & Horticulture**, 2016.

PINHEIRO, S. **Cartilha da saúde do solo: Cromatografia de Pfeiffer**. Copyrights Junqueira Candiru, Salles Editora, Porto Alegre - RS, 2011.

RAIJ, B. VAN.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 285p.

RESTREPO, J.R.; PINHEIRO, S. **Cromatografia: imágenes de vida y destrucción del suelo**. Cali: Imprensa Feriva, Colômbia, 2011.

RESTREPO, J.R. **Manual de Agricultura Orgânica**. Curso teórico-prático do ABC da Agricultura Orgânica: Remineralização e Recuperação da Saúde dos Solos; Microbiologia dos Solos e Técnica da Cromatografia de Pfeiffer. Org. DALVA SOFIA SCHUCH. Atalanta - Santa Catarina – Brasil, 2014.