



## Qualidade do solo em uma área agrícola experimental através da Cromatografia de Pfeiffer

### *Soil quality in an experimental agricultural area using Pfeiffer chromatography*

Thiago do Nascimento Coaracy<sup>1</sup>; David Marx Antunes de Melo<sup>2</sup>; Gessica Caitano de Almeida<sup>3</sup>; Lume Fajardo Giovannini<sup>4</sup>; Belísia Lúcia Moreira Toscano Diniz<sup>5</sup>

Mestres em Ciências Agrárias (Agroecologia), Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, Paraíba, +5583996261867, [thiago.coaracy@gmail.com](mailto:thiago.coaracy@gmail.com); [davidatunes@gmail.com](mailto:davidatunes@gmail.com); [gcaitano29@gmail.com](mailto:gcaitano29@gmail.com); <sup>4</sup>Graduando em Agroecologia, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, Paraíba, [lumefajardo@gmail.com](mailto:lumefajardo@gmail.com); <sup>5</sup>Professora Doutora em Agronomia/Fitotecnia, Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, Paraíba [belisiadiniz@gmail.com](mailto:belisiadiniz@gmail.com).

#### ARTIGO

Recebido: 20/11/2019

Aprovado: 19/11/2019

#### Palavras-chave:

Agroecologia  
Saúde do solo  
Subsistema  
*Morinda citrifolia*

#### Key words:

Agroecology  
Soil health  
Subsystem  
*Morinda citrifolia*

#### RESUMO

O manejo racional dos solos e seu diagnóstico são cruciais e devem ser considerados quando se planeja uma produção agrícola sustentável. Portanto, o objetivo com esta pesquisa foi avaliar a evolução da qualidade do solo através da Cromatografia de Pfeiffer após o uso de práticas agroecológicas em um sistema experimental. O trabalho foi realizado no município de Bananeiras, Paraíba, em um subsistema experimental com plantio de Noni (*Morinda citrifolia*), localizado na primeira chã do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Foram coletadas em campo três amostras de solo na camada 0-20 cm e levadas ao laboratório de Agroecologia para realização da prática da Cromatografia de Pfeiffer. Foi utilizado o processo de interpretação do cromatograma, verificadas no decorrer de utilização de práticas agroecológicas como aplicação de biofertilizante, adubação verde e monitoramento do solo no subsistema. Como resultados, os cromatogramas antes das práticas agroecológicas obtiveram suficiente saúde do solo, já para os cromatogramas dos solos após as práticas agroecológicas houve melhoria para as todas as zonas da cromatografia. Portanto, as práticas agroecológicas proporcionaram melhorias na qualidade e vida do solo e a cromatografia de Pfeiffer foi fundamental para diagnosticar a saúde do solo.

#### ABSTRACT

Rational soil management and diagnosis are crucial and must be considered when planning sustainable agricultural production. Therefore, the objective with this research was to evaluate the evolution of soil quality through Pfeiffer's Chromatography after the use of agroecological practices in an experimental system. The work was carried out in the municipality of Bananeiras, Paraíba, in an experimental subsystem with Noni planting (*Morinda citrifolia*), located on the first floor of the Center for Human and Agricultural Sciences at the Federal University of Paraíba. Three soil samples in the 0-20 cm layer were collected in the field and taken to the Agroecology laboratory to perform the practice of Pfeiffer Chromatography. The chromatogram interpretation process was used, verified during the use of agroecological practices such as application of biofertilizer, green manure and soil monitoring in the subsystem. As a result, chromatograms before agroecological practices obtained sufficient soil health, whereas for soil chromatograms after agroecological practices there was an improvement for all areas of chromatography. Therefore, agroecological practices provided improvements in soil quality and life and Pfeiffer's chromatography was essential to diagnose soil health.

## INTRODUÇÃO

O solo é um recurso praticamente não renovável, em que está vulnerável a uma rápida degradação se mal manejado, taxas baixas de formação e regeneração extremamente lenta, formando pequenas porções ao longo de anos (MASEDA, 2016). Deste modo, a perda de matéria orgânica em áreas manejadas com fins agrícolas, representa o principal impacto na queda dos níveis de fertilidade do solo, e por consequência, reduz os seus estoques de nutrientes, o que remete as alternativas de manejo alternativo com base em um modelo agroecológico (PINHEIRO, 2015).

Neste sentido, a qualidade do solo é entendida como a capacidade de manter a produtividade biológica do ecossistema ou subsistema produtivo, com o equilíbrio ambiental e da saúde da flora, da fauna e do ser humano, contribuindo para um ambiente de dinâmica (DORAN et al., 1996; MELO et al., 2019). A qualidade do solo é um fator primordial para a agricultura quando se valoriza e busca por alimentos saudáveis, pois conforme Primavesi (2016), as plantas somente são saudáveis se o solo for saudável. Primavesi (2008) relata que o manejo agroecológico do solo significa manejar recursos naturais respeitando a teia da vida relativa à atividade biológica e trabalhando de acordo com as características locais do ambiente, a experiência local dos agricultores é fundamental. Assim ao mesmo tempo em que se produz matéria prima alimentícia, restabelece áreas florestais e recupera o solo, além de valorizar o conhecimento camponês.

Segundo Robert e Ryan (2015), os nutrientes das plantas devem se manter no sistema através de manejos que promovam aplicação racional e sustentável de insumos, além do uso de medidas de conservação, permitindo que a matéria orgânica, componente principal dos solos saudáveis, restabeleça o potencial e a saúde do mesmo. As dinâmicas do solo correspondem a uma biocenose com estreita relação entre as propriedades físicas, químicas, biológicas, topografia, raiz vegetal e porte da vegetação. Sendo assim, não é possível compreender os vários fatores de produção de forma isolada, pois são processos dependentes e entrosados, promovendo a fertilidade do solo (PRIMAVESI; PRIMAVESI, 2018).

Para Altieri (2005), o manejo do solo de forma correta exige compreensão das dinâmicas e interações ocorrentes neste sistema, busca por agricultura de forma menos agressiva com objetivo de preservar a harmonia, entre matéria orgânica, minerais e microrganismos ocorrendo assim, o equilíbrio do agroecossistema após uma perturbação ou período de estresse, consequentemente, demandando menos energia e insumos externos. O húmus também participa ativamente da matéria orgânica do solo e quando formado em um pH acima de 5,6, tem ação agregadora de grumos que se dá pela presença de estruturas complexas chamadas de ligninas, em que possuem decomposição difícil e lenta, realizada por ação de fungos e chamada de “húmus de reserva” porque acumula no solo (PRIMAVESI, 2016).

Logo, a Cromatografia de Pfeiffer (CP) pode ser utilizada no gerenciamento dos solos de agroecossistemas como um indicador de qualidade. Trata-se de um holograma que corresponde à saúde do solo, ou seja, uma “fotografia” do solo onde pode-se analisar e observar as propriedades físicas

(oxigenação, compactação, matéria orgânica, húmus), propriedades químicas (macro e micro elementos) e biológicas (atividade enzimática) (RIVERA; PINHEIRO, 2011).

De acordo com Pinheiro (2015), o método desenvolvido por Pfeiffer foi embasado em sua “Teoria da Vitalidade do Solo”, onde as relações entre microrganismos, solos e plantas desenvolvem transformações de energia, que é a base para a vida, assim, por meio da cromatografia, Pfeiffer buscou avaliar a saúde do solo, associando imagens formadas com o teor de matéria orgânica, microvida e grau de oxidação/redução de enzimas, vitaminas e proteínas.

Pinheiro (2015) refere-se ao solo como um ambiente vivo e dinâmico, dentro da perspectiva da Cromatografia a amostra pesquisada é representada por um holograma em que é analisada a saúde do solo, e pode ser observado as propriedades físicas, químicas e biológicas, assim, auxiliando na avaliação qualitativa do solo estudado. Cândido (2010) aponta a necessidade da realização de estudos e pesquisas que levem em conta os aspectos da sustentabilidade nas atividades agrícolas, pois a agricultura é base fundamental da sociedade.

Rivera (2014) diz que 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 estarem integradas. A interpretação dos cromatogramas observa quatro zonas de interpretação e uma borda de identificação. A integração das imagens revela a integração das zonas e como os processos enzimáticos estão ocorrendo. Os “dentes de cavalo” não são desejados assim como formações pontiagudas e irregulares (RIVERA; PINHEIRO, 2011).

A CP surge como uma ferramenta de grande valia para o diagnóstico de qualidade, pois permite avaliação integral dos componentes do solo que são ambientes vivos com grande diversidade e dinâmica. A atividade biológica presente no solo colabora nas condições químicas, físicas e biológicas em que sua estrutura e a fertilidade é essencial para o desempenho de suas funções, incluindo a produção de alimentos. Sendo assim, objetivou-se com esse estudo avaliar através da Cromatografia de Pfeiffer a influência do efeito das práticas agroecológicas na qualidade do solo sob o cultivo de noni (*Morinda citrifolia*).

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na primeira chã do setor de agricultura em um subsistema sob cultivo de Noni (*Morinda citrifolia*) do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus III, Bananeiras - PB. Foi realizado entre os meses de outubro de 2018 a abril de 2019, em uma área experimental de campo com dimensões de 40 x 70 m, equivalente a uma área de 2.800 m<sup>2</sup>. O solo da área experimental, conforme os critérios do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (Embrapa, 2013), foi classificado como Latossolo amarelo Eutrófico, de textura Argilo-arenoso.

Inicialmente coletou-se em campo três amostras compostas na profundidade 0-20 na área experimental para realização da CP. As amostras de solos foram peneiradas, pesadas 5g e solubilizadas no extrator (NaOH) a 1%, e repousadas

posteriormente por sete horas, para obtenção dos cromatogramas. Utilizou-se papel-filtro circular Jprolab® faixa preta de 150 mm, onde foi impregnado com substância foto reativa (AgNO<sub>3</sub>) a 0,5%. Em seguida, as amostras foram postas em contato com o papel-filtro impregnado, sendo separadas por capilaridade as frações do extrato do solo (Figura 1), formando assim, a figura cromatográfica (PINHEIRO, 2015). As análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologias Agroecológicas e Desenvolvimento Sócio-ambiental (ASDA) do CCHSA-UFPB.

A área de cultivo vem sendo manejada com o uso de práticas agroecológicas tais como adubação verde pelo plantio de feijão de porco (*Canavalia ensiformis*), aplicação sistemática de biofertilizante com intervalos de 90 dias, consorciado com bananeira (*Musa sp.*), além de um roço a cada mês para controlar as plantas adventícias.

**Figura 1.** Esquema de identificação das zonas do cromatograma.



Fonte: RIVERA (2014).

A Zona Central (ZC) indica a não compactação do solo e a suficiente aeração ou oxigenação para desenvolver a atividade biológica, assim como energia e força vital para realizar as conexões entre a fase mineral e a matéria orgânica no solo. É na Zona Central onde circulam todas as substâncias presentes na amostra, pelo fenômeno da capilaridade, indica as condições das atividades fermentativas microbiológicas, tendo como ideal a cor creme, integrada com a zona interna (RIVERA, 2014).

A Zona Interna (ZI) indica ainda sobre o desenvolvimento mineral do solo, desde um círculo linear (membrana inorgânica sem vida) até total integração com as outras zonas. Na Zona

Interna, conforme Pinheiro (2015), os “minerais-vivos” são dotados de carga elétrica e magnetismo. Nesta região se observa uma grande quantidade de minúsculas “pontas de flechas”, superpostas desde a zona central em direção à extremidade da zona externa.

Na Zona Intermediária ou Zona da Matéria Orgânica (ZP) as formas pontiagudas revelam a falta de matéria orgânica no solo (RIVERA; PINHEIRO, 2011).

A Zona Externa (ZE) indica atividade enzimática nessa zona, a dinâmica da biodiversidade microbiana pode ser visualizada através de dentes no cromatograma. Também são observadas na Zona Externa bolsinhas e nuvens com bordadura em tons café claros e escuros (RIVERA; PINHEIRO, 2011).

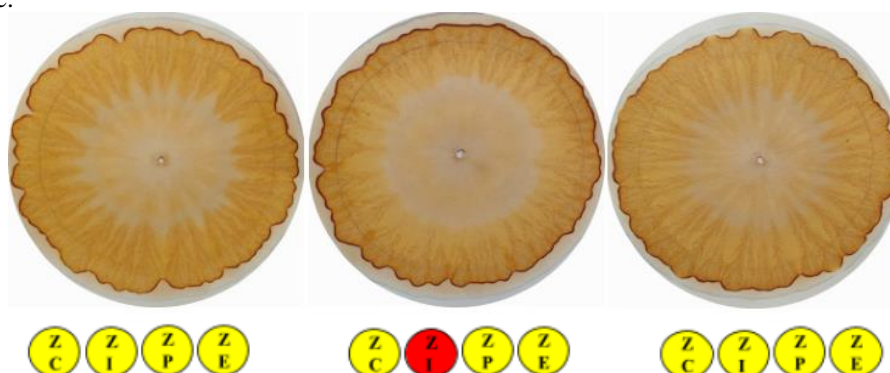
Para a facilitação da interpretação dos cromas foi utilizada uma escala cromatográfica levando-se em consideração às zonas do cromatograma e sua harmonia, e utilizou-se um sistema de cor baseado nas cores, onde foram criadas categorias que traduzem, de forma pictórica, a interpretação dos cromatogramas: as categorias 1 e 2 correspondem ao vermelho (deficiente), 3 ao amarelo (suficiente), 4 ao azul (bom) e 5 ao verde (excelente) (KOKORNACZYK et al., 2016; MELO et al., 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

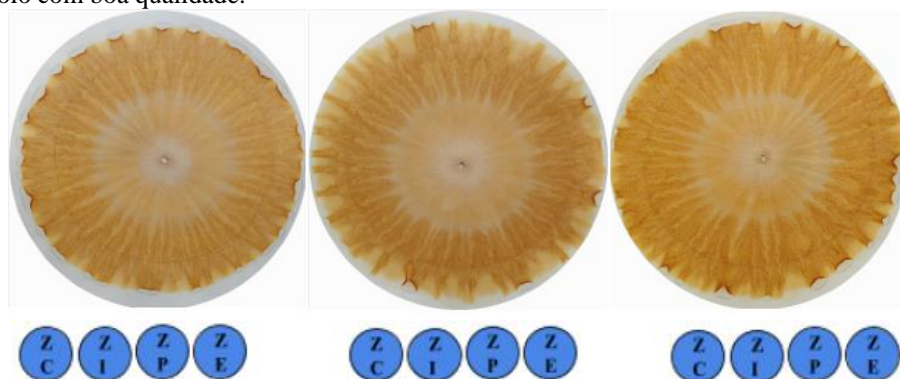
Os cromatogramas da área experimental apresentaram melhor dinâmica em suas zonas no decorrer da utilização das práticas agroecológicas, sendo identificado um avanço na transição agroecológica no subsistema. Foi observada dinâmica entre as zonas de identificação e na integração entre essas zonas, sob visão dos parâmetros químicos, físicos e biológicos do solo verificados no decorrer da utilização de práticas agroecológicas, além de indícios de fermentação metabólica ou ativando-as. Na zona externa essa cor castanha contínua, segundo Pilon (2018) caracteriza-se a presença de ácido húmico de baixo peso molecular, indicando que a matéria orgânica ainda não está totalmente mineralizada para ser absorvida pelas plantas.

No solo, ocorrem diversas dinâmicas e transformações, pois, é um organismo vivo (PRIMAVESI, 2016). Os cromatogramas apresentaram diferenças em suas variáveis no decorrer do manejo agroecológico indicando distintas dinâmicas da saúde e atividade metabólica, como pode ser observado abaixo nas Figuras 2 (monocultivo) e 3 (práticas agroecológicas).

**Figura 2.** Cromatogramas referente a área em monocultivo em Bananeiras, Paraíba, ZC (zona central), ZI (zona interna), ZP (zona intermediária) e ZE (zona externa), cor vermelho: solo com baixa qualidade; cor amarela: solo com qualidade suficiente e cor azul: solo com boa qualidade.



**Figura 3.** Cromatogramas após seis meses referentes às práticas agroecológicas em Bananeiras, Paraíba ZC (zona central), ZI (zona interna), ZP (zona intermediária) e ZE (zona externa), cor vermelho: solo com baixa qualidade; cor amarela: solo com qualidade suficiente e cor azul: solo com boa qualidade.



Todos os cromatogramas da coleta de solo inicial apresentaram zonas que receberam o conceito amarelo que caracteriza condição de suficiente atividade das zonas, recebendo o semáforo de cor amarelo, exceto em uma das parcelas da coleta inicial em que a zona interna (ZI) recebeu o semáforo vermelho se caracterizando uma zona atividade mineral deficiente.

Os cromatogramas (Figura 2) obtiveram coloração amarelada, indicando aspecto suficiente para esta variável, logo, os mesmos apresentaram tamanho pequeno, indicando pouca estruturação do solo, estando possivelmente compactados o que dificulta a infiltração da água no solo e as trocas gasosas do solo com atmosfera, tornando mais desafiante a ciclagem do carbono (C) e nitrogênio (N). Entretanto ainda sobre a ZC, os cromatogramas após seis meses sob às práticas agroecológicas (Figura 3) ambos aumentaram o tamanho de suas zonas logrando coloração azul, indicando que às práticas agroecológicas melhoraram às características estruturais do solo, favorecendo maior oxigenação, qualificando a ciclagem de nutrientes, principalmente o C e N (MELO et al., 2019).

Para a zona Interna (ZI), que indica atividade dos minerais, os cromatogramas (Figura 2), para o primeiro e terceiro cromatograma, obtiveram coloração do semáforo amarela, indicando que a atividade dos minerais está suficiente, para o cromatograma do meio a coloração é vermelha. Por haver uma mancha acinzentada no cromatograma, possivelmente pode indicar ineficiência na mineralização dos nutrientes e características de áreas mal drenadas ou irrigadas estando em condição de saturação hídrica (PILON et al., 2018). Todavia, para os cromatogramas após seis meses sob as práticas agroecológicas (Figura 3), reduziram o bloqueio acinzentado e aumentaram os raios do centro às extremidades, possivelmente melhorando o metabolismo mineral e os atributos químicos do solo (RIVERA; PINHEIRO, 2011; PINHEIRO, 2015).

No que se refere à zona protéica (ZP), que indica a presença da matéria orgânica o solo, os cromatogramas (Figura 2) encontram-se todos com coloração amarela para os semáforos, apresentando mínima presença de matéria orgânica mineralizada nos solos. Em relação aos cromatogramas após seis meses sob às práticas agroecológicas (Figura 3), tiveram uma modesta melhora para esta zona obtendo a coloração do semáforo azul. Às práticas conservacionistas são essenciais para o aumento sistemático da matéria orgânica no solo (PRIMAVESI, 2016).

Sobre a Zona Externa (ZE), que apresenta a atividade microbiológica do solo, exercida principalmente pelas enzimas e húmus do solo, os cromatogramas (Figura 2), apresentaram coloração amarela, indicando a não maturação da matéria orgânica, e a não disponibilidade de húmus ao solo (PINHEIRO, 2015). Contudo, após seis meses sob as práticas agroecológicas os cromatogramas (Figura 3) melhoraram sua ZE com o início da formação dos dentes nos cromatogramas, agregando riqueza microbiológica ao solo, possivelmente pelas aplicações de biofertilizante e utilização de leguminosas. O que também foi encontrado no trabalho de Melo et al. (2019), analisando cromatogramas de solos em agroecossistemas em transição agroecológica também logrou melhorias na parte microbiológica do solo.

Para todas as zonas (ZC, ZI, ZP, e ZE) os cromatogramas da área após seis meses com uso de manejo agroecológico foram classificadas com a cor azul, que corresponde à característica boa, se apresentando de forma similar todas as zonas em um bom formato e coloração (PINHEIRO, 2015).

Essas práticas resgatam os conhecimentos aliados ao solo como uma alternativa na transição de um agroecossistema, no incremento de práticas de manejo da fertilidade baseadas em princípios de convivência saudáveis com a natureza e o solo. A matéria orgânica e o manejo agroecológico são primordiais para a capacidade produtiva e de manutenção dos solos como, por exemplo, a ciclagem de nutrientes. A Cromatografia de Pfeiffer é um método que permite avaliar a dinâmica biológica e sua interação com a física e química do solo (KOKORNACZYK et al., 2016).

Por fim, é de grande importância a continuidade de pesquisas com relação a cromatografia para posterior construção de núcleos e ciência do solo com foco em Agroecologia, biopoder camponês e na Agricultura Familiar, tendo como exemplo a iniciativa realizada no presente estudo, trazendo metodologias alternativas de trabalho que possibilita a agricultura de base familiar o aprofundamento da compreensão da relação entre a agricultura e o meio ambiente e as dinâmicas de produção e transição agroecológica.

## CONCLUSÕES

O manejo agroecológico na área experimental propicia melhorias na saúde do solo, sendo importante para a

sustentabilidade edáfica do subsistema a utilização de práticas regenerativas para vida e qualidade do solo. A cromatografia de Pfeiffer é uma ótima ferramenta para avaliar e monitorar a qualidade dos solos.

ROBERTS, T. L.; RYAN, J. Solo e segurança alimentar. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2015.

## REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 2005. 120 p.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Quantitative Indicators of Soil Quality: a minimum data set. Soil Science Society of America, v. 49, n. 1, p.25-37, 1996.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Sistema Brasileiro de Classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306p. 2013.

KOKORNACZYK, M. O.; PRIMAVERA, F.; LUNEIA, R.; BAUMGARTNER, S., R.; BETTI, L. Analysis of soils by means of Pfeiffer's circular chromatography test and comparison to chemical analysis results. Biological Agriculture and Horticulture. 2016. [10.1080/01448765.2016.1214889](https://doi.org/10.1080/01448765.2016.1214889)

MASEDA, M. T. Desarrollo y caracterización del método de dinamólisis capilar para el análisis de suelos contaminados. 2016. 223f. Tese de Doutorado. Universidad Politécnica de Madrid, 2016.

MELO, D. M. A.; REIS, E. F.; COARACY, T. N.; SILVA, W. A. O.; ARAÚJO, A. E. Cromatografia de Pfeiffer como indicadora agroecológica da qualidade do solo em agroecossistemas. Revista Craibeiras de Agroecologia. v. 4, n. 1, 2019.

PILON, L. C.; CARDOSO, J. H.; MEDEIROS, F. S. Guia Prático de Cromatografia de Pfeiffer. Embrapa Clima Temperado. Documentos 455. Pelotas, 2018.

PINHEIRO, S. Saúde do Solo: Biopoder camponês versus agronegócio. Rio Grande do Sul: Salles Editora, 2015. 224 p.

PRIMAVESI, A. Manual do solo vivo: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio. 2 ed. rev. - São Paulo: Expressão Popular - 2016; 205 p.

PRIMAVESI, A., Agroecologia e Manejo do Solo. In Agriculturas: revista experiências em agroecologia, v.5 n. 3. Rio de Janeiro, RJ: AS-PTA. Setembro, 2008. p.7-10

PRIMAVESI, A.; PRIMAVESI, A. A biocenose do solo na produção vegetal & Deficiências minerais em culturas: nutrição e produção vegetal. São Paulo: Expressão Popular, 2018.

RIVERA, J. R.; PINHEIRO, S. Cromatografía: imágenes de vida y destrucción del suelo. Cali: Feriva, 2011. 252 p.

RIVERA, J. R. Manual de Agricultura Orgânica. Atalanta - Santa Catarina – Brasil, 2014.