

CROMATOLOGRAFIA DE PFEIFFER COMO INDICADORA AGROECOLÓGICA DA QUALIDADE DO SOLO EM AGROECOSSISTEMAS

David Marx Antunes de Melo¹, Eduarda Fernandes dos Reis², Thiago do Nascimento Coaracy¹, Wedson Aleff Oliveira da Silva², Alexandre Eduardo Araújo³

¹Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia), Brasil

²Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Colégio Agrícola Vidal de Negreiros, Campus III, Bananeiras – PB

³Departamento de agricultura da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias, Colégio Agrícola Vidal de Negreiros, Campus III, Bananeiras - PB

RESUMO: A Cromatografia de Pfeiffer (CP) é uma tecnologia acessível e de baixo custo utilizada para a avaliação da saúde integral do solo. O objeto foi avaliar o uso da Cromatografia de Pfeiffer como indicadora da qualidade dos solos de agroecossistemas e da Mata. Foi realizado no município de Solânea-PB, em três agroecossistemas e na Mata. Foram coletadas em campo quatro amostras compostas por solos de 0 a 20 cm e levadas ao laboratório de Agroecologia (ASDA) da (UFPB) para realização da prática da CP. Para a análise das Cromatografias, foram utilizadas categorias qualitativas visuais observando suas zonas expressas através de semáforos com cores distintas e legendas. Também foi realizada a análise de fertilidade no laboratório de solos (UFPB) da matéria orgânica (MOS). Os resultados indicam que houve diferenças de qualidade entre os solos dos agroecossistemas, sendo classificados na categoria suficiente com os semáforos apontando cor predominantemente e índices desejáveis na análise da matéria orgânica. Somente a floresta obteve categoria excelente, obtendo todos os semáforos verdes e maior teor de MOS. Apenas o agroecossistema II logrou um semáforo verde e dois amarelos por estar no processo de transição há mais tempo pois, o agroecossistema I logrou todos os semáforos amarelos e o agroecossistema III alcançou dois semáforos amarelos e um vermelho. Conclui-se que a CP é uma técnica que pode ser utilizada para avaliação qualitativa do solo tanto de ecossistemas naturais quanto agroecossistemas, sendo de simples manuseio técnico e baixo custo, mostrando-se como uma alternativa à avaliação de solos por agricultores.

PALAVRAS-CHAVE: agroecologia, fertilidade, saúde do solo.

PFEIFFER CHROMATOGRAPHY AS AN EVALUATION OF SOIL QUALITY IN AGROECOSYSTEMS

ABSTRACT: Pfeiffer's Chromatography (CP) is an affordable and low-cost technology used for the evaluation of integral soil health. The objective was to evaluate the use of Pfeiffer Chromatography as an indicator of the quality of the soils of agroecosystems and Mata. It was carried out in the municipality of Solânea-PB, in three agroecosystems and in the Mata. Four samples composed of soils from 0 to 20 cm were collected in the field and taken to the Agroecology Laboratory (ASDA) of the UFPB to perform the CP practice. For the analysis of the Chromatographies, qualitative visual categories were used observing their zones expressed through semaphores with distinct colors and subtitles. Soil fertility analysis (UFPB) of organic matter (MOS) was also performed. The results indicate that there were differences in quality among soils of the agroecosystems, being classified in the category sufficient with the traffic lights pointing predominantly color and desirable indexes in the organic matter analysis. Only the forest got excellent category, getting all the green traffic lights and MOS content. Only agroecosystem II achieved a green traffic light and two yellow traffic lights because it was in the transition process for a longer time, because agroecosystem I achieved all yellow traffic lights and agroecosystem III reached two yellow and one red traffic lights. It is concluded that CP is a technique that can be used for qualitative evaluation of the soil of both natural ecosystems and agroecosystems, being of simple technical handling and low cost, showing itself as an alternative to the evaluation of soils by farmers.

KEYWORDS: agroecology, fertility, soil health.

INTRODUÇÃO

Um componente essencial do ecossistema é o solo. O solo é um ambiente vivo com grande biodiversidade e a atividade biológica ajuda a determinar sua estrutura e fertilidade, sendo essencial para um desempenho satisfatório de suas funções, incluindo a produção de alimentos. O solo como um sistema natural vivo e dinâmico, além de regular a produção de alimentos e fibras,

interfere no balanço global do ecossistema (PINHEIRO, 2015).

Para a avaliação de um ecossistema pode ser utilizada a avaliação do solo. No entanto, avaliar a qualidade do solo requer o monitoramento de alguns parâmetros que variam com as mudanças no manejo ou fatores externos. Os indicadores de qualidade do solo podem ser classificados como físicos, químicos e biológicos (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007). Em geral, a

qualidade do solo é mensurada através do uso desses indicadores.

No meio acadêmico-científico há um grande número de métodos (quantitativos e qualitativos) que possibilitam analisar múltiplas dimensões dos solos e suas respectivas interferências sobre os componentes do agroecossistema (DONAGEMA et al., 2011). Não obstante, esses métodos exigem uma gama de conhecimentos, habilidades, infraestrutura e equipamentos que demandam das instituições um grande esforço. Em muitos casos, não alcançam uma parcela significativa dos agricultores, que, por inúmeros motivos, permanecem marginalizados dos serviços de assessoria técnica prestada pelos órgãos de ensino, pesquisa e extensão (PELLEGRINI, 2013).

A rápida avaliação da qualidade do solo é uma importante estratégia no planejamento agrícola, possibilitando a identificação e o aprimoramento de sistemas de manejo com características de alta produtividade e de preservação ambiental (AMADO et al., 2007; BALOTA, 2018). O estudo e utilização de métodos mais acessíveis inerentes a análise da qualidade do solo é essencial, pois se trata de um importante indicador do manejo de terras agrícolas e, conseqüentemente, da sustentabilidade dos agroecossistemas (CARDOSO; FÁVERO, 2018). A necessidade de diagnóstico rápido e confiável da qualidade do solo conduziu ao desenvolvimento de recentes estudos baseados na avaliação visual de atributos que indiquem sua qualidade (NIERO et al., 2013).

A Cromatografia de Pfeiffer (CP), apesar de pouco difundida, consiste em um método refinado de análise integrada das dimensões físicas, químicas e biológicas do solo, permitindo

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em três agroecossistemas de base familiar no município de Solânea-PB e teve como referência de sustentabilidade a Mata do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA) localizado na Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Foram coletadas em campo, com auxílio de um enxadão, quatro amostras compostas por solos de 0 a 20 cm de cada área avaliada. Os procedimentos analíticos da Cromatografia de Pfeiffer foram realizados no Laboratório de Tecnologias Agroecológicas e Desenvolvimento Sócio-ambiental (ASDA) da (UFPB). Para obtenção dos hologramas utilizou-se papel-filtro circular Unifil® 40, faixa preta de 150 mm, onde foi

que técnicos e agricultores percebam as carências e qualidades do solo (PILON, 2014).

A técnica da cromatografia existe a mais de 80 anos e tem se destacado como uma das principais técnicas analíticas de identificação e separação laboratorial. Consiste em um método físico de separação de diferentes componentes para caracterização de substâncias complexas e um conjunto de técnicas baseadas no princípio da retenção seletiva (PINHEIRO, 2015). O que ocorre é a impregnação do papel filtro com solução reveladora (nitrito de prata), depois solução extratora (hidróxido de sódio) dinamizadas com solo.

Dentro dessa perspectiva, a Cromatografia de Pfeiffer (CP) pode ser utilizada no monitoramento de agroecossistemas como indicadora de qualidade dos solos. Esse método também pode ser utilizado para analisar outros materiais, entretanto este documento discutirá prioritariamente a análise de solos com interesse agrícola (PILON, 2018).

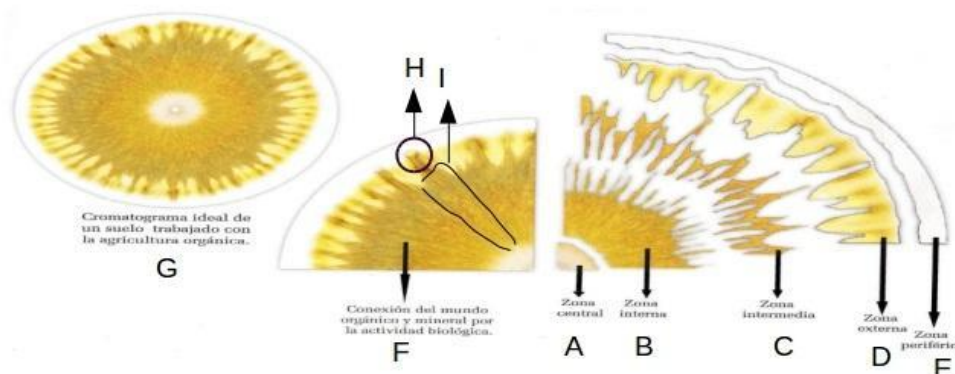
A amostra pesquisada é representada por um holograma em que é analisada a saúde do solo. Neste holograma podem ser observadas as propriedades físicas (matéria orgânica e húmus), químicas (macro e microelementos) e biológicas (atividade enzimática) (PINHEIRO, 2015). Para melhor exposição das análises do solo usam-se formas e cores de modo que se apresenta como uma tecnologia de fácil assimilação para famílias agricultoras (NOVAES et al., 2018).

Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o uso da Cromatografia de Pfeiffer (CP) como indicadora de qualidade do solo de três agroecossistemas e de um ecossistema Mata em Solânea - PB.

realizada uma impregnação com substância foto reativa (AgNO_3) a 0,5%, além do preparo das amostras de solos que foram peneiradas e solubilizadas no extrator (NaOH) a 1%, descansando posteriormente, por seis horas. Em seguida, as amostras foram postas em contato com o papel-filtro impregnado, sendo separadas por capilaridade as frações do extrato do solo, formando assim, a figura cromatográfica (PINHEIRO, 2015).

A precipitação desta reação ocorre a várias distâncias do ponto de aplicação. Segundo Pfeiffer, a distância, o padrão, a cor e a forma de reação no cromatograma são significativamente utilizadas na interpretação das substâncias contidas no extrato (PFEIFFER, 1984). Para analisar os resultados, a figura é dividida em zonas (do centro à extremidade) e a ligação entre zonas (abrupta ou gradativa), como exemplificado na Figura 1.

Figura 1. Exemplo de divisão em zonas no cromatograma: A: Zona Central (ZC); B: Zona Interna (ZI); C: Zona Intermédia (ZI); D: Zona Externa (ZE); E: Zona Periférica (ZP), para anotações; F: indica a ligação entre zonas; G: figura de um cromatograma de um solo saudável; H explosão em nuvem, indica disponibilidade de nutrientes; I são os radiais, ligados a diversidade e complexidade enzimática e frações húmicas (RIVERA; PINHEIRO, 2011).



Desse modo, foi criada uma escala cromatográfica levando-se em consideração cinco aspectos para determinar a fertilidade e a saúde do solo: cor geral do cromatograma; forma e cor da zona central, forma e complexidade das formações radiais; interação entre as principais zonas formadas no cromatograma, forma e características relacionadas a zona externa e suas terminações (RIVERA; PINHEIRO, 2011).

Segundo Sebastião Pinheiro (2015), a interpretação dos cromatogramas pode ser interpretada a partir de pelo menos três diferentes zonas.

A Zona Central (ZC) é indicadora das condições de desenvolvimento das atividades fermentativas (microbiológica) com formas desde a ausência da zona, as cores que variam do preto (mínimo metabolismo microbiano aeróbico e máxima fermentação anaeróbica) ao prata maior plenitude no metabolismo microbiano aeróbico e harmonia estrutural; a Zona Intermédia, indicadora das condições de desenvolvimento mineral, desde um círculo linear (membrana inorgânica sem vida) até total integração com as outras zonas, com cores variando do preto ao ouro e laranja; e a Zona Externa ou periférica, considerada das substâncias complexas de alto peso molecular (proteínas, enzimas, vitaminas) e é caracterizada desde a ausência da coloração da

zona até sua forma e possuem cores que variam do castanho escuro a prata.

Pode-se analisar o cromatograma através de reações químicas, físicas e biológicas, pois o fundamental na interpretação é a harmonia entre as diferentes zonas para a leitura completa do metabolismo e desenvolvimento da Vida, Qualidade e Saúde do Solo (MIRANDA et al., 2018).

Para a facilitação da interpretação foi utilizado um sistema de cor baseado nas cores do semáforo, onde foram criadas categorias que traduzem, de forma pictórica, a interpretação dos cromatogramas: as categorias 1 e 2 correspondem ao vermelho (deficiente); a 3 ao amarelo (suficiente) e 4 e 5 ao verde (excelente) (ABAD, 2014). Para cada amostra foram realizadas três repetições. No tocante à análise da interpretação dos cromatogramas foram considerados os procedimentos e critérios usados por Rivera e Pinheiro (2011).

Ademais, foi realizada análise de fertilidade das amostras, para a determinação da matéria orgânica do solo, no laboratório de solos do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA) localizado na Universidade Federal da Paraíba (UFPB). A análise no laboratório foi realizada de acordo com o manual metodológico de análises de solo da Embrapa (2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Cromatografia de Pfeiffer é um holograma do solo em que permite visualizar a dinâmica da biologia edáfica e sua interação entre a física e a química do solo (PINHEIRO, 2015). Antes de interpretar a Cromatografia de Pfeiffer, faz-se necessário assumir os princípios de que o

solo é um organismo vivo (PRIMAVESI, 2016). De acordo com Follador (2015), quando observamos um cromatograma num primeiro momento é importante fazer questionamentos que direcionam a uma interpretação prática: quantas zonas podemos distinguir? Há uma relação entre as zonas? A imagem tem um aspecto de solo

saudável ou degradado, isto é, possui uma diversidade de cores ou apresenta-se monótono?

A análise dos quatros tratamentos pelos cromatogramas e teores de matéria orgânica nos diferentes agroecossistemas avaliados (Tabela 1) possibilitou a apuração de que houve variâncias entre as unidades avaliadas. Todos os padrões gerados pela cromatografia de Pfeiffer (CP) obtidos na presente atividade consiste e foram avaliados em três zonas em forma de anel localizadas em

torno da perfuração central: (i) a zona central (ZC), caracterizada por uma cor clara a claro cremoso, (ii) a zona interna (ZI) com ou sem integração com as zonas anterior e posterior, e, na periferia do padrão, a zona externa (ZE) diversificada e, em muitos casos, apenas deficientemente visível.

Abaixo pode ser vista as imagens dos cromatogramas dos solos da Mata e, dos agroecossistemas e seus respectivos teores de matéria orgânica.

Figura 2. Teores de matéria orgânica e cromatogramas da Mata e dos agroecossistemas I, II e III.

Tratamentos	Teores de (MOS) g kg ⁻¹	Cromatogramas	Semáforos
M	64,41		ZC ZI ZE
I	31,62		ZC ZI ZE
II	36,30		ZC ZI ZE
III	18,15		ZC ZI ZE

ZC: Zona Central ZI: Zona Interna ZE: Zona Externa
● Deficiente ● Suficiente ● Excelente

Em relação aos cromatogramas dos solos dos agroecossistemas e ecossistema Mata, a maioria das análises apresentaram se no geral na categoria suficiente. A verificação visual do conjunto de padrões, dos diferentes agroecossistemas e da Mata apresentam diferenças que dizem respeito ao tamanho e forma da (ZC), sendo que somente a mata obteve a cor do semáforo (verde) indicando excelentes condições de estrutura, atividades fermentativas, ótima ciclagem dos nutrientes e integração com a próxima zona. Os agroecossistemas agroecológicos obtiveram condições de cor (amarela), sendo suficiente, com tamanhos médios de (ZC) e boa coloração. Os organismos da macrofauna são considerados “engenheiros do solo”, denominados de organismos invertebrados, que atuam na reciclagem de nutrientes, rápida incorporação de detritos, além do efeito da bioturbação e da formação da estrutura, promovendo a mistura e a aeração do solo (fatores

essenciais para a fertilidade) (BHADAURIA; SAXENA, 2010).

Na zona Intermediária (ZI), que aponta atividade mineral e matéria orgânica, a Mata (Figura 2) apresentou-se no parâmetro excelente, obtendo a cor verde do semáforo e, conseqüentemente, havendo maior integração entre as (ZC) e (ZE), apontando a favorável condição de desenvolvimento e disponibilidade mineral e maior teor de matéria orgânica estabilizada. Os agroecossistemas I, II e III lograram o parâmetro suficiente com a cor amarela do semáforo, condição aceitável possuindo moderada integração com as demais Zonas e favorecendo, minimamente, a disponibilidade de minerais e a presença da matéria orgânica (Tabela 1).

A matéria orgânica do solo é vital para a capacidade produtiva e sustentabilidade dos solos exercendo vários processos, tais como, ciclagem de nutrientes, complexificação dos elementos

tóxicos e quelatos, formação estrutural do solo, atividade biológica, tendo relação direta com a qualidade do solo (BALOTA, 2018). De acordo com Lambais et al., (2005), pesquisas apresentam que a quantidade e qualidade da MOS, bem como a disponibilidades de nutrientes no solo afetam a diversidade e a estrutura de suas comunidades microbianas. Sendo possível todas essas variáveis identificadas de forma holística pela cromatografia de Pfeiffer em solos (MELO et al., 2018).

Em relação a Zona Externa (ZE) o ecossistema mata e o agroecossistema II obtiveram a coloração verde do semáforo, considerado parâmetro excelente, apontando boa formação dos dentes, indicando boa atividade proteica de enzimas e/ou vitaminas. A maioria das transformações metabólicas no solo é catalisada pelas enzimas, sendo componentes da microbiota do solo e estando presente ao complexo mineral, possuem funções específicas e são produzidas pelos microrganismos. As enzimas estão diretamente influenciadas pelos fatores bióticos e abióticos do solo, sendo utilizada como indicativo da atividade biológica e de processos bioquímicos no solo (BALOTA, 2018). O agroecossistema I apresentou se no parâmetro suficiente possuindo a cor amarela, tendo a formação inicial dos dentes, indicando modesta atividade proteica (enzimas e vitaminas), em evolução para um solo com maior disponibilidade de nutrientes. O agroecossistema

CONCLUSÕES

A Cromatografia de Solos de Pfeiffer se demonstrou um método eficiente, aplicável e benéfico para a realização da avaliação da qualidade sistêmica do solo, revelando-se ser sensível para avaliação dos atributos físicos, químicos e biológicos inerentes a saúde e vida do solo. Este é um método de monitoramento e avaliação, que necessita ser constada e inserida à

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. S. F. de; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. Bioscience Journal, v. 3, n. 3, p. 66-75, 2007.

ABAD, F. J. S. Evaluación cualitativa mediante cromatografía, de la fertilidad de cinco suelos con diferentes manejos orgánicos y convencionales. 2014. 175 f. TCC (Graduação) - Curso de Carrera de Ingeniería Agronómica, Ciencia Agropecuária, Universidad de Cuenca, Equador, 2014.

AMADO, T.J.C.; CONCEIÇÃO, P.C.; BAYER, C.; ELTZ, F.L.F. Qualidade do solo avaliada pelo Soil quality kit teste em dois experimentos de longa duração no Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 31, n. 1, p. 109-121, 2007.

III apresentou se no parâmetro deficiente tendo a cor vermelha, indicando ausência de dentes e consequentemente baixa atividade enzimática, na qual Rivera e Pinheiro (2011) cita que é um aspecto não desejado, indicando possíveis problemas na atividade microbiana e/ou no metabolismo secundário do (C), (N) e (S) no solo analisado.

Os cromatogramas apresentaram radiais diferenciados, mas com parâmetro suficiente, apontando boa integração entre às zonas e atividade microbiológica, as cores também apresentaram no parâmetro suficiente sendo o desejável. A qualidade biológica nos solos também pode ser identificada com pela vivacidade das cores, passando de um marrom escuro opaco para uma cor mais vivo (RIVERA; PINHEIRO, 2011). De acordo com Miranda et al. (2017), quanto mais ocorrer interação entre as zonas no cromatograma, e quanto menos possamos distingui-las nitidamente, melhor é a qualidade do solo e sua harmonia funcional.

Por fim, a cromatografia se mostra não somente como um método complementar à análise convencional, comumente realizada para avaliar a fertilidade dos solos, mas como uma ferramenta com outra perspectiva no sentido de focar na dinâmica da vida edáfica, sendo essa diretamente ligada à saúde de um agroecossistema produtivo e dinamicamente sustentável do ponto de vista ambiental (MIRANDA et al., 2018).

rotina dos agricultores e assessores preocupados com a saúde do solo.

A floresta foi a única amostra que obteve a categoria ótima obtendo todos os faróis verdes, pelo cromatograma e maior teor de matéria orgânica do solo. Entre os agroecossistemas, o que logrou melhor qualidade foi o agroecossistema II, por estar no processo de transição há mais tempo, já os agroecossistemas I e III apresentaram índices suficientes.

BALOTA, E. L.: Manejo e qualidade biológica do solo. Edição revisada, Londrina: Midiograf, 2018. 280p.

BHADARIA, T; SAXENA, K. G.: Role of earthworms in soil fertility maintenance through the production of biogenic structures. Applied and Environmental Soil Science, 2010.

DONAGEMMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B. de; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. (Org.). Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. (Embrapa Solos. Documentos, 132).

FOLLADOR, B. Portraying Soils and Compost: Color, Form, and Pattern. In Context 34, Nature Institute, 2015.

LAMBAIS, M. R.; CURY, C. J.; MALUCHE-BARETTA, C. R.; BÜLL, R. C. Diversidade microbiana nos solos: definindo novos paradigmas. *Tópicos em Ciência do Solos*, Viçosa, v. 4, p.43-84, 2005.

MANUAL DE MÉTODOS DE ANÁLISE DE SOLO. Rio de Janeiro: Embrapa, dezembro. 2011.

MELO, D. M. A.; MIRANDA, A. A. C.; RODRIGUES, G. T.; SOUZA FILHO, M. R.; ARAUJO, R. C. Caracterização qualitativa dos solos através de cromatografia de Pfeiffer no Cariri paraibano. In: *I Workshop Sobre Biologia Dos Solos da Caatinga (WBSC)*, v. 1. Areia-PB. 2018.

MIRANDA, A. A. C.; SALLA, L. M. X.; ARAÚJO, A. E.: Uso da Cromatografia de Pfeiffer como indicador de qualidade do solo: monitoramento do manejo agroecológico da UR-MECA/UFPB. *Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, N° 1, Jul. 2018.*

MIRANDA, A. A. C.; SALLA, L. M. X.; BARBOSA, A. S.: Cromatografia de Pfeiffer para monitorar a qualidade dos solos em diferentes formas uso no município de bananeiras-PB. *Anais do III Encontro de extensão, pesquisa e inovação em Agroecologia (III-EEPIEA)*. Vol. 1 – ISSN: 2594-553X. Picuí, PB - 2017.

NIERO, L. A. C.; DECHEN, S. C. F.; COELHO, R. M. ; MARIA, I. C. Avaliações visuais como índice de qualidade do solo e sua validação por análises físicas e químicas em um latossolo vermelho distroférico com usos e manejos distintos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 34, n. 4, p. 1271-1282, 2010.

NOVAES, W. O. F.; DINIZ, M. A. N.; SANTOS, D. G. dos; MEIDEIROS, M. G.: Estudo da cromatografia de Pfeiffer como alternativa agroecológica para análise de solos. *Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 – Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF – Vol. 13, N° 1, Jul. 2018.*

PELLEGRINI, P. A. Políticas en agrobiotecnología: enfoques desde la utilidad o desde la apropiación del conocimiento. In: *CONGRESO NACIONAL E INTERNACIONAL DE AGROBIOTECNOLOGÍA, PROPIEDAD INTELECTUAL Y POLÍTICAS PÚBLICAS*, 4., 2013. Disponível em: <http://www.conicet.gov.ar/new_scp/detalle.php?keywords=&id=36769&congresos=yes&detalles=yes&congr_id=2505766>. Acesso em: 23 ago. 2017.

PFEIFFER, E. E. *Chromatography Applied to Quality Testing*. Alemanha: Biodynamic Literatura, 1984.

PILON, L. C.; REICHERT, J. M.; JACQUES, R. J. S.; SILVA, I. C. L. da. Cromatografia de Pfeiffer: desenvolvimento de padrões brasileiros de uma metodologia para sistemas de agricultura orgânica. In: *CONGRESSO LATINOAMERICANO DE LA CIÊNCIA DEL SUELO*, 20. 2014, Cusco. Anais... Cusco, Perú, 2014.

PILON, L. C.; CARDOSO, J. H.; MEIDEIROS, F. S. *Guia Prático de Cromatografia de Pfeiffer*. Embrapa Clima Temperado. DOCUMENTOS 455. 2018. Pelotas, RS.

PINHEIRO, S.. *Saúde do Solo: Biopoder camponês*

versus agronegócio. Rio Grande do Sul: Salles Editora, 2015. 224 p.

PRIMAVESI, A. *Manual do solo vivo*. São Paulo: Expressão Popular, 2016.

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