

# DNA DO SOLO:

## NOVA FERRAMENTA EM BUSCA DO SOLO VIVO

**A** exigência mundial por produtos agrícolas que gerem menor impacto aos recursos ambientais, aliada a necessidade de incrementar a produtividade para atender ao crescimento populacional é um complexo desafio à agricultura moderna. Com isto, tem-se a crescente necessidade de desenvolver nos sistemas de produção estratégias que condicionem a manutenção da produtividade e, ao mesmo tempo, mantenham o equilíbrio do sistema. A chave para essa condição está em um solo vivo.

O solo exerce diversas funções, que estão intimamente interligadas. Atributos químicos, físicos e biológicos estão desempenhando constantemente funções fundamentais entre si que permitem o seu equilíbrio dinâmico. Por outro lado, o desequilíbrio em algum destes atributos do solo tende a causar estresses às plantas, que, conseqüentemente, podem influir em distúrbios nutricionais, fisiológicas e gastos energéticos excessivos que acarretam

na redução do seu potencial produtivo, servindo também de porta de entrada para doenças e o ataque de pragas.

Segundo Mendes et al. (2018), o funcionamento do solo está ligado aos seus aspectos químicos, físicos e biológicos, sendo que a maquinaria biológica é o componente que move todas essas engrenagens. Dessa forma, alterações na população e na atividade microbiana podem preceder mudanças nas propriedades químicas e físicas, refletindo um claro sinal da qualidade do manejo que irá conduzir na melhoria ou na degradação do solo, portanto constituem-se como potenciais sensíveis bioindicadores da qualidade do solo (Cardoso et al., 2013; Balota et al., 2013).

Neste intuito, recentemente o Projeto Aquarius iniciou estudos relacionados à aplicabilidade e espacialização de atributos biológicos do solo. Através do laboratório Biome Markers® (Estados Unidos), surgiu a possibilidade de realizar a análise do genoma do solo (DNA do solo) nas áreas

pioneiras do Projeto Aquarius.

No mês de outubro de 2019, realizou-se a coleta de amostras de solo de três distintos ambientes produtivos (baixo, médio e alto potencial), na profundidade de 0-10 cm, em uma área localizada no município de Não-Me-Toque/RS (Figura 1). Estas amostras foram mantidas refrigeradas e encaminhadas diretamente para o laboratório localizado nos Estados Unidos para serem analisadas.

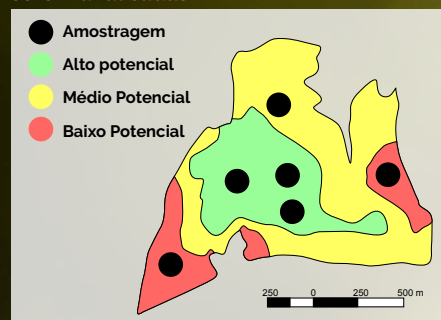


Figura 1: Mapa dos ambientes de distintos potenciais produtivos e pontos de amostragem. Área da Lagoa, Não-Me-Toque, Projeto Aquarius. Fonte: adaptado de Pott et al., 2019.

**A** plataforma BeCrop® da Biome Markers® permite analisar vários parâmetros da atividade biológica envolvendo sua funcionalidade no solo (diversidade, sanidade, resiliência, promotores de crescimento, tolerância a estresse, síntese de hormônios entre outros). Ainda, é realizado o sequenciamento genético do DNA, identificando as comunidades de bactérias e fungos do solo, através da comparação de seqüências de nucleotídeos que codificam os genes da região 16S rRNA e ITS, que são regiões consideradas conservadas do DNA destes organismos (Brunale, 2017). Posteriormente é realizada

a comparação do resultado com um banco de dados de mais de 300.000 amostras pertencente à empresa, onde, com base em comparação da amostra com as demais, os parâmetros de atividade biológica são gerados visando sua classificação em níveis (muito baixo a muito alto) que compõem a biosustentabilidade, sanidade e nutrição do solo.

Na figura 2 cada esfera corresponde a uma espécie de microrganismo e as diferentes cores às famílias, grupo ou domínio, representando a proporção destas na amostra. Nesta figura, é possível verificar a diferença entre duas amostras coletadas

nos ambientes de baixo e alto potencial produtivo, onde o ambiente de alto potencial demonstra maior diversidade quanto a proporção de indivíduos de cada espécie que compõem a comunidade. Enquanto, a zona de baixo potencial produtivo encontra-se com dominância de poucos indivíduos. Em termos numéricos, no caso destas amostras, o solo do ambiente de alto potencial apresentou 506 espécies diferentes, enquanto o ambiente de baixo potencial apresentou 479.

Em relação aos índices de biosustentabilidade, o comparativo de outras duas amostras coletadas nestas zonas indica-

ram de maneira similar, que o ambiente de alto potencial produtivo proporciona condições mais equilibradas de seus parâmetros. Apesar do ambiente de baixo potencial produtivo apresentar níveis muito altos de biodiversidade, ele apresentou nível baixo de resistência dessas populações, diferenciando-se do ambiente de alto, que apresentou níveis satisfatórios nos três parâmetros investigados (biodiversidade, funcionalidade e resistência) indicando uma situação de resiliência.

O biocontrole exercido pelos microrganismos que atuam como agentes supressores de fitopatógenos se constitui em outro parâmetro muito importante na avaliação da saúde do solo. Foram observados níveis mais elevados de agentes fungicidas, inseticidas e nematicidas (biocontrole) no ambiente de alto, diferenciando-se do ambiente de baixo potencial. Agentes bactericidas não foram detectados em nenhum dos ambientes.

O ambiente de alto potencial produtivo também apresentou, na maior parte de seus parâmetros, níveis mais elevados quanto ao índice de nutrição de plantas e ciclagem de elementos, principalmente em carbono (principal constituinte da matéria orgânica) e macronutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio. Já os níveis de micronutrientes foram similares em ambos os ambientes.

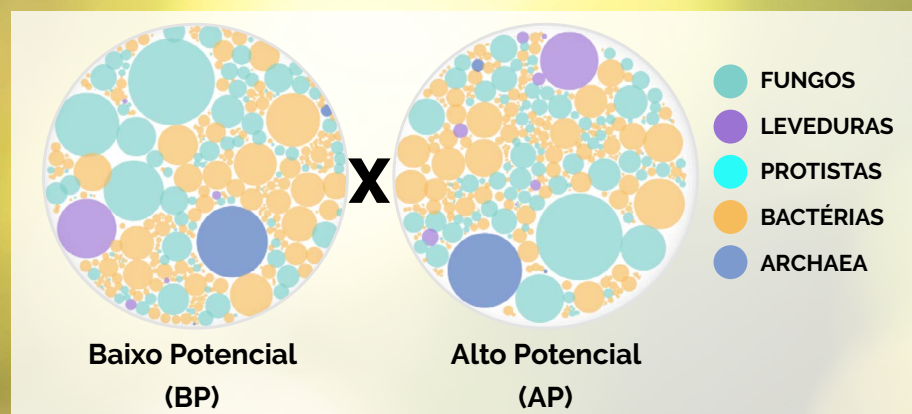
O índice de saúde (exceto os parâmetros de biocontrole supracitados) demonstrou um cenário preocupante, com elevados níveis de agentes causais de Podridão de Carvão (*Macrophomina phaseolina*), Podridão de Fusarium (*Fusarium equiseti* / *F. sporotrichioides*) e baixos de Podridão Vermelha da Raiz (*Fusarium spp.*). Isso indi-

ca a necessidade de uma reformulação no sistema de rotação de culturas, de maneira a interromper o ciclo de reprodução de tais patógenos. A falta de rotação de culturas, a compactação e a utilização de sistema de irrigação podem ter corroborado para a pressão elevada de patógenos (doenças de solo) que podem comprometer o estande de plantas e o desenvolvimento do sistema radicular. Essa reformulação também se torna interessante para o reequilíbrio das populações de microrganismos, uma vez que estas estão adaptadas ao sistema de rotação de culturas adotado. Além disso, essas informações podem direcionar a escolha de materiais geneticamente mais resistentes a determinados patógenos (escolha de cultivares) (Almeida & Seixas, 2010).

O cenário atual mostra várias ameaças ao sistema produtivo e a saúde do solo. A utilização de monoculturas, a baixa rotação de culturas e do uso de plantas de cobertura do solo, o avanço da compactação do solo e da redução do teor de matéria orgânica são preocupantes. A expansão dos

maneios biológicos indica um período de ouro para a microbiologia e manejo biológico (Hungria & Megrias, 2013) demandando cada vez mais estudos, os quais necessitam de avaliações integradas e temporais para se entender a complexa dinâmica existente entre solo - microrganismos - plantas. Neste cenário entram diversas tecnologias, onde se encaixa a análise do DNA do solo, tratando o solo não somente como um meio químico-físico e, sim, como um meio biológico vivo.

A análise do genoma contido no solo constitui-se como uma nova fronteira da Agricultura de Precisão/digital a ser expandida, com informações pontuais para suportar as decisões agrônômicas. Salienta-se que estes resultados ainda carecem de um base de dados maiores, porém indicam um cenário promissor, uma vez que o olhar dos produtores e profissionais do setor agrícola deve ser sempre pensando no sistema com um todo e suas interações, ao invés de atributos isolados.



**Figura 2:** Representação da distribuição das espécies observadas em amostras de solo dos ambientes de alto e baixo potencial produtivo em área de Agricultura de Precisão em Não-Me-Toque/RS, gerada através da plataforma BeCrop – Biome Makers®. Área da Lagoa, Projeto Aquarius. Fonte: o autor, 2020.

#### Referências

- ALMEIDA, A.M.R.; SEIXAS, C.D.S. *Soja: doenças radiculares e de hastes e inter-relações com o manejo do solo e da cultura*. Embrapa, 2010.
- BALOTA, E.L. et al. Enzimas e seu papel na Qualidade do solo. In: *Tópicos em Ciência do Solo*. SBSC, 8:221-278, 2013.
- BRUNALE, P.P.M. *Identificação Molecular de Micro-Organismos Cultiváveis Contaminantes de Diesel A e Diesel B S500*. (Dissertação) Programa de Pós-Graduação em Química Tecnológica Biológica. Universidade de Brasília, 2017.
- CARDOSO, E.J.B.N. et al. Soil health: looking for suitable indicators. What should be considered to assess the effects of use and management on soil health? *Scientia Agricola*. Piracicaba, v. 70, n.4, p.274-289, 2013.
- HUNGRIA, M.; MEGIAS, M. *Uma década de ouro se aproxima para a microbiologia do solo: expectativas da pesquisa, da indústria, dos agricultores e da sociedade*. In: IBEROAMERICAN CONFERENCE ON BENEFICIAL PLANT - MICROORGANISM - ENVIRONMENT INTERACTIONS. Microorganisms for future agriculture. Sevilla, Universidad de Sevilla, 2013.
- MENDES, I.C. et al. Bioanálise de solo: como acessar e interpretar a saúde do solo. *Circular Técnica* 38. Embrapa, Planaltina, DF, 2018.
- POTT, L. P. et al. Mitigation of soil compaction for boosting crop productivity at varying yield environments in southern Brazil. *European Journal of Soil Science* 1-16, 2019.
- TOOR, M.D.; ADNAN, M. Role of Soil Microbes in Agriculture: A Review. *Journal of Biogenic Science and Research*, 2692-1081, 2020.

#### Jardel Henrique Passinato

Engenheiro Agrônomo e mestrando em Ciência do Solo na Universidade Federal de Santa Maria (PPGCS – UFSM);  
E-mail: jardel.passinato@gmail.com.

Com colaboração: Telmo Jorge Carneiro Amado  
Doutor e professor do Departamento de Solos  
Universidade Federal de Santa Maria.

