

O dilema do fósforo na agricultura e o papel da microbiota do solo

O AUMENTO DA EFICIÊNCIA DO USO DO FÓSFORO NA AGRICULTURA É URGENTE, E ISSO PODE SER MELHORADO COM O MANEJO ADEQUADO, USANDO DIFERENTES FONTES DESSE NUTRIENTE COMBINADAS A ESTRATÉGIAS DE APLICAÇÃO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO SUSTENTÁVEIS

A escassez de recursos naturais é uma realidade e uma ameaça à paz mundial. No final do século passado, ficamos acostumados a ouvir que a causa de uma próxima possível grande guerra seria motivada pela briga pelo petróleo. Evidentemente, o progresso e o desenvolvimento das nações, no modelo que conduziu

o mundo até aqui, é superdependente de combustíveis fósseis. Mas um olhar atento às transformações tecnológicas que ocorreram nas últimas décadas revela que, embora importante, o petróleo não é insubstituível. Energias nuclear, solar e eólica, juntamente com fontes de energia renovável, compõem cada vez mais a matriz energética dos países, substituindo os combustíveis fósseis. Isso desvia a nossa atenção para outros recursos naturais críticos, como, por exemplo, os nutrientes dos solos. Enquanto o nitrogênio pode ser eficientemente removido da atmosfera e entregue às plantas, seja pelo homem construindo fábricas e produzindo fertilizantes ou naturalmente por microrganismos interagindo com as raízes, o fósforo tem de ser mineirado a partir de jazidas que se esgotam aceleradamente. E o mais importante, diferentemente do

petróleo, um elemento básico como o fósforo é insubstituível.

Um alerta inicial sobre a importância do fósforo para a agricultura e para a segurança nacional foi feito pelo presidente Franklin Roosevelt no Congresso norte-americano em 1938, quando o país aumentava a exportação de fosfatos, o que poderia colocar em risco a autossuficiência dos Estados Unidos para este nutriente. Desde então, a exploração global de rochas fosfatadas se multiplicou por mais de 13 vezes, e as taxas de exploração em reservas de rocha fosfática atingiram cerca de 45 milhões de toneladas em 2016. Um aumento de 5 milhões de toneladas é esperado nos próximos cinco anos, e a estimativa é de que de 40 a 60% do recurso disponível seja extraído até 2100. Estimativas menos conservadoras indicam que as reservas estarão esgotadas em 80 anos. É importante notar que aproximadamente 90% do fósforo produzido é usado na cadeia de produção de alimentos, principalmente como fertilizante, o que significa que a produção de alimentos será fortemente limitada pela escassez do fósforo.

No Brasil, cerca da metade do fósforo usado na agricultura é importado do Marrocos, Estados Unidos, Rússia e Arábia Saudita. Ao mesmo tempo que há um cenário preocupante com o declínio da disponibilidade desse nutriente no futuro, os solos, especialmente em condições como no Brasil, armazenam grandes quantidades do nutriente essencial. O esgotamento do fósforo é um dos



F A D E L
SOCIEDADE DE ADVOGADOS

O objetivo da Fadel Sociedade de Advogados consiste em entender e encontrar as questões jurídicas prejudiciais ao cliente, ocultas em seus negócios. Consultoria e advocacia defensiva, produtiva, proativa e culta. Todo trabalho é personalizado de acordo com a cultura de cada cliente.

Estamos à disposição.

fadel@ffadel.com.br
www.ffadel.com.br



principais fatores que limitam a produtividade das lavouras em solos tropicais, onde o pH e o teor de argila fixam rapidamente esse nutriente. E aqui mora o dilema: embora os solos contenham fósforo, ele não está disponível para as plantas, o que leva a uma constante necessidade de fertilização. Do fertilizante aplicado nos sistemas de produção, uma parte significativa é retida no solo, permanecendo indisponível às plantas (legado); outra parte é perdida, causando problemas ambientais quando o nutriente alcança lagos e rios; e uma pequena fração é aproveitada pelas plantas e exportada com a colheita.

Neste cenário, o aumento da eficiência do uso do fósforo na agricultura é urgente, e isso pode ser melhorado com o manejo adequado usando diferentes fontes desse nutriente combinados a estratégias de aplicação em sistemas de produção sustentáveis. Adicionalmente, da mesma forma que a agricultura conta com a ajuda dos microrganismos para suprir a necessidade de nitrogênio das plantas, membros da microbiota do solo também podem contribuir, facilitando o acesso das plantas ao fósforo retido no solo.

Microrganismos do solo são capazes de mobilizar o nutriente fixado no solo e melhorar a sua aquisição, estabelecendo simbiose com as plantas. Fungos micorrízicos e bactérias solubilizadoras de fósforo desempenham um importante papel na nutrição das plantas. Com este conhecimento e sabendo que a interação das plantas com a microbiota do solo se dá de maneira complexa, envolvendo milhares de microrganismos, desenvolvemos um trabalho de doutorado¹ para entender como o microbioma da rizosfera das plantas pode atuar na disponibilidade de fósforo em feijão.

Neste estudo, usamos dois cultivares de feijão contrastantes quanto à eficiência do uso de fósforo do solo. Estes dois materiais foram cultivados em solos com diferentes concentrações de superfosfato triplo (uma fonte prontamente disponível à planta) ou de fosfato de rocha Bayovar (fonte natural). Utilizando técnicas avançadas de genética molecular para o mapeamento do microbioma da rizosfera, testamos a hipótese e demonstramos que o genótipo ineficiente no uso de fósforo, quando exposto a uma fonte menos solúvel de fosfato (pó de rocha) em quantidades limitantes de fósforo no solo, altera a composição do microbioma da rizosfera, enriquecendo o solo em torno das raízes com microrganismos mobilizadores de fósforo para atender à demanda da planta. Isso ocorre por meio de uma comunicação química governada pela planta que, sob condições de falta do nutriente, organiza a comunidade de microrganismos, aumentando a abundância de grupos microbianos específicos para suprir a sua necessidade nutricional. O estudo encontrou evidências que quando um cultivar é menos responsivo à fertilização com fósforo, mais dependente ele é do microbioma da rizosfera para a absorção de fósforo.

Esta descoberta amplia as possibilidades de manejar o fósforo em sistemas de produção de diferentes maneiras. Uma estratégia promissora seria a exploração dos microrganismos do solo para aumentar a eficiência da fertilização com fósforo. Sendo os microrganismos capazes de mineralizar o fósforo de compostos orgânicos ao produzir e liberar enzimas no solo, e também solubilizar o fósforo de íons metálicos e rochas, a introdução de isolados

ou consórcios microbianos pode resultar no aumento do crescimento da planta por meio de vários mecanismos, incluindo a mobilização e aquisição de fósforo. Outra possibilidade é avançar no conhecimento das características genéticas das plantas correlacionadas com a ativação de microrganismos mobilizadores desse nutriente na rizosfera. Este conhecimento pode ser aplicado em programas de melhoramento genético para a seleção de materiais com melhor capacidade de orquestrar a montagem do microbioma na rizosfera que possibilite o acesso da planta ao fósforo residual do solo através do microbioma.

Muito ainda temos a aprender sobre a microbiota do solo, mas é certo que ela é chave para promover uma agricultura sustentável por meio da exploração de fósforo retido no solo, resultando na redução da necessidade de aplicação de fertilizantes fosfatados. A microbiota do solo é a nossa boa aliada para sustentar a produção de alimentos e manter a paz mundial! ▶

Bibliografia

¹Chiaromonte, J. B. The rhizosphere microbiome of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and the effects on phosphorus uptake. 2018. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018. <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11138/tde-17012019-161756/pt-br.php>



Eng. Agr. Rodrigo Mendes
Chefe de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Meio Ambiente