

Dá-lhe P

Teresa Dias, Silvana Munzi, Juliana Melo, Margarida Santana, Lúcia Barão, Cristina Cruz

Centre for Ecology, Evolution and Environmental Changes (cE3c), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande, 1749-016 Lisboa

O fósforo (P), um componente essencial da vida, da nossa vida, foi criado no espaço sideral e entregue à Terra por cometas ou meteoritos nos primeiros bilhões de anos da existência do planeta. Uma vez aqui, compostos de P foram incorporados em biomoléculas que podem ser encontradas nas células de todos os seres vivos. O P é essencial para formar ácidos nucleicos e membranas celulares, bem como para o funcionamento de outros processos celulares vitais. No entanto, em relação à sua importância na biologia, é o elemento menos abundante cosmicamente e como tal um recurso finito para o desenvolvimento da vida.

Também as formas e distribuição de P são limitantes (1): Marrocos, China, África do Sul e EUA possuem aproximadamente 83% das reservas mundiais de rocha fosfática explorável. Portanto, a deficiência de P é uma das principais limitações à produção agrícola e estima-se que 5,7 bilhões de hectares de solo agrícola em todo o mundo sejam deficientes em P o que anuncia que uma crise global de P está próxima. Devido à imobilização do P e a perdas ambientais por erosão e lixiviação, os agricultores precisam de aplicar mais fertilizantes-P do que o necessário para manter a produtividade. Estima-se que 2-8 milhões de toneladas de fertilizante-P sejam aplicadas aos solos anualmente, e aproximadamente 1-4 milhões de toneladas (cerca de 50%) permanecem no solo como parte residual. No futuro, 4-14 milhões de toneladas serão aplicados, e 2-7 milhões de toneladas permanecerão nos solos. Considerando que o fertilizante-P custa aproximadamente 400 € por tonelada, cerca de 400 milhões a 1,6 bilhão € são desperdiçados anualmente com fertilizantes-P na agricultura em todo o mundo! Isso certamente significará um aumento substancial nos preços dos alimentos.

Como alternativa ao desperdício de P e de €, nós acreditamos que utilizando abordagens biotecnológicas adequadas, o P imobilizado pode ser recuperado para formas disponíveis para as plantas. Vários microrganismos capazes de promover o crescimento das plantas (PGPM) e solubilizar diferentes fontes de P imobilizado foram já isolados, identificados e estudados. Apesar da baixa mobilidade do P nos solos, os PGPM ampliam o volume e geometria da rizosfera, aumentando assim o P disponível para plantas. Os PGPM que solubilizam P aumentam a disponibilidade de P

inorgânico através da exsudação de protões, ácidos orgânicos e ligandos, e também mobilizando fitato (P orgânico) provavelmente pela produção de fitase. No entanto, a maioria dos estudos não testa diferentes níveis de fertilização-P e apenas considera parâmetros agronómicos. Nós acreditamos que a redução da fertilização-P através do uso dos PGPM para disponibilizar o P imobilizado pode aumentar a eficiência do uso do P na agricultura, resultando numa exploração mais eficiente dos recursos microbianos do solo nos agroecossistemas.

Utilizando o custo dos fertilizantes como um alerta para os agricultores, bem como as preocupações sobre as reservas finitas de P e os impactos no ambiente, temos vindo a fomentar discussão e formação sobre a alternativa biotecnológica que são os PGPM. Temos também vindo a desenvolver vários trabalhos para isolar novos PGPM, testá-los em diferentes níveis de fertilização-P e compreender os mecanismos que explicam os benefícios observados. Nomeadamente, mostrámos que a inoculação de PGPM é capaz de compensar a redução de 33% na fertilização-P sem comprometer a produtividade. A chave é utilizar PGPM solubilizadores de alta eficiência e que uma vez no solo e/ou nas raízes consigam gerar cooperação com os outros microrganismos (Fig. 1). De facto temos vindo a observar que existe um legado do solo de onde os PGPM são isolados, legado esse que modula as interações bióticas entre os microrganismos (2), e que a comunidade microbiana do solo interage com os PGPM e é essa interação que determina a magnitude dos benefícios para as plantas (3). Cada vez mais se torna evidente que a ecologia do solo e as interações bióticas são fundamentais para compreender os efeitos das práticas agrícolas na produtividade e qualidade alimentar, nomeadamente o efeito dos PGPM. Temos ainda um longo caminho a percorrer até que os PGPM consigam garantir que a redução na fertilização-P não compromete a produtividade, mas não há dúvidas de que o uso razoável de recursos ambientais, nomeadamente do P, deve ser a base para o desenvolvimento da agricultura moderna e sustentável.

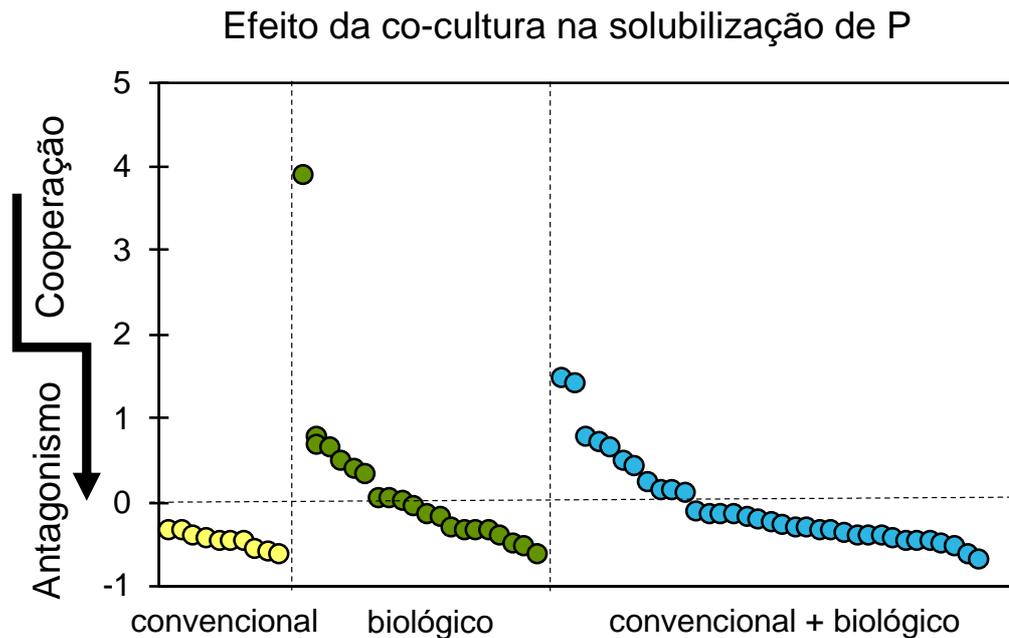


Figura 1 – Efeito do legado do sistema de cultivo de onde os PGPM foram isolados nas interações que se estabelecem quando cultivados aos pares. Quando os pares de PGPM foram isolados de um sistema agrícola convencional (círculos amarelos) não se observou nenhum caso de cooperação na solubilização de P; quando nos pares havia PGPM isolados de sistemas biológicos (círculos verdes e azuis) já se verificou cooperação em 40% dos casos. Valores >0 correspondem a cooperação e valores <0, a antagonismo.

Agradecimentos

Este trabalho foi financiado por fundos Portugueses através da Fundação para a Ciência e a Tecnologia através dos projetos PTDC/AGRPRO/1852/2014 e UID / BIA / 00329/2013 (2015-2017), bolsas de pós-doutoramento para Teresa Dias (SFRH / BPD / 85419 / 2012), Margarida Santana (SFRH / BPD / 109079 / 2015) e Lúcia Barão (SFRH / BPD / 115681 / 2016) e contrato Investigador FCT para Silvana Munzi.

Referências

1. M. Obersteiner *et al.*, The phosphorus trilemma. *Nature Geoscience* **6**, 897-898 (2013).
2. J. Melo *et al.*, Conventional farming disrupts cooperation among phosphate solubilising bacteria isolated from *Carica papaya*'s rhizosphere. *Applied Soil Ecology* **124**, 284-288 (2018).

3. T. Dias *et al.*, Arbuscular mycorrhizal fungal species differ in their capacity to overrule the soil's legacy from maize monocropping. *Applied Soil Ecology* **125**, 177-183 (2018).