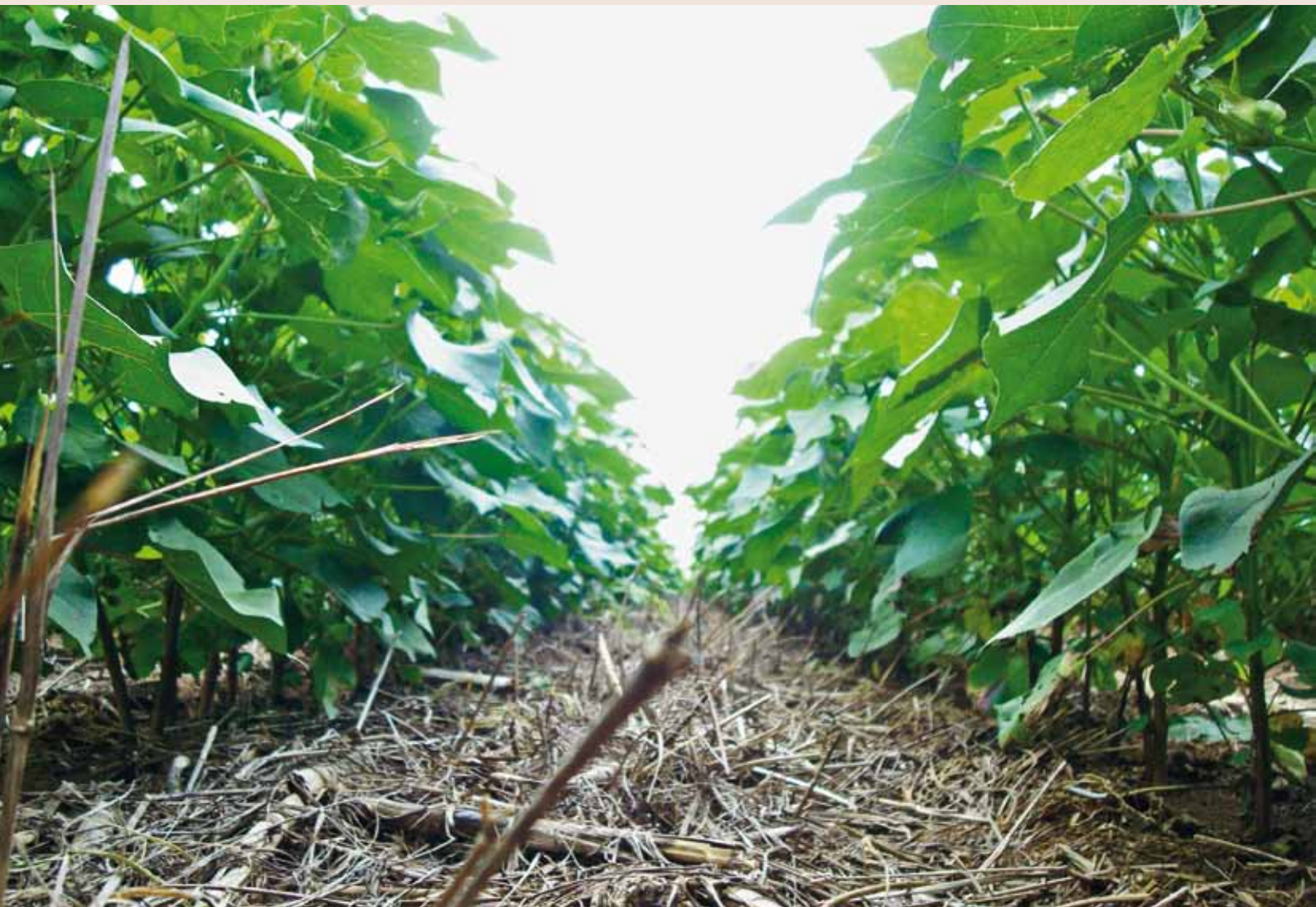


Práticas sustentáveis aumentam estoques de C e N

Siu Mui Tsai, Lucas William Mendes, Acácio A. Navarrete e Rodrigo G. Taketani*

CHARLES PEETERS



Plantio direto aumenta estoques de carbono e nitrogênio no solo; Montividiu, GO

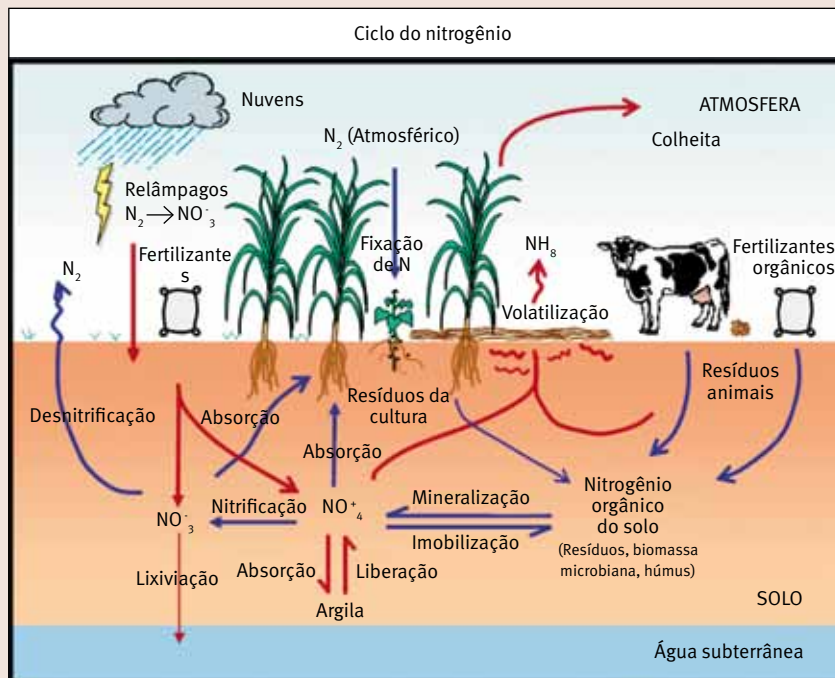
Práticas conservacionistas de manejo agrícola – como o Sistema de Plantio Direto (SPD), a adoção de plantas de cobertura, a rotação com leguminosas e o uso de inoculantes biológicos para minimizar aplicações de fertilizantes – têm sido promissoras, especialmente em regiões tropicais, pois resultam na melhoria das qualidades do solo e da água. Essas práticas contribuem para aumentar os estoques de carbono (C) e de nitrogênio (N), para reduzir a erosão do solo e a lixiviação do N-fertilizante e também para diminuir a contaminação das águas subterrâneas com N. Os processos biológicos são estimulados com a introdução de resíduos vegetais e, se forem derivados da adubação verde com leguminosas, podem ser intensificados com consequente aumento no suprimento do N do solo, na produção de grãos e na economia no uso de fertilizantes nitrogenados, o que resulta em menores custos de produção.

No atual mercado dos fertilizantes, a estratégia é combinar práticas conservacionistas, adotando-se diversas técnicas de manejo, como a introdução de leguminosas de cobertura (adubação verde) ou rotação de cultura intercalada com leguminosas – e uso de inoculante com rizóbios ou bradirizóbios ou microrganismos promotores de crescimento, como os fungos micorrízicos ou as bactérias. Essas práticas se tornaram cada vez mais atraentes, pois têm grande potencial para constituir uma solução econômica, ambiental e socialmente aceitável pelos produtores agrícolas.

MICROBIOTA DO SOLO

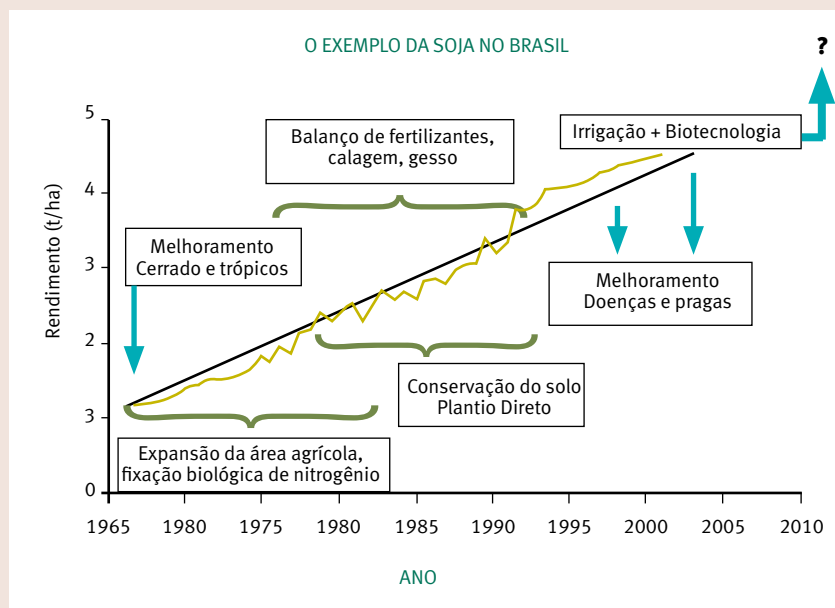
A adoção do (SPD) em diversas culturas de interesse econômico tem sido crescente. A técnica, claramente, reduz a erosão do solo e minimiza os custos de produção quando comparada à agricultura convencional. Estudos sobre os impactos desse sistema na qualidade e na quantidade da água e do solo têm sido reportados em diversos campos experimentais e também

FIGURA 1 | PROCESSOS BIOLÓGICOS NA CICLAGEM DO NITRÓGENO DO SOLO



Adaptado de Tsai, S. M. et al., 2009

FIGURA 2 | SOJA NO BRASIL: AUMENTO DO RENDIMENTO DEVIDO A TECNOLOGIAS APROPRIADAS*



* Melhoramento genético para as condições tropicais, técnicas de conservação do solo, uso de inoculantes e manejo integrado de pragas e doenças
Adaptado de Tsai, S. M. et al., 2009

por produtores rurais interessados em associar o sistema produtivo sob o foco da sustentabilidade. A aplicação de práticas de manejo que reduzem a intensidade de cultivos e aumentam a quantidade de resíduos vegetais tem contribuído para o aumento da matéria orgânica no solo e, conseqüentemente, dos teores de carbono orgânico, o que forma e estabiliza os agregados, com correspondente melhoria das propriedades do solo.

Adições de palhada influenciam na presença ou na ausência de microrganismos benéficos e patogênicos no solo, como a ocorrência de *Sclerotinia sclerotiorum* – causadora da doença mofo branco –, que, em condições de tratamentos com solo descoberto, sempre produziu grande número de apotécios quando comparado com palhas de amaranho e quinoa, que resultaram em menores produções de apotécios.


A presença de macro e de microagregados tem sido destacada como importante parâmetro para determinação da estabilidade do solo. Os macroagregados do solo são facilmente destruídos quando umedecidos, já os microagregados são altamente estáveis. Comparando-se dois agroecossistemas – plantio convencional com centeio (40 anos) e SPD com alfafa (9 anos) –, observou-se que as bactérias presentes nesses microagregados, em solo sob cultivo convencional com centeio, eram predominantemente *Pseudomonas* spp., enquanto em SPD com alfafa *Stenotrophomonas*, *Sphingobacterium*, *Chryseobacterium* e *Acinetobacter* spp. foram também encontradas, em adição a *Pseudomonas* spp., presente nos microagregados do solo com alfafa. Os resultados indicaram que os microagregados contêm grupos funcionais de bactérias, com destaque para *Stenotrophomonas* e *Sphingobacterium*, capazes de agregar partículas de solo *in vitro*, apresentando maiores variedades de espécies em microagregados de solo, sob plantio direto, do que em solo perturbado.

NODULAÇÃO EM SOJA MAIS ABUNDANTE

No Rio Grande do Sul, a nodulação de soja sob o SPD, ao longo de cinco anos, em diferentes rotações de espécies anuais de inverno, mostrou-se mais abundante em todos os sistemas de produção (Fontaneli et al., 2000), confirmando dados anteriormente obtidos em diferentes áreas do Paraná. Nesses casos, ao longo de sete anos, observou-se maior nodulação em soja sob SPD, que atingiu, em média, 2,5 vezes mais peso seco de nódulos, com a nodulação mais abundante nas camadas superiores do solo (0 – 20 cm), também presente até os 60 cm de profundidade. Em plantio convencional, 8,5% dos nódulos ocorreram nos primeiros 20 cm e o restante até a camada de 40 – 50 cm (Voss; Sidiras, 1985). Esses ganhos podem representar em até 70 – 85% em N na cultura da soja (Hungria; Campos, 2005).

A associação do SPD com a prática da inoculação com rizóbios e bradirizóbios, eficientes em fixação de nitrogênio, tem sido adotada com sucesso em soja e vem contribuindo com aumentos significativos na produção. O SPD mantém as populações de rizóbios em níveis mais altos, incrementando a biomassa desses microrganismos benéficos no solo, além de aumentar a biomassa microbiana e a quantidade de P dessa biomassa (Balota et al., 1998). A Figura 1 ilustra a transformação de resíduos e o ciclo biogeoquímico do nitrogênio no solo após adições de N, via fertilizantes minerais ou via dejetos animais, além da participação dos microrganismos e das plantas nos processos de transformação.

Tomando ainda a soja como exemplo, a Figura 2 evidencia que os aumentos em produtividade dessa cultura podem ser atribuídos às diversas tecnologias implementadas ao longo das últimas décadas com o avanço da soja para regiões mais quentes, ao norte do país. Sem a incorporação de tecnologias que envolvam genética, manejo de solos tro-

picas ácidos e utilização de inoculantes biológicos, a produtividade da soja em nosso país teria permanecido abaixo de 2 t/ha (Freire et al., 2006). 

***Siu Mui Tsai** é pesquisadora do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP) (tsai@cena.usp.br). **Lucas William Mendes** é mestrando do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (lwmenendes@cena.usp.br). **Acácio A. Navarrete** é mestrando em Ecologia Aplicada na USP (navarrete@cena.usp.br) e **Rodrigo G. Taketani** é doutor em microbiologia (rgtaketani@yahoo.com.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALOTA, E. L.; COLOZZI FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 22, p. 641-649, 1998.
- FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. R.; VOSS, M.; AMBROSIO, I. Rendimento e nodulação de soja em diferentes rotações de espécies anuais de inverno sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 35, n. 2, p. 349-355, 2000.
- FREIRE, J. R.; COSTA, J. A.; STAMMEL, J. G. Principais fatores que propiciaram a expansão da soja no Brasil. *Plantio Direto*. Passo Fundo: Aldeia Norte, v. 92, mar./abr. 2006.
- HUNGRIA, M.; CAMPOS, R. J. A fixação biológica do nitrogênio em sistemas agrícolas. In SBCS. (Org.). *Solos: sustentabilidade e qualidade ambiental*. Recife: SBCS/UFPE/Embrapa Solos, 2005. p. 1-30.
- VOSS, M.; SIDIRAS, N. Nodulação da soja em plantio direto em comparação com plantio convencional. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 20, n. 7, p. 775-782, 1985.