

Equilíbrio

Como mitigar emissão de gases pela adubação na cafeicultura

Carlos Clemente Cerri, Guilherme Silva Raucci, Cindy Silva Moreira e Leidivan Almeida Frazão*



ANNA NETTO

Galho de cafeeiro com frutos verdes: medidas viáveis reduzem ou suprimem emissões de gases decorrentes do uso de fertilizantes nitrogenados; Jacuí, MG, 2012

A aplicação de fertilizantes nitrogenados no solo é importante para o fornecimento complementar do nitrogênio (N) requerido pelas plantas, suprindo e somando-se às disponibilidades existentes no solo. As plantas absorvem este nutriente, principalmente, na forma dos íons amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-). Compostos nitrogenados simples, como a ureia e alguns aminoácidos, também podem ser absorvidos; mas é pouco de forma livre no solo. Na cafeicultura, o N é um dos nutrientes mais exigidos, uma vez que aumenta a expansão da área foliar, no crescimento da vegetação e na formação dos botões florais, são constituintes dos aminoácidos e de proteínas. Nos cloroplastos, em várias formas, exerce função importante na atividade fotossintética.

Na cafeicultura, os adubos utilizados podem ser agrupados em quatro tipos: químicos ou minerais, orgânicos, organominerais e biofertilizantes. Ureia, nitrato de amônio, sulfato de amônio e o MAP ou DAP, que também fornecem fósforo, são os tipos de adubos químicos nitrogenados mais usados na cafeicultura. Após a aplicação do adubo nitrogenado no solo, parte do N é absorvida pelas plantas, mas podem ocorrer também perdas por volatilização, lixiviação, erosão ou desnitrificação. A desnitrificação é o processo de oxidação do NO_3^- até N_2 , mediado por bactérias anaeróbicas facultativas, as quais representam de 0,1% a 5% da população total de bactérias no solo. Essa transformação pode ser completa, originando N_2 , embora uma porção variável do N possa ser emitida como óxido nitroso (N_2O).

O N_2O é um importante gás ativo no efeito estufa (GEE), por apresentar elevado potencial de aquecimento global (PAG), cerca de 300 vezes superior ao dióxido de carbono (CO_2), o que explica a importância da sua emissão pelos sistemas de produção agrícola. Especificamente com relação aos fertilizantes minerais e orgânicos e a mineralização



Na cafeicultura, maior parte das emissões de gás ativo no efeito estufa provém dos adubos nitrogenados: Jaçui, MG, 2012

de N dos resíduos culturais, o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) considera que 1% da quantidade de N aplicada é perdido na forma de N_2O , embora a faixa de incerteza esteja entre 0,3% e 3% (IPCC, 2006).

No cultivo do cafeeiro, a maior parte das emissões de GEE provém da aplicação de adubos nitrogenados. O alto impacto relativo do uso de fertilizantes nitrogenados se deve, principalmente, à emissão de N_2O , após reações do fertilizante no solo. Estudos recentes relataram que 84% das emissões anuais de N_2O do solo ocorrem após a aplicação de fertilizante nitrogenado. De acordo com Hergoualc'h et al. (2008, 2012), a influência da adubação nitrogenada sobre os fluxos de N_2O é mais pronunciada nas primeiras semanas após a aplicação do fertilizante.

Para atingir níveis ótimos de produtividade, a cultura do cafeeiro necessita da aplicação de grandes quantidades de fertilizantes nitrogenados; porém, esta prática acarreta elevadas emissões de N_2O para a atmosfera. Portanto, para conferir menor risco ambiental aos sistemas de produção, algumas medidas devem ser adotadas para mitigar as emissões de GEE

(sobretudo N_2O) na atmosfera, sem prejuízo das necessidades nutricionais e dos níveis de produtividade do cafeeiro. Dentre as oportunidades de mitigação, algumas sugestões estão apresentadas a seguir:

TIPOS DE ADUBOS

A primeira medida que pode ser adotada é a substituição da fonte nitrogenada a ser aplicada ao solo. A ureia, principal fertilizante nitrogenado utilizado devido a seu baixo custo e elevada concentração de N (45%), contribui para a emissão de grandes quantidades de N_2O na atmosfera. Por conter carbono em sua composição, após a reação no solo, este carbono é emitido na forma de CO_2 , e, se somado ao N_2O , impõe um valor elevado da "pegada de carbono". Portanto, a substituição da ureia por outras fontes de nitrogênio, como o sulfato de amônio e os resíduos orgânicos, pode contribuir para a redução das emissões de GEE. Uma vez que os resíduos orgânicos não são suficientes para suprir a quantidade de nutrientes necessária a fim de manter as altas produtividades do cafeeiro, recomenda-se utilizá-lo como complemento ao fertilizante sintético aplicado ao solo.

APLICAÇÃO NO SOLO

Souza e Lobato (2002) relataram que as perdas de N por volatilização podem chegar a até 70%, quando o fertilizante é aplicado na superfície do solo. Estas perdas podem ser ainda mais expressivas quando o fertilizante é aplicado em solo coberto com resíduos vegetais. Dessa forma, a aplicação superficial de nitrogênio no solo deve ser evitada, pois resulta em maiores emissões de gases na atmosfera. A aplicação em sulcos, injetada ou por gotejamento reduz significativamente as emissões, se comparada à aplicação a lâncõ na superfície do solo.

DOSE CORRETA

Em relação à dose de fertilizante nitrogenado a ser aplicada, diversos estudos relataram que existe uma relação direta entre a dose de fertilizante adicionado ao solo e a emissão de N₂O na atmosfera (Khalil, 2004; Liu et al., 2005; Ruser et al., 2006). Portanto, a aplicação da dose que corresponde às necessidades nutricionais do cafezal, sem excessos, associada à adubação com resíduos orgânicos provenientes do processamento dos grãos, contribui à redução das emissões.

Para aplicar doses corretas de adubo nitrogenado, é preciso considerar a variabilidade espacial e temporal, especialmente dos atributos do solo. Isso pode ser obtido pela adoção de técnicas utilizadas na agricultura de precisão, que engloba quatro etapas básicas: a coleta de informação georreferenciada, o processamento/gerenciamento da informação (com auxílio de métodos de interpolação e análise geoestatística), a aplicação localizada de insumos (adubo) e a avaliação dos resultados, com auxílio de sistema de posicionamento geográfico (GPS), sistema de informação geográfica (SIG) e sensores. O sistema tradicional feito com base na análise foliar também é eficiente para definir a dose necessária e suficiente de N, basta que seja posto em prática.

SISTEMA AGROFLORESTAL

Outra medida recomendada para a redução das emissões de GEE na atmosfera é a adoção do sistema agroflorestal do cafeeiro, utilizando espécies fixadoras de nitrogênio. Estudos preliminares realizados na Costa Rica (Hergoualc'h et al., 2012) relataram que a conversão do sistema de monocultura para agroflorestal contribuiu para uma redução significativa no balanço das emissões GEE para a atmosfera. No Brasil, o cultivo do cafeeiro é realizado principalmente em sistemas de monocultura, conhecido como a pleno sol. Em vários outros países produtores, no entanto, o café é cultivado sob um dossel diverso de espécies de árvores locais. Essas árvores fornecem sombra e criam condições microclimáticas compatíveis com a ecofisiologia do cafeeiro. Além disso, o sistema radicular das árvores protege o solo contra erosão e fornece uma deposição contínua de resíduo orgânico ao solo. A qualidade do solo em agroecossistemas tropicais depende, em grande medida, da biomassa produzida, e do tempo de residência da liteira que fornecem proteção e alimento para os organismos do solo, que contribuem para a melhoria da estrutura, e na retenção da água do solo associada ao fornecimento de nutrientes.

Com base nos exemplos bem sucedidos de sistemas agroflorestais de café, o estudo de Souza (2012) mostrou que há potencial para conciliar sistemas agroflorestais de café no Brasil com a manutenção da qualidade do solo, conservação da biodiversidade, sob o ponto de vista das mudanças climáticas. A adequação do cultivo de espécies fixadoras de nitrogênio consorciadas com a cultura do café pode, também, reduzir as quantidades de nitrogênio aplicadas para se atingir níveis ótimos de produtividade do cafeeiro. Uma vez adotadas as medidas propostas para mitigação de GEE, é possível agregar valor ao produto gerado, ao mesmo tempo em que se colabora para um menor impacto ambiental pela cultivo de café. 

***Carlos Clemente Cerri** professor do CENA (cerri@cena.usp.br). **Guilherme Silva Raucci** (guilherme.raucci@deltaco2.com.br) e **Leidivan Almeida Frazão** (leidivan.fraza@gmail.com) são membros do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA); **Cindy Silva Moreira** integra o Delta CO2 Sustentabilidade Ambiental (cindy@deltaco2.com.br).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HERGOUALC'H, K. et al. Fluxes of greenhouse gases from Andosols under coffee in monoculture or shaded by *Inga densiflora* in Costa Rica. In: *Biogeochemistry*, v. 89, p. 329-345, 2008.
- _____. et al. Changes in carbon stock and greenhouse gas balance in a coffee (*Coffea Arabica*) monoculture versus an agroforestry system with *Inga densiflora*, in Costa Rica. In: *Agriculture, Ecosystem and Environment*, v. 148, p. 102-110, 2012.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. IPCC. Guidelines for national greenhouse gas inventories: Agriculture, Forestry and Other Land Use. In: *National Greenhouse Gas Inventories Programme*, v. 4, Hayama, 2006.
- KHALIL, K.; MARY, B.; RENAULT, P. Nitrous oxide production by nitrification and denitrification in soil aggregates as affected by O₂ concentration. In: *Soil biology and Biochemistry*, v. 36, p. 687-699, 2004.
- LIU, X. J. et al. Tillage and nitrogen application effects on nitrous and nitric oxide emissions from irrigated fields. In: *Plant and Soil*, v. 276, p. 235-249, 2005.
- RUSER, R. et al. Emission of N₂O, N₂ and CO₂ from soil fertilized with nitrate: effect of compaction, soil moisture and rewetting. In: *Soil Biology and Biochemistry*, v. 38, p. 263-274, 2006.
- SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: *Cerrado: correção do solo e adubação*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 416 p.
- SOUZA, H.N. et al. Protective shade, tree diversity and soil properties in coffee agroforestry system. In: *Agriculture, Ecosystem and Environment*, v. 146, p. 179-196, 2012.