

O CICLO DO NITROGÊNIO E SUAS IMPLICAÇÕES NA AGRICULTURA MODERNA

Benedito Fernandes de Souza Filho

(Pesquisador da PESAGRO-RIO)

1. INTRODUÇÃO

Cerca de 15% dos habitantes da terra passam fome e, no Brasil, estima-se que 10% da população encontram-se nessa situação.

A falta de alimentos, resultante das pequenas produtividades dos cultivos, deve-se, em parte, à nutrição vegetal inadequada, induzida pela falta de nutrientes, com destaque para o nitrogênio (N). Todavia, em algumas regiões da terra, o nitrogênio é utilizado em excesso, passando a ser um poluente altamente prejudicial ao ambiente e à saúde humana. Na Holanda, são utilizados 180 kg de nitrogênio por habitante. No Haiti e na África, 2 kg de N por habitante. No Brasil, a relação é de aproximadamente 10 kg de N por habitante.

2. O CICLO DO NITROGÊNIO

O ciclo do nitrogênio é o resultado de reações sequenciais de oxi-redução que fornecem energia para microrganismos que dependem dessas reações. A atmosfera é rica em N na forma de gás (N_2), chegando a 78% de concentração. O N atmosférico, através da fixação biológica, que é feita por vários organismos, sendo os mais importantes as bactérias do gênero *Rhizobium*, que vivem em simbiose nas raízes das leguminosas, contribuem para a formação de compostos orgânicos, inclusive a amônia (NH_3). No fim do ciclo de vida, as plantas são decompostas por microrganismos do solo num processo denominado amonificação, transformando o nitrogênio orgânico dos tecidos vegetais em formas inorgânicas, especificamente o amônio (NH_4), que pelo processo de nitrificação pode ser transformado em nitrato (NO_3). Essas formas inorgânicas de N (NH_4 e NO_3) podem voltar ao tecido vegetal através da absorção controlada pela fotossíntese, respiração e transpiração das plantas. O nitrato em condições aeróbicas pode ser denitrificado, voltando para a atmosfera na forma de gás (volatilização). Em condições anaeróbicas (lençol subterrâneo), o nitrato lixiviado pode ser denitrificado, passando para a forma gasosa e voltando para a atmosfera (Fig. 1). Nesse ciclo existe uma reciclagem constante de N entre as plantas, o solo e o ambiente. Porém, devido às perdas por denitrificação e lixiviação, os ecossistemas da terra necessitam constantemente de N para a sua manutenção.

Até a metade do século XX (1940), quando a população da terra era de aproximadamente 2 bilhões de habitantes, a fixação biológica foi suficiente para a reciclagem do N e era a única fonte de disponibilizar nitrogênio para a humanidade. A alteração do ciclo de N foi realizada pelo homem pelo processo Haber-Bosh. Flitz Haber (1909), na Alemanha, evidenciou a possibilidade da síntese da amônia (NH_3) a partir de N_2 em condições especiais de pressão e temperatura, processo equivalente ao trabalho das bactérias fixadoras de N. Em 1930, Carl Bosh, também na Alemanha, utilizou o processo em escala industrial. Em cinquenta anos, os fertilizantes nitrogenados permitiram adicionar cerca de 500 milhões de hectares cultivados. O aumento da área cultivada e da produtividade resultaram em maior oferta de alimentos e melhoria do nível socioeconômico, induzindo o aumento vertiginoso da população mundial. Os cereais (principais fontes de alimentos) ocupam apenas 2% da área terrestre cultivada e consomem 65% de todo o fertilizante nitrogenado produzido. Em contrapartida, 30% da área cultivada são ocupados com pastagens.

3. O NITROGÊNIO NOS SISTEMAS AGROPECUÁRIOS

O uso ineficiente do N nos sistemas agropecuários aumenta as perdas ou vazamentos. Um, para a atmosfera (volatilização), outro através da lixiviação do nitrato (NO_3) para rios e lençol subterrâneo. Em águas superficiais, o excesso de N causa a eutrofização (elevação vigorosa de produção de algas). Na decomposição das algas, o oxigênio da água é consumido por microrganismos de decomposição, resultando na mortandade de peixes, exatamente pela falta de oxigênio. Em condições anaeróbicas, o nitrato pode ser também denitrificado, passando para a forma de óxido (N_2O) e para a forma gasosa (N_2) voltando para a atmosfera (Fig.1).

Os processos que regulam a distribuição de N são complexos, como o funcionamento do corpo humano. A disfunção em um determinado órgão em sistema pode resultar em alterações imprevisíveis. A ineficiência do uso de N na agricultura pode chegar a 70% e quanto mais complexo o sistema de produção, maior é o vazamento. Para aprimorar a eficiência da utilização de N nos sistemas agrícolas, reduzindo a emissão de gases de efeito estufa, bem como para preservar os mananciais hídricos, algumas ações de pesquisa e/ou de utilização do conhecimento disponível são sugeridas:

1 - Selecionar e utilizar cultivares eficientes e responsivas. Eficiente significa a capacidade genética de utilizar o N no ambiente de cultivo, inclusive em condições de baixa concentração do elemento. Responsiva diz respeito ao potencial de resposta ao fornecimento do nutriente em concentrações mais altas, isto é, doses maiores de adubação. Com essas características intrínsecas do material genético, pode ser produzida mais massa verde (seqüestro de carbono) e obtida maior produtividade (alimento).

O nitrogênio, em vez de vazar para a atmosfera e para os mananciais, será mais bem utilizado em benefício da humanidade.

2 - Utilizar a fonte correta de nitrogênio para o ambiente de produção. A baixa dose de N utilizada normalmente conduz à adubação desequilibrada, sendo crítica para as culturas alimentares, notadamente o feijão e o arroz. As fontes de N bem conhecidas são o adubo orgânico, a uréia, o nitrato de amônio, o sulfato de amônio, MAP e DAP. Cada fonte tem suas características, que devem ser conhecidas antes da utilização. Nessa análise e planejamento agrícola, uma pergunta deve ser respondida. O adubo paga o procedimento? A técnica de adubação não é empregada pelo produtor tão somente para aumentar a produtividade ou para melhorar o abastecimento. Ele faz a adubação visando ao custo/benefício para melhorar a receita e a qualidade de vida (melhorar o nível socioeconômico). Além dessas fontes convencionais de N, novos fertilizantes nitrogenados com eficiência aprimorada estão despertando amplo interesse no contexto agroeconômico e ambiental, como os inibidores de estabilização (Agrotain, N-Serv e N-Nitrosfere); os compostos orgânicos sintéticos não revestidos mas de disponibilidade lenta (Uréiaformaldeído, metileno uréia e diuréia isobutileno); e os fertilizantes solúveis revestidos (Osmocote e uréia revestida).

3 - Usar a quantidade correta. Para determinar a dose certa do adubo nitrogenado existem equações que resultam em colheita econômica máxima. Para ser eficiente nessa etapa da adubação, é necessário o conhecimento da planta (exportação de N), dose de N que aumente a produção, aumento da produção em relação à testemunha não adubada, eficácia do adubo (fonte), reserva do elemento no solo (análise), preço unitário do elemento, preço unitário do produto e monitoramento (agricultura de precisão).

4 - Adubar na época adequada. Sincronizar a disponibilidade do elemento com a demanda da cultura nos períodos de maior necessidade. A época de adubação com N pode ser pré-plantio, pós-plantio parceladamente ou ambas, dependendo da cultura, da fonte e do método de cultivo. Em cada cultura, existem estágios de desenvolvimento e de produção que exponenciam a utilização de N, dependendo das condições de cultivo.

5 - Aplicar no local adequado. O método de aplicação do N é decisivo na eficiência da técnica. Pode ser feito no solo, através da folha ou na água de irrigação. A cultura, o sistema de cultivo, a fonte e as propriedades do solo, em última análise, é que determinarão o método mais adequado. Todavia, a incorporação do N normalmente é o método mais adequado para a manutenção do elemento no solo e para aumentar sua eficiência.

As melhores práticas de manejo (MPMs) do nitrogênio não podem ser utilizadas de maneira generalizada. Assim, cada propriedade agrícola é única e as MPMs precisam ser adaptadas a diferentes situações, com responsabilidade agrônômica. A utilização do nitrogênio na agricultura deve garantir a otimização da absorção do nutriente de maneira eficiente e efetiva, minimizando as perdas para o ambiente. Essa técnica deve auxiliar o agricultor a obter produções sustentáveis e produtividades rentáveis. A adubação não é tarefa tão fácil como pode se apresentar. Trata-se de nutrição vegetal, que é um processo complicado, ainda não totalmente conhecido.

Para aprimorar a fábrica de alimentos que é a planta, o incentivo à adoção de boas técnicas de manejo agrícola, com destaque para a utilização de sementes limpas de cultivares adaptadas, rotação de culturas, integração com a pecuária, melhor conhecimento da capacidade dos solos, intensificação de uso de corretivos (calcário, gesso, etc.) e conservação da água, precisam ser implementadas para que o ciclo do nitrogênio possa ser mais bem utilizado pelo homem na agricultura moderna.

4. LITERATURA CONSULTADA

MALAVOLTA, E. **O futuro da nutrição de plantas tendo em vista aspectos agrônômicos, econômicos e ambientais.** Piracicaba. International Plant Nutrition Institute, 2008. (IPNI. Informações Agrônômicas, 121).

SNYDER, C. S., BRUULSEMA, T. W. J JENSEN, T. L. **Melhores práticas de manejo para minimizar emissões de gases de efeito estufa associadas ao uso de fertilizantes.** Piracicaba. International Plant Nutrition Institute, 2008. (INPI. Informações Agrônômicas, 121).

