Tabela 3. Perdas de N por volatilização de NH_3 medidas em ensaios com soqueiras de cana-de-açúcar realizados em condições de campo no Estado de São Paulo.

Local	Época da adubação	Clima predominante	Perdas de NH_3		Redução de perdas devida ao NBPT
			Uréia	Uréia com NBPT	
			- - - - (% do N aplicado) - - - -		(%)
Ribeirão Preto	Junho	Seco	15,2	11,2	26
Araras II	Agosto	Seco	16,4	13,4	18
Iracemápolis	Setembro	Seco	25,4	15,2	40
Araraquara	Outubro	Seco	25,1	21,3	15
Jaboticabal	Novembro	Muito chuvoso	1,1	0,8	-
Araras	Novembro	Chuvoso	11,2	7,2	36
Pirassununga	Dezembro	Chuvoso	7,2	1,6	78
Média de seis experimentos			16,8	11,7	30

Fonte: Adaptada de Cantarella et al. (2008, no prelo).

Tabela 4. Perdas de N por volatilização de NH_3 medidas em ensaios de campo conduzidos com milho e pastagem no Estado de São Paulo.

Cultura/Local	Volatilização de NH_3	
	Uréia	Uréia com NBPT
	- - - - - - (% do N aplicado) - - - - - - -	
Milho - Mococa	45	24 (47)[1]
Milho - Ribeirão Preto	37	5 (85)
Milho - Mococa	64	22 (65)
Milho - Pindorama	48	34 (29)
Pastagem 1	18	6 (69)
Pastagem 2	51	22 (56)
Pastagem 3	18	3 (83)
Pastagem 4	18	2 (89)
Média	37	15 (60)

[1] Valores entre parênteses representam a percentagem de redução de volatilização de NH_3 com o uso de uréia + NBPT em comparação com o uso de uréia não tratada.
Fonte: Adaptada de Cantarella et al. (2005).

maiores chances das condições climáticas favorecerem os tratamentos com uréia contendo o inibidor de urease, como mostram os dados da Tabela 4.

É pouco provável que a uréia venha a ser substituída em grande escala por outro fertilizante a curto prazo, se é que o será no futuro. Assim, embora o NBPT não seja capaz de controlar completamente a volatilização de NH_3 decorrente da aplicação superficial de uréia, este inibidor vem se mostrando como alternativa para reduzir as perdas de NH_3, especialmente durante os meses de verão.

USO EFICIENTE DE NITROGÊNIO NOS FERTILIZANTES CONVENCIONAIS

Antonio Enedi Boaretto, Takashi Muraoka; Paulo Cesar O. Trivelin, CENA/USP, Piracicaba, SP, email: **a.e.boaretto@cena.usp.br**

Os fertilizantes nitrogenados de uso convencional na agricultura são uréia, sulfato de amônio, nitrato de amônio, MAP e DAP, com destaque para a uréia, cujo consumo supera o de todos os demais em conjunto.

No mundo, os cereais arroz, trigo e milho consomem aproximadamente 60% do N total empregado como fertilizante e respondem por cerca de 1/3 da proteína total consumida. Estima-se que em 2050 a população mundial alcance 9,3 bilhões de habitantes e que seja necessário aumentar em 50 a 70% a produção destes cereais. Assim, caso não haja aumento na eficiência da adubação, deverá haver um aumento similar em magnitude no uso de fertilizantes nitrogenados. Decorre daí a necessidade de aumentar a eficiência do uso de N.

No Brasil, milho, cana-de-açúcar e café consomem quase 60% de todo o N empregado na agricultura. Assim, os esforços para aumentar a eficiência de uso de N devem estar primeiramente concentrados nestas três culturas.

A eficiência de uso de N – medida do ganho em produção por unidade de nutriente aplicado – deve ser buscada em cultivos de alta produtividade e com uso de boas práticas agrícolas (BMPs).

O conceito de eficiência ou de uso eficiente de N pode variar de acordo com a perspectiva de produção, porém, não se deve priorizar alta eficiência em detrimento da produtividade. Sabe-se, pela lei dos rendimentos decrescentes, que com o aumento da dose de N os aumentos na produtividade são menores, e portanto, menores as eficiências obtidas, como mostra a Figura 22.

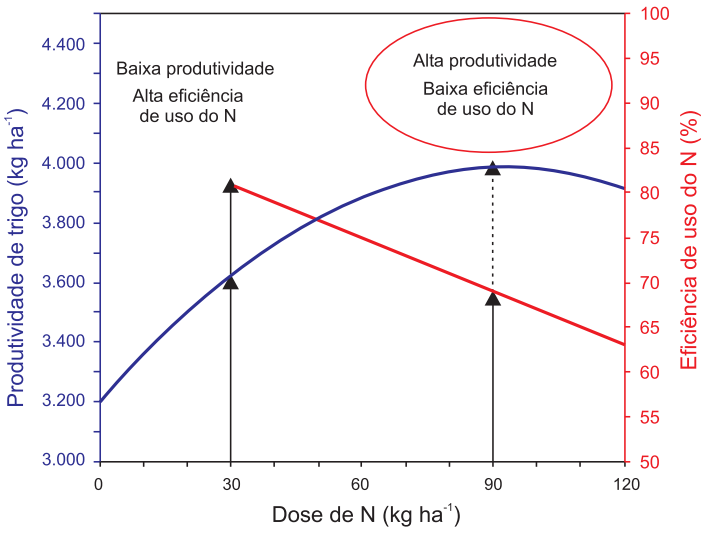

Figura 22. Resposta da produtividade do trigo em função do uso eficiente de nitrogênio.

A eficiência de uso do N pode ser expressa de diferentes maneiras:

• EI = Eficiência de utilização interna de nutrientes: kg de produção por kg de N absorvido;

• FPP = Fator parcial de produtividade do nutriente aplicado: kg de produto colhido por kg de N aplicado;

• EF = Eficiência fisiológica do N aplicado: kg de aumento de produção por kg de aumento na absorção de N do fertilizante;

• EA = Eficiência agronômica do nutriente aplicado: kg de aumento na produção por kg de N aplicado (%);

• ER = Eficiência aparente de recuperação do nutriente aplicado: kg de aumento na absorção de N por kg de N aplicado (%).

A eficiência de recuperação do N (ER) é o principal parâmetro para se avaliar o resultado das boas práticas agrícolas empregadas visando o uso eficiente do adubo nitrogenado.

A Figura 23 ilustra a recuperação do N aplicado na forma de uréia na cultura de trigo irrigado. Observa-se que os valores de recuperação do N aplicado são bastante elevados, quando comparados à média dos encontrados em outras pesquisas; porém, mostram que altas produtividades podem ser compatíveis com alta recuperação do N aplicado na cultura quando boas práticas agrícolas são cuidadosamente adotadas, entre elas a água de irrigação.

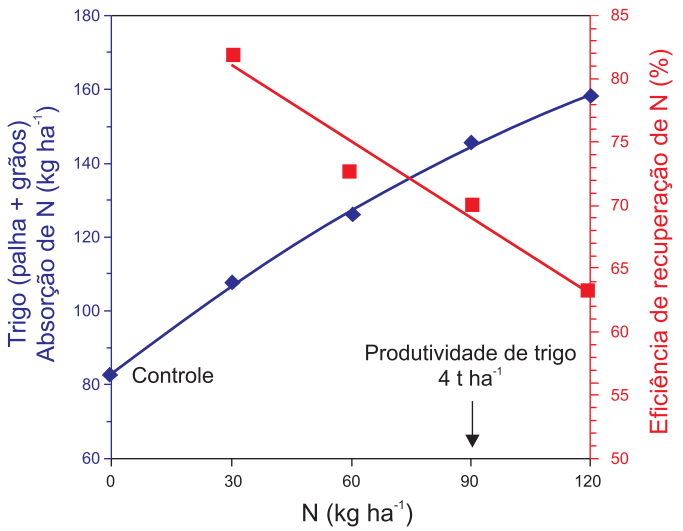

Figura 23. Recuperação do nitrogênio aplicado na forma de uréia na cultura de trigo irrigado.
Fonte: Spolidorio (1999).

No estudo sobre o aproveitamento do N do fertilizante pelas plantas, três métodos podem ser empregados: direto ou isotópico, indireto ou por diferença e o da regressão linear, sendo o primeiro bastante útil para acompanhar o destino do nitrogênio (^{15}N) do adubo no sistema solo-planta.

Resultados do estudo do balanço do N na cultura do trigo com uso da técnica isotópica mostraram que, dos 90 kg de uréia aplicados, 57 kg ficaram acumulados nos grãos (65%), sendo exportados, portanto, com a colheita; 15 kg ficaram no solo; 15 kg permaneceram na palha do trigo, podendo permanecer no sistema, caso a palha permaneça no campo; 1 kg foi encontrado nas raízes e l kg foi lixiviado abaixo de 50 cm de profundidade.

Dados de pesquisa mostram que há grande variação nos valores de recuperação do N aplicado como fertilizante em diferentes culturas, o que se deve à variabilidade de manejos e condições em que estes foram obtidos, como modo, dose e época de aplicação, clima e outros. Além disso, são valores provenientes, em grande parte, de parcelas experimentais, que expressam apenas o N contido na parte aérea das plantas e geralmente em apenas um ciclo da cultura. A parte do N não contabilizada permanece no sistema radicular ou no solo, o que eventualmente pode enriquecer o sistema com este nutriente e ser aproveitado pelas culturas subseqüentes.

Neste contexto, há necessidade de pesquisas que considerem o sistema agrícola de forma holística, e por mais de um ciclo cultural. Com o estudo do balanço de entradas e saídas de N no sistema, avaliado por um período de tempo maior, pode-se compreender melhor o destino do N do fertilizante aplicado e o seu impacto no solo e no ambiente.

Os fatores considerados na otimização do uso de fertilizante, como dose certa, momento correto, local adequado, equilíbrio com outros nutrientes, além da ação de outros fatores, devem ser avaliados localmente.

No Brasil, as recomendações das doses de fertilizantes para culturas anuais são calculadas com base na análise de solo e na expectativa de produção, e quanto maior a produção esperada, maior a dose de N a ser aplicada. Por outro lado, o histórico da área oferece um indicativo da possibilidade de resposta da adubação. No caso de culturas perenes, como cafeeiro, altamente exigente em N, a recomendação é calculada de acordo com o estado nutricional das plantas e com o rendimento esperado, ou seja, quanto menor o teor de N na folha-diagnóstico, maior a dose de N a ser aplicada; quanto maior a produtividade esperada, maior a dose a ser recomendada.

Existe uma defasagem entre a liberação do N aplicado e a absorção do elemento pela cultura. Normalmente, após o N ser aplicado ao solo, sua disponibilidade diminui com o passar do tempo, ao passo que aumenta a exigência da cultura. Assim, a adubação aplicada no momento correto maximiza o efeito do N e minimiza uma possível contaminação do ambiente.

O balanço adequado de nutrientes é de fundamental importância para que seja obtida maior eficiência no uso do N. Os nutrientes raramente agem isoladamente, pois quase sempre há interação entre eles, influenciando-se mutuamente.

Deve-se lembrar, também, que o N entra em contato com as raízes das plantas por fluxo de massa, indicando que a água é fundamental para que haja resposta ao nutriente e para que ele seja adequadamente absorvido pelos vegetais.

SISTEMAS LAVOURA-PECUÁRIA PARA OTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE USO DE NITROGÊNIO

Geraldo Bueno Martha Junior, *Lourival Vilela*, Embrapa Cerrados, Planaltina, DF; email: gbmartha@cpac.embrapa.br

Para alimentar a população urbana crescente e atender o aumento da produção de biocombustíveis, haverá maior pressão para incremento da produtividade das culturas em áreas já abertas e também para incorporar novas terras para cultivo. Nesse contexto, os sistemas de pecuária extensiva poderão ser intensificados para competir com outras alternativas de uso da terra.

O processo de intensificação de sistemas pastoris, em particular no Cerrado, cujos solos são ácidos e de baixa fertilidade química, inclui, obrigatoriamente, investimentos em fertilidade do solo