

ADUBAÇÃO NITROGENADA NO ESTADO DE MINAS GERAIS

G.E. França¹
A.F.C. Bahia Filho¹
C.A. Vasconcellos¹
H.L. Santos¹

INTRODUÇÃO

As culturas de feijão, milho, sorgo e trigo foram selecionadas para estudo de alguns aspectos relacionados com a adubação nitrogenada, através de levantamento das informações existentes em publicações técnico-científicas relativas ao Estado de Minas Gerais. A seleção destas culturas é justificada pelo seu potencial agrônomo dentro do Estado, sendo que o milho e o feijão são cultivados, tradicionalmente, nos mais variados tipos de solo e de propriedades agrícolas.

O trigo, com a política de irrigação e sua auto-suficiência, adquiriu importância no Alto Paranaíba em áreas do Plano de Assentamento Dirigido (PADAP), São Gotardo, Patrocínio, Iraí e outros municípios vizinhos, onde predominam solos sob vegetação de cerrado (Paula et alii, 1983). Nestas regiões, é feito o cultivo sucessivo soja-trigo.

A cultura do sorgo, embora ainda sem grande expressão econômica, tem potencial devido aos bons resultados obtidos, seja em monocultivo ou em sucessão à soja.

Existe um volume considerável de dados experimentais, dentro do Estado de Minas Gerais, envolvendo dose, modo e época de aplicação de nitrogênio para as culturas de milho e feijão. Para as culturas do sorgo e do trigo, as informações são mais escassas.

No presente trabalho apresenta-se um enfoque sobre o estado de conhecimento atual da adubação nitrogenada em Minas Gerais, com identificação de áreas carentes de informações, e sugestão de prioridades de pesquisas.

RESPOSTAS A NITROGÊNIO

O nitrogênio e o fósforo são os dois nutrientes que mais limitam a produção de alimentos no Brasil, especialmente em gramíneas. Segundo Malavolta (1972), as respostas maiores e mais frequentes são devidas a P, e em segundo lugar a N. Entretanto, exceto para as culturas hortí-

1 - Pesquisadores do CNPMS/EMBRAPA. Sete Lagoas, MG.

colas, o uso de fertilizantes nitrogenados no Brasil é ainda muito baixo, insuficiente para se atingirem tetos elevados de produtividade. Por outro lado, as estatísticas mostram que o consumo de fertilizantes tem se duplicado a cada 10 anos (Goedert, 1981), sem um aumento correspondente na produção de grãos. É necessário portanto que se usem mais eficientemente os fertilizantes, adequando-os aos demais fatores de produção, para que seus efeitos reflitam ganhos de produtividade.

Milho

Os dados de experimentos conduzidos em Minas Gerais (Quadro 1), sob diversas condições de solo, clima e sistemas de cultivo, mostram resposta generalizadas de milho, sorgo e trigo à adubação nitrogenada.

A demanda de nitrogênio pela cultura do milho é grande, sendo, em geral, necessário o uso de adubação nitrogenada em cobertura para complementar a quantidade suprida pelo solo, para obtenção de produtividades elevadas. Resultados, incluindo médias de diversos experimentos (Figura 1), mostram respostas com a aplicação de até 120 kg de N ha⁻¹. O maior incremento, entretanto, foi verificado com a dose de 30 kg de N ha⁻¹, cuja produção foi 47% superior à testemunha sem adubação. Para esse grupo de experimentos, a produção do tratamento sem adubação nitrogenada foi de 3 t ha⁻¹, 63% superior à produtividade média do Estado, estimada em 1890 kg de grãos por hectare (Fundação IBGE, 1984). Esses resultados indicam limitações por outros fatores de produção que, uma vez controlados, poderão assegurar maiores perspectivas de êxito com o uso de adubos nitrogenados.

Sorgo

Dados de produção de sorgo granífero, cultivar 'BR 300', de alguns expe-

QUADRO 1. Frequência de resposta das culturas de milho, feijão, sorgo e trigo a nitrogênio no Estado de Minas Gerais.

Culturas	Nº Exp.	Resposta ¹		
		+	0	-
Milho	170	168(99) ²	0	2 (1)
Feijão	76	43(56)	33(44)	0
Sorgo	11	11(100)	0	0
Trigo	5	5(100)	0	0

¹ + = resposta positiva,

0 = sem resposta

- = resposta negativa

² Valores entre parênteses representam percentagem do número de experimentos.

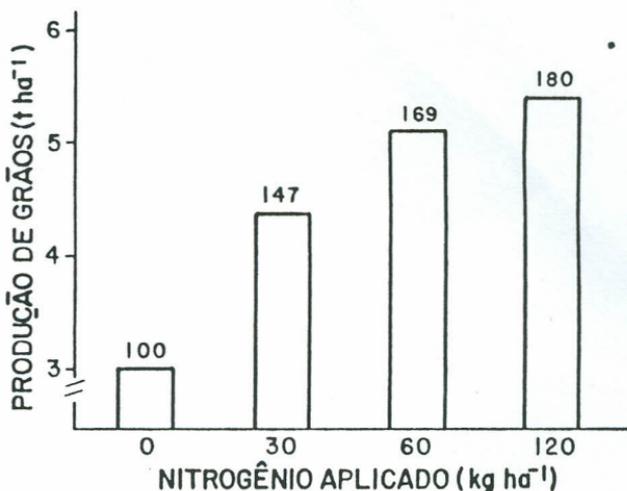


FIGURA 1 - Resposta do milho a diferentes doses de fertilizantes nitrogenados no Estado de Minas Gerais.

rimentos conduzidos em Sete Lagoas em solo Aluvial e LED (Quadro 2), mostram resposta à adubação nitrogenada nos dois solos (EMBRAPA, 1985). Para o solo Aluvial a produção máxima foi atingida com 30 kg N ha⁻¹.

Reis et alii (1977) estudaram o efeito de densidade de plantio e doses de nitrogênio sobre algumas características do sorgo granífero, cultivar (DKE 57-a) em dois tipos de solo do Triângulo Mineiro. No experimento conduzido em Latossolo Roxo não houve resposta ao N, sendo que a produtividade da testemunha sem adubação nitrogenada foi de 7.500 kg de grãos ha⁻¹. No outro experimento, conduzido num Latossolo Vermelho Escuro, houve resposta até 40 kg N ha⁻¹, com produção de 3.450 kg de grãos ha⁻¹ correspondendo a um aumento de 19% em relação à testemunha. Não se observou, para produção de grãos, interação significativa para densidade de plantio e níveis de N.

Os trabalhos conduzidos por Azeredo et alii (1977), em Podzólico Vermelho Amarelo (PVA) de Viçosa (MG), demonstraram respostas do sorgo granífero à adubação nitrogenada até 50 kg de N ha⁻¹; todavia estas respostas foram dependentes do ano agrícola. No mesmo solo, Ferreira et alii (1979), além de demonstrarem a viabilidade deste mesmo nível para a cultura do sorgo, verificaram ser desnecessário o fracionamento da adubação nitrogenada.

Carvalho (1979) também demonstrou a viabilidade do uso da adubação nitrogenada para o sorgo granífero em solo PVA (Viçosa, MG), obtendo uma produtividade máxima de 6.420 kg de grãos ha⁻¹, com a aplicação de 107 kg de N ha⁻¹, entretanto, com a aplicação de 30 kg de N ha⁻¹ houve maior produção de grãos por quilograma de N aplicado.

QUADRO 2. Resposta de sorgo e trigo à adubação nitrogenada em cobertura em dois tipos de solos (EMBRAPA, 1985).

N aplicado (kg ha ⁻¹)	Produção de grãos (kg ha ⁻¹)	
	sorgo	Trigo
	Aluvial ¹	
0	3560(100) ³	2210(100)
30	4240(119)	2920(132)
60	4200(118)	3770(171)
120	4180(117)	3670(166)
240	4120(116)	2340(106)
	LEd ²	
0	1990(100)	1830(100)
30	3230(162)	2370(129)
60	3110(156)	2640(144)
120	3530(177)	2850(156)
240	3800(191)	2130(116)

¹ Dados médios de 3 ensaios para sorgo (1981/82/83/84) e de 2 ensaios para trigo (1983 e 1984).

² Dados médios de 2 ensaios para sorgo (1982/83 e 1983/84) e de 2 ensaios para trigo (1983 e 1984).

³ Valores entre parênteses representam produção relativa.

Estes resultados, portanto, demonstram a dependência das respostas à adubação nitrogenada a condições adequadas de solo e clima.

Trigo

Resultados de trabalhos conduzidos em várzeas de Minas Gerais por Coqueiro et alii são apresentados por Silva e Andrade (1980). Nos experimentos de adubação, conduzidos em vários locais, houve resposta generalizada a aplicação de N, com aumentos que variaram de 20% a 40% em relação à testemunha sem N.

Coqueiro et alii (1972), em experimentos realizados durante três anos consecutivos, em solo Aluvial, em Sete Lagoas, concluíram que o N foi o nutriente mais limitante da produção de grãos e que P, K e uma mistura de seis micronutrientes não afetaram a produção. As produtividades, média de três anos, nos tratamentos NPK e PK foram de

2.280 kg ha⁻¹ e 1.550 kg ha⁻¹, respectivamente, tendo havido um aumento de 32% devido ao N.

Trabalhos realizados em Sete Lagoas (EMBRAPA, 1985) em um solo Aluvial e um LED fase cerrado, com irrigação durante o período da seca nos anos de 1983 a 1984, mostram resposta à aplicação de N até a dose de 60 kg no primeiro solo e até 120 kg no LED fase cerrado (Quadro 2). Como o solo Aluvial tem maior capacidade de suprimento de N, doses superiores a 60 kg N ha⁻¹ provocaram acamamento das plantas de trigo. As produtividades variaram entre 2.210 e 3.770 kg ha⁻¹ no solo Aluvial e entre 1.830 e 2.850 kg ha⁻¹ no LED. No solo Aluvial obteve-se o máximo de 20 kg de grãos por kg de N aplicado quando se usou a dose de 60 kg de N ha⁻¹; no LED, o máximo obtido foi de 18 kg de grãos por kg de N, quando a aplicação foi de 30 kg de N ha⁻¹.

Feijão

Para o feijão em monocultivo, num total de 76 experimentos, constatou-se que 56% deles responderam positivamente à adubação nitrogenada (Quadro 1). Nos casos em que houve resposta, os aumentos foram pequenos, como se observa na Figura 2, que representa dados de vários experimentos. Trabalhos conduzidos no CNPMS (EMBRAPA, 1985) em um solo Aluvial e num Latossolo Vermelho Escuro, distrófico (LED), fase cerrado, os aumentos médios para os dois solos também foram pequenos (Quadro 3). A produtividade máxima foi atingida com 30 kg N ha⁻¹, tanto para o cultivo das águas como para o cultivo da seca, com um aumento respectivo de 14% e 9% em relação à testemunha sem adubação em cobertura.

Verifica-se muitas vezes uma diversidade muito grande na magnitude de resposta, para ensaios conduzidos na mesma região e até no mesmo local, em épocas diferentes. Esta aparente contradição pode estar associada a diversos fatores que afetam com maior ou menor intensidade a resposta a N, como disponibilidade de água e de outros nutrientes, acidez do solo, entre outros.

Em ensaios conduzidos na Zona Metalúrgica de Minas Gerais, Bolsanello (1975) encontrou uma relação estreita entre resposta a N e doses de P para ensaios conduzidos em vários locais. Na ausência de P, não houve respostas a N ou estas foram de pequena magnitude, enquanto que na presença de P, as respostas foram lineares ou quadráticas para 30 e 60 kg N ha⁻¹. Resultados semelhantes foram também obtidos por Urban Filho et alii (1980), Cardoso et alii (1978) e Berger et alii (1983), mostrando que na ausência de P, não houve resposta a N. Com a aplicação de 60 a 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹ houve resposta a doses elevadas de N (90 a 120 kg ha⁻¹) com produtividades de até 2.360 kg de grãos ha⁻¹ (Berger et alii, 1983).

Houve respostas à adubação em cobertura no feijão das águas e falta de resposta no feijão da seca, em ensaios conduzidos por Araya et alii (1981). Esta foi atribuída à menor demanda de N pelo feijão da seca. O N suprido pelo solo mais aquele aplicado no sulco foi suficiente para atender à demanda da cultura. Como o teto de produção nos dois ensaios não foi tão diferente, sendo inclusive maior no feijão da seca, essa

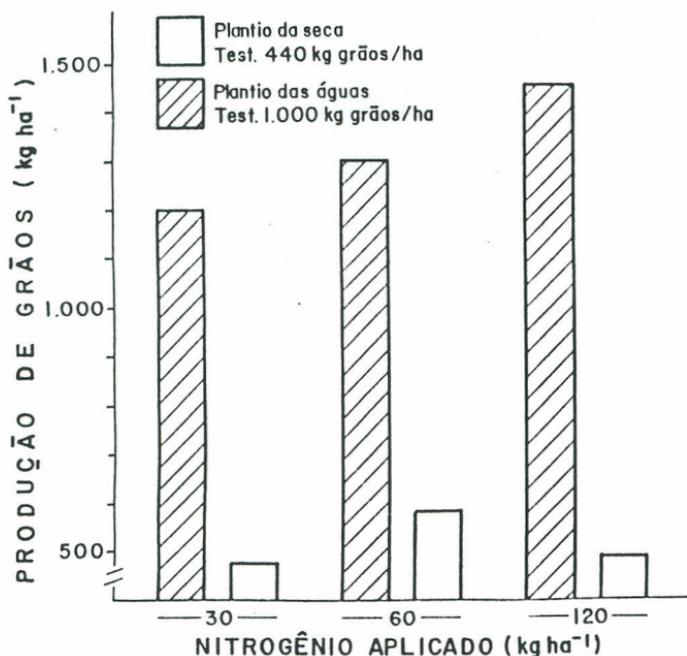


FIGURA 2 - Resposta do feijão à adubação nitrogenada em diferentes sistemas de cultivo, no Estado de Minas Gerais.

QUADRO 3. Resposta de feijão a diferentes doses de fertilizantes nitrogenado (CNPMS/ENERAPA, 1985).

N aplicado	Cultivo	
	Águas	Seca
	kg ha ⁻¹	
0	1310(100)	460(100)
15	1310(100)	490(107)
30	1490(114)	500(109)
60	1460(111)	500(109)
120	1590(121)	460(100)

explicação não satisfaz. A explicação mais viável é que como a precipitação pluviométrica é maior no feijão das águas, parte do N pode ter sido perdido por lixiviação, acarretando resposta ao adubo aplicado em cobertura.

ÉPOCA E MODO DE APLICAÇÃO

Não há muita consistência nos resultados sobre época e parcelamento da adubação nitrogenada na cultura do feijão (Figura 3), variando, por exemplo, com a dose aplicada.

Urban Filho et alii (1980), Silva et alii (1977) e Kornelius et alii (1976) observaram que o parcelamento da adubação nitrogenada não apresenta vantagem para a cultura do feijão. Mascarenhas et alii (1966) aplicaram de uma só vez 50 kg N ha⁻¹ aos 7, 14 e 21 dias após a emergência da planta e não encontraram diferença entre as épocas de sua aplicação. Por outro lado, Miyasaka et alii (1963) obtiveram melhores resultados com a aplicação do adubo nitrogenado (50 kg N ha⁻¹) na emergência do feijoeiro. As produções decresceram com aplicações aos 22, 42 e 62 dias após a emergência.

O sistema consorciado milho-feijão é muito difundido no Estado de Minas Gerais. Num diagnóstico da cultura do feijão em MG, verificou-se que 81% do feijão cultivado no Estado é consorciado, principalmente com o milho (Oliveira et alii, 1980). Apesar da importância desse sistema, são poucas as informações sobre como adubá-lo.

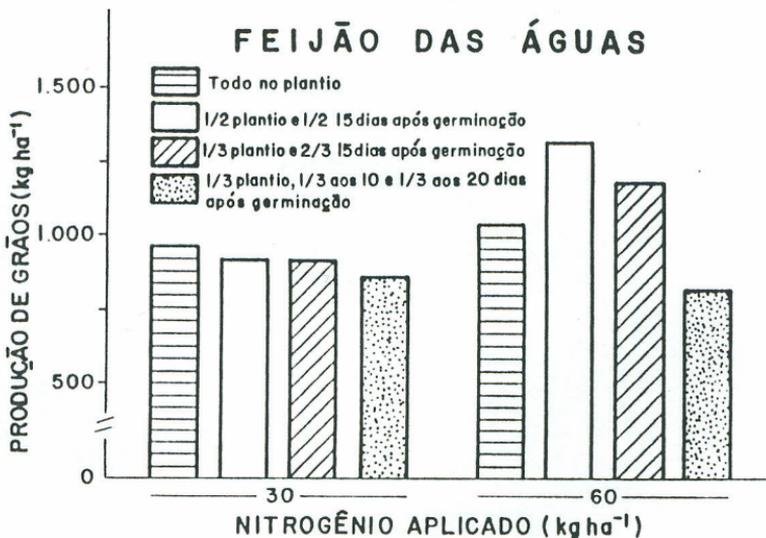


FIGURA 3 - Resposta de feijão solteiro a fertilizante nitrogenado aplicado em diferentes épocas e doses.

Em trabalho realizado no CNPMS, Sete Lagoas, MG, (dados não publicados), estudou-se época de aplicação da adubação nitrogenada no consórcio milho-feijão, semeados na mesma linha, constatando-se que, em termos de produção equivalente, o desempenho do sistema foi melhor quando metade do N foi aplicado aos 25 dias e a outra metade aos 45 dias, ou quando todo o N foi aplicado aos 45 dias após o plantio. O melhor desempenho do sistema foi devido principalmente à resposta do milho à adubação nitrogenada.

Coelho e Silva (1984) estudaram o efeito de fontes de N aplicadas em cobertura na cultura de milho e feijão consorciadas e em monocultivo. Não houve diferença significativa entre fontes (uréia, sulfato de amônio e nitrocálcio) na cultura do milho para o peso de espigas verdes, tanto no sistema de monocultivo como no consorciado. Os mesmos resultados foram observados para o feijão, onde não houve diferença entre fontes na produção de grãos para os dois sistemas de cultivo.

Para o milho, sorgo e trigo, recomenda-se o parcelamento da adubação nitrogenada, aplicando uma parte no plantio e o restante por ocasião da maior demanda de nitrogênio pela cultura. Esta prática tem como objetivo diminuir o tempo que o N permanece no solo antes de ser absorvido pela planta, reduzindo as perdas por lixiviação, volatilização de NH_4^+ e desnitrificação.

Novais et alii (1974) estudaram o efeito da aplicação de 60 a 120 kg ha^{-1} de N na forma de sulfato de amônio, parcelado em diferentes épocas, desde o plantio até 65 dias após a emergência das plantas, sobre a produção e outras características do milho. A aplicação parcelada de 1/3 no plantio e 2/3 aos 45 dias e a aplicação de todo o adubo nitrogenado no plantio (60 kg de N ha^{-1}) foram as que apresentaram os melhores rendimentos na produção de grãos. Resultados relativos a manejo de fertilizantes nitrogenados, em seis cultivos de milho em um LE fase cerrado, mostraram que uma única aplicação a 30 dias após o plantio deram as mesmas produções e porcentagem de recuperação de N que duas aplicações aos 20 e 60 dias (Grove et alii, 1980). Esses resultados são compatíveis com os obtidos por Ferreira et alii (1979), para a cultura do sorgo.

Rosolem et alii (1980) estudando o efeito da adubação nitrogenada na sementeira, na época de diferenciação da panícula, no emborrachamento e no início do florescimento, sobre a produção de grãos de sorgo em um Latossolo Roxo distrófico e em um Latossolo Vermelho Escuro, textura média, constataram que, no LR, quando os adubos foram aplicados na sementeira, sem parcelamento, e no LE quando aplicados aos 25 dias da emergência, o sorgo produziu maior número de grãos por panícula. As aplicações de adubos nitrogenados nos estádios mais avançados fizeram com que o sorgo produzisse grãos mais pesados, mas esse efeito não compensou o menor número de grãos produzidos. A tentativa do autor em explicar a diferença entre os solos com relação à época de adubação foi apenas especulação, pois não foram coletados dados que confirmem lixiviação de nitrogênio no LE. Por outro lado, o teor mais elevado de matéria orgânica no LR não indica que necessariamente este solo tenha maior capacidade de suprimento de N, pois em geral, a correlação da produção com o teor de matéria orgânica é baixa.

Neptune (1977), usando N marcado, comparou vários modos de aplicação desse elemento na cultura do milho: todo o N, na forma de sulfato de amônio (^{15}N), (100 kg ha^{-1}) incorporado ao solo antes da semeadura; todo o N aplicado lateralmente, 40 dias após a semeadura; todo o N aplicado em faixa; 1/2 incorporado e 1/2 aplicado lateralmente 40 dias após a semeadura; 1/2 incorporado e 1/2 em faixa; 1/2 em faixa e 1/2 aplicado lateralmente 40 dias após a semeadura; 1/3 incorporado, 1/3 aplicado em faixa e 1/3 aplicado lateralmente 40 dias após a semeadura. Exceto para o pior tratamento onde todo o N foi incorporado, observa-se que não houve diferença entre modos de aplicação quanto à produção de grãos. Com a aplicação de N lateralmente, 40 dias após a semeadura, foi encontrada a maior quantidade de proteína proveniente do fertilizante (377 kg ha^{-1}) e maior eficiência do fertilizante na sua conversão em proteínas (60%).

Em trabalho realizado no CNPMS, Sete Lagoas, MG (dados não publicados), estudou-se o efeito de doses e modo de aplicação de N em cobertura na cultura do milho em um Latossolo Vermelho Escuro distrófico (LEd) fase cerrado e em um Aluvial. A uréia foi aplicada a 20 cm da fileira, a 50 cm do meio da fileira e a 50 cm em fileiras alternadas. A quantidade de adubo aplicada foi a mesma para os três modos de aplicação, nas doses de 30, 60, 120 e $240 \text{ kg de N ha}^{-1}$. Não houve resposta para doses de N nos dois solos. Os dados de produção de grãos, média das doses, foi de 5.450, 5.420 e 5.930 kg ha^{-1} no LEd e de 6.500, 6.500 e 6.640 kg ha^{-1} no Aluvial, para a aplicação de N a 20, 50 e a 50 cm em fileiras alternadas, respectivamente. No solo LEd, com o adubo aplicado a 50 cm, em fileiras alternadas, o milho produziu $500 \text{ kg de grãos ha}^{-1}$ a mais que com os outros dois modos de aplicação, enquanto que no solo Aluvial não houve diferenças entre modos de aplicação. Estes resultados, embora preliminares, dão indicação de que a adubação nitrogenada poderá ser aplicada a 50 cm da planta em fileiras alternadas, com economia de mão de obra e sem prejuízo da produtividade.

COMPARAÇÃO DE FONTES

Como a transformação dos fertilizantes nitrogenados no solo é bastante rápida e o N na forma de NO_3 é bastante móvel, estando por isso sujeito a perdas por vários processos, os aspectos relacionados com fonte, época e modo de sua aplicação são de grande importância.

Em Minas Gerais poucos são os trabalhos comparando fontes de N nas culturas de milho (Araújo & Araújo, 1958 e Paixão et alii, 1959); para sorgo e trigo não há referência na literatura. Os trabalhos realizados no Brasil (Araújo & Araújo, 1958; Paixão et alii, 1959; Malavolta e Gargantini, 1966; Grove et alii, 1980 e Campos & Tedesco, 1979) e em outros países da região tropical (Fox et alii, 1974 e Sanchez, 1973) mostram que não há diferença entre as fontes de nitrogênio mais comumente usadas. Segundo Sanchez (1976), situações onde sulfato de amônio foi superior à uréia, o efeito foi devido à deficiência do solo em enxofre ou a perdas de nitrogênio por volatilização de amônia. Quando a uréia foi superior, a diferença foi devida ao efeito acidificante do sulfato de amônio em solos que já apresentavam problemas de acidez.

Cardoso et alii (1978) compararam quatro fertilizantes nitrogenados

em quatro níveis e três modos de aplicação, na cultura do feijão, em dois municípios na Zona da Mata de Minas Gerais. Houve resposta linear para doses até 90 kg de N ha⁻¹, porém as fontes empregadas (uréia, sulfato de amônio, salitre do Chile e nitrato de amônio) foram similares quanto à capacidade de fornecer N à cultura.

Em trabalhos realizados no Estado de São Paulo sobre o efeito de diversas fontes de nitrogênio, na produção de feijão, não se encontrou diferença entre as mesmas (Miyasaka et alii, 1963; Mascarenhas et alii, 1966; Pons & Mayer, 1977 e Reis et alii, 1972).

Alguns trabalhos realizados com fertilizantes nitrogenados de liberação controlada, na cultura de milho e sorgo, como uréia revestida com enxofre e NH₄NO₃ revestido com cálcio, mostram que essas fontes não foram superiores às fontes convencionais (Grove et alii, 1980; Fox et alii, 1974). Respostas similares foram encontradas por Bartz et alii (1976) ao comparar a uréia revestida com enxofre e um produto da Imperial de Indústrias Químicas do Brasil (ICI) com uréia e sulfato de amônio na cultura do trigo. Resultados similares foram também encontrados por Magalhães (1976) quando comparou a uréia revestida com enxofre com a uréia comum na cultura do trigo.

EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO

Existem poucas informações sobre a eficiência de utilização dos fertilizantes nitrogenados no Brasil. Na sua quase totalidade, os trabalhos conduzidos se limitam à verificação dos efeitos da adubação sobre a produção. A ausência de uma abordagem mais ampla do problema tem levado que a compreensão do sistema no seu modo de funcionamento e, principalmente, o poder preditivo para diferentes situações tenha sido de certa forma restrito.

Dados de alguns trabalhos realizados no Brasil nos quais se determinou a eficiência de utilização de N, através de método indireto ou do uso de N para as culturas de milho, sorgo, trigo e feijão, serão apresentados a seguir.

Em trabalhos conduzidos pela IAEA (1970) em vários países, inclusive o Brasil, sobre manejo de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho, a percentagem de utilização de N dos fertilizantes variou de valores muito baixos (20%) até valores bastante altos (>70%), com uma média de cerca de 40% para todos os países.

A percentagem de recuperação aparente de N para as culturas de milho, sorgo e trigo foi determinada para as doses de 60 e 240 kg N ha⁻¹ aplicadas em cobertura na forma de uréia, em um solo Aluvial e em um Latossolo Vermelho Escuro distrófico (LEd) fase cerrado (EMBRAPA, 1985). Independente do tipo de solo e da cultura, a percentagem de recuperação de N diminuiu com o aumento da dose de uréia aplicada (Quadro 4). Para uma mesma cultura, os valores foram maiores para o solo Aluvial do que para LEd. A exceção do trigo, no solo Aluvial, a percentagem de recuperação é baixa, variando entre 19 e 52%. Os resultados para a

QUADRO 4. Recuperação aparente de nitrogênio¹ aplicado na forma de uréia em dois tipos de solos (EMBRAPA, 1985).

Solo	Cultura	N aplicado kg. ha ⁻¹	
		60	240
		%	
Aluvial	Milho	52	38
	Sorgo	-	-
	Trigo	71	30
	\bar{X}	61	34
LEd	Milho	50	32
	Sorgo	37	27
	Trigo	41	19
	\bar{X}	64	39

$$1 \text{ Recuperação aparente} = \frac{\text{N ext. pelo tratamento} - \text{N ext. p/testemunha}}{\text{N aplicado no tratamento}}$$

cultura do milho no solo LEd foram semelhantes aos encontrados por Grove et alii (1980) que também trabalharam num solo LEd fase cerrado. Esses autores observaram que a recuperação de N do fertilizante variou de 60% a 35%. Fox et alii (1974) obtiveram recuperação de 51% para a dose considerada ótima de N aplicada em cobertura no milho em Porto Rico, mas a recuperação diminuiu para 33% quando a mesma dose foi aplicada a lance e incorporada no solo.

Meirelles et alii (1980) e Reichardt et alii (1979) estudaram o balanço de N para as culturas de feijão e milho, usando sulfato de amônio marcado com ¹⁵N. As perdas de N do fertilizante foi de 9% para o feijão e de 18% para o milho. Esses valores são bem menores do que aqueles estimados através da recuperação aparente método indireto, indicando que as pressuposições em que se baseia o último método estão levando a uma superestimação das perdas de N.

RECOMENDAÇÃO DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

Há muitos anos vêm-se tentando encontrar índices que permitam determinar a capacidade de suprimento de N pelos solos, de forma simples e eficiente. Poucos avanços, entretanto, têm sido alcançados devido à complexidade de fatores que afetam a transformação desse nutriente no ambiente. Na maioria dos trabalhos, tenta-se correlacionar produção

com características do solo, com o N total, teor de matéria orgânica, CTC, relação C/N etc.

Miranda (1971), por exemplo, sugere o teor de matéria orgânica como critério para recomendação de N para a cultura de milho, enquanto Fuzatto et alii (1970) sugerem o teor de N total. Por outro lado, Raij et alii (1981) não obtiveram correlação entre produção de milho e o teor de matéria orgânica revelado na amostra de solo. A dispersão de resposta foi grande, havendo resposta significativa tanto para solo com menos de 2% de matéria orgânica como com mais de 5%. Da mesma forma, respostas insignificantes foram verificadas também para solos com teores de matéria orgânica entre 2 e 8%.

Portanto, os critérios de análises de solo para indicação de adubação nitrogenada, baseados nos teores de matéria orgânica e N total, não têm sido eficientes.

No Estado de São Paulo, utiliza-se como critério o histórico da área, e às vezes, a produtividade esperada (Raij et alii, 1985).

No Estado de Minas Gerais, o último boletim de recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em diferentes culturas, foi editado em 1978 (Comissão de Fertilidade do Solo, 1978). Embora não esteja explícito nas Tabelas de recomendações, a adubação nitrogenada é baseada nas curvas de respostas dos inúmeros experimentos realizados nas várias regiões do estado.

RESUMO

Neste trabalho é apresentada uma revisão das pesquisas com nitrogênio no Estado de Minas Gerais, visando estabelecer o estado de conhecimento atual, verificar áreas carentes de informações e sugerir áreas a serem pesquisadas. Uma avaliação dos dados disponíveis mostra que, na maioria dos trabalhos, tem sido considerado apenas o resultado físico (produção) da aplicação de N. Na sua quase totalidade, esses trabalhos dizem respeito a doses, métodos e épocas de aplicação de fertilizantes nitrogenados, em várias culturas. A frequência de resposta para as culturas de milho, sorgo, trigo e feijão entre outras, é grande. Os fertilizantes nitrogenados comumente usados têm apresentado eficiências semelhantes entre si. Essa eficiência diminui com o aumento da quantidade aplicada. Encontrou-se uma amplitude de variação na eficiência relativa aparente de 19 a 52% para as culturas de milho, sorgo e trigo, com a aplicação de diferentes níveis de N. A dificuldade no uso da análise de solo, para a recomendação de adubação nitrogenada, tem sido a falta de um método que expresse a disponibilidade do nutriente e que se ajuste à rotina; atualmente o N tem sido recomendado, baseando-se na curva de resposta das culturas e no histórico da área. Observa-se a necessidade de uma abordagem mais ampla no estudo do N, visando melhor conhecimento do sistema e, com isto, tornando possível um manejo mais adequado do solo e dos fertilizantes para um aumento na eficiência de utilização.

SUMMARY

In this work it is presented a revision of the research carried out on nitrogen, in the Minas Gerais State aiming to establish the present knowledge on this subject, to find out points with lack of information and to suggest others to be studied. An estimation of the data available shows that in most of the works only the physical result (production) of the nitrogen application has been considered. Almost all the works are concerning to rates, methods and periods of the nitrogen fertilizer application to several crops. The frequency of the response to corn, sorghum, wheat and beans is great. The commonly used nitrogen fertilizers have shown similar efficiency between them. As this efficiency decreases the amount of N applied increases. The range of variation in the relative apparent efficiency was found to be between 19 to 52% for corn, sorghum and wheat for different levels of N application. The difficulty in the use of soil analyses for the nitrogen fertilizer recommendation has been the lack of a method able to express the availability of this nutrient that could be adjusted to routine; at the present time the N is recommended, based in the response to curves of cultures and in the historic of the area. It is evident the need of a wider approach in the study of N, aiming a more adequate soil and fertilizer management for a increase in the efficiency of use.

LITERATURA CITADA

- ARAÚJO, R.A. & ARAÚJO, W.A. Adubação nitrogenada na cultura do milho em Minas Gerais. Bol. Agric. 7(1/2): 11-19, 1958.
- ARAYA, V.R.; VIEIRA, C.; MONTEIRO, A.A.T. & BRUNEE, W. Adubação nitrogenada da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), Zona da Mata de Minas Gerais. R. Ceres, Viçosa, 28 (156):134-149, 1981.
- AZEREDO, M.W.C.; FONTES, L.A.N.; CARDOSO, A.A. & ALMEIDA FILHO, Efeito de época de plantio e de níveis de nitrogênio e fósforo, produção e teor de proteína no grão de sorgo (*Sorghum bicolor* Moench). In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUARIA DE MINAS GERAIS, Relatório Anual 1972/73/74/75 - Projeto sorgo. Belo Horizonte EPAMING, 1977. p. 153-154.
- BARTZ, H.R.; SIQUEIRA, O.S.F. & SCHOLLES, D. Comparação de doses e épocas de aplicação de nitrogênio na competição de fontes de nitrogênio com diferentes solubilidades. In: REUNIAO ANUAL CONJUNTA PESQUISA DE TRIGO, 8, Ponta Grossa, 1976. Solos e Técnicas Culturais. Passo Fundo, EMBRAPA-CNPT, 1976. V.2., p.1-7.
- BERGER, P.G.; VIEIRA, C.; CHAGAS, S.M.; BRAGA, S.M. & CARDOSO, A. Resposta da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) à adubação nitrogenada e fosfatada. R. Ceres, Viçosa, 30 (169):211-223, 1983.
- BOLSANELLO, J. Ensaio de adubação NP e competição entre variedades de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), na Zona da Mata de Minas Gerais. Tese de Mestrado. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1979. 42p.
- CAMPOS, A.X. & TEDESCO, M.J. Eficiência da uréia e do sulfato de amônio na cultura do milho (*Zea mays* L.). Agron. Sulriograndense, Porto Alegre. 15 (1):119-125, 1979.
- CARDOSO, A.A.; FONTES, L.A.N. & VIEIRA, C. Efeito de fontes e doses de adubo nitrogenado sobre a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). R. Ceres, Viçosa, 25 (139):292-295, 1978.
- CARVALHO, O.S. Acumulação de matéria seca, produção de grãos e absorção de nutrientes em sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em função da adubação nitrogenada. Tese de Mestrado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1979. 82p.
- COELHO, A.M. & SILVA, B.G. da. Fontes de nitrogênio na consorciação milho-verde e feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, Maceió, 1984. Resumo. Maceió. EMBRAPA/EPEAL, 1984. p.74.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 1ª aproximação. Belo Horizonte, EPAMIG, 1978. 80p. (Boletim Técnico

- COQUEIRO, E.P.; SANTOS, H.L. & ANDRADE, J.M.V. Adubação NPK e microelementos em trigo em solo de várzea, em Sete Lagoas. *Pesq. agropec. bras.*, Rio de Janeiro, 7:111-114, 1972.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo. Relatório Técnico Anual, 1980-1984, Sete Lagoas, 1985. (No prelo).
- FERREIRA, J.F.; FONTES, L.A.N.; GALVAO, J.D. & CONDE, A.R. Efeito de época, fracionamento e de doses de fertilizante nitrogenado na produção de grãos e outras características agrônômicas do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *R. Ceres*, Viçosa, 26 (146): 389-402, 1979.
- FOX, R.H.; TALLEYRAND, H. & BOULDIN, D.R. Nitrogen fertilization of corn and sorghum in Oxisols e Ultisols in Puerto Rico. *Agron. J.*, Madison, 66::534-540, 1974.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Anuário Estatístico do Brasil. 1983. Rio de Janeiro, 1984. V.44. 988p.
- FUZATTO, M.G.; VENTURINI, W.R. & CAVALERI, P.A. Estudo técnico-econômico da adubação do algodoeiro no Estado de São Paulo. Campinas, IAC, 1970. 15p. (Projeto BNDE/ANDA/CIA. Boletim, 1.).
- GOEDERT, E. Consumo e produção de fertilizantes no Brasil. Brasília, EMBRAPA/DID, 1981. 12p.
- GROVE, T.L.; RITCHEY, K.D. & NADERMAN JR., G.C. Nitrogen fertilization of maize on an Oxisol of the cerrado of Brazil. *Agron. J.*, Madison, 72:261-265, 1980.
- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Fertilizer management practices for maize: results of experiments with radio-isotopos. Viena, 1970. 78p. (Technical Report, 121).
- KORNELIUS, E.; SOBRAL, L.F.; GOMES, S.C. & RODRIGUES, E.M. Efeitos de doses de nitrogênio e fósforo na produção de feijão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA DO SOLO, 15, Campinas, 1975. Anais. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1976. p.5.
- MALAVOLTA, E. Nutrição e Adubação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FEIJOÃO, 1, Campinas, 1971. Anais. - Viçosa, UFV, 1972. p.211-42.
- MALAVOLTA, E. & GARGANTINI, H. Nutrição mineral e adubação. São Paulo, Instituto Brasileiro de Potassa, 1966. p.381-428.
- MAGALHAES, A.F. Eficiência da uréia recoberta com enxofre na cultura do trigo. *Agron. Sulriograndense*, Porto Alegre, 12(2):130-140, 1976.
- MASCARENHAS, H.A.A.; MIYASAKA, S.; IGUE, T.; VEIGA, A.A. & ALVES, S. Influência das formas de fertilizantes nitrogenados e suas épocas de aplicação na cultura do feijoeiro. *Bragantia*, Campinas, 25(25):XLI-XLIII, 1966.

- MEIRELLES, S.M.F.; LIBARDI, P.L. & REICHARDT, K. Absorção e lixiviação de nitrogênio em cultura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). R. bras. Ci. Solo Campinas, 42 (2): 82-88, 1980.
- MIRANDA, L.T. Adubação do milho. I - Relação entre dados e ensaios de campo e análise química do solo. Campinas, IAC, 1971. 11p. (Projeto BNDE/ANDA/CIA, Boletim, 11).
- MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S. & MASCARENHAS, H.A.A. Modo e época de aplicação de nitrogênio na cultura do feijoeiro. *Bragantia*, Campinas, 22(40):511-519, 1963.
- NEPTUNE, A.M.L. Efeito de diferentes épocas e modos de aplicação no nitrogênio na produção do milho, na quantidade de proteína, na eficiência da fertilizante e na diagnose foliar utilizando sulfato de amônio - ¹⁵N. An. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz, Piracicaba, 34:513-38, 1977.
- NOVAIS, M.V.; NOVAIS, R.F. & BRAGA, J.M. Efeito da adubação nitrogenada e de seu parcelamento sobre a cultura do milho, em Patos de Minas. R. Ceres, Viçosa, 21(115):193-202, 1974.
- OLIVEIRA, A.C.S. de; FELICIO FILHO, A. & MOURA, P.A. de. Diagnóstico da cultura de feijão em Minas Gerais. Belo Horizonte, EPAMIG, 1980. 19p. (Série Programação, 6).
- PAIXÃO, S.S.; SIQUEIRA, A.; SILVA, J.; ROMUALDO NETO, F.; SILVA NETO, P. & TEIXEIRA, A. Adubos nitrogenados e população na cultura de milho. Bol. Agric., 8 (11/12):174-177, 1959.
- PAULA, M.B.; NOQUEIRA, F.D. & GUEDES, G.A. Nutrição e adubação da cultura do trigo. Inf. Agropec. Belo Horizonte, 9(97):32-36, 1983.
- PONS, A.L. & MAYER, E.M. Efeito de fontes, doses e épocas de aplicação de nitrogênio em feijoeiro. In: REUNIAO TÉCNICA ANUAL DO FEIJOÃO, 14. Porto Alegre, 1977. Ata. - Porto Alegre, IPA, 1977. p.87-94.
- RAIJ, B. van; FEITOSA, C.T.; CANTARELLA, H.; CAMARGO, A.P.; DECHEN, A.R.; ALVES, S.; SORDI, G.; VEIGA, A.A.; CAMPANA, M.P.; PETINELLI, A. & NERY, C. A análise de solo para discriminar respostas à adubação para a cultura do milho. *Bragantia*, Campinas, 40(6):57-75, 1981.
- RAIJ, B. van; SILVA, M.N.da; BATALIA, O.C.; QUAGGIO, J.A. HIROCE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZIA JR., R.; DECHEN, A.R. & TRANI, P.E. Recomendações de adubação e-calagem para o Estado de São Paulo. Campinas, IAC, 1985.
- REICHARDT, K.; LIBARDI, P.L.; VICTÓRIA, R.L. & VIEGAS, G.P. Dinâmica do nitrogênio num solo cultivado com milho. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 3(1):17-20, 1979.
- REIS, M.S.; VIEIRA, C. & BRAGA, S.M. Efeitos de fontes, doses e época de aplicação de adubos nitrogenados sobre a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) R. Ceres, Viçosa, 19(10):25-42, 1972.

- REIS, M.S.; RIBAS, P.M. & SALES ANDRADE, A.M. Efeito da densidade de plantio e níveis de nitrogênio na cultura do sorgo granífero, em dois tipos de solo do Triângulo Mineiro. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Relatório Anual 1972/73/74/75 - Projeto Sorgo. Belo Horizonte, EPAMIG, 1977. p. 145-150.
- ROSOLEM, C.A.; NAKAGAWA, J.; MACHADO, J.R. & BRINHOLI, O. Adubação em cobertura para sorgo granífero em dois latossolos. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 4 (1):44-49, 1980.
- SANCHEZ, P.A. Nitrogen fertilization. In: SANCHEZ, P.A., ed. A review of soils research in Tropical Latin America. Raleigh, North Carolina Agricultural Experiment Station, 1973. p.90-125. (Technical Bulletin 219).
- SANCHEZ, P.A. Nitrogen. In: SANCHEZ, P.A., ed. Properties management of soils in the tropics. New York, John Wiley, 1976, p.184-222.
- SILVA, A.R. & ANDRADE, S.M.V. A cultura do trigo nas várzeas de Minas Gerais: possibilidades e dificuldades. Planaltina, EMBRAPA/CPAC, 1980. (Circular Técnica, 2).
- SILVA, M.T.; DARIVA, T.; MAMINSKI, J. & XAVIER, T.M. Efeito de níveis e épocas de aplicação de nitrogênio na produção de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). Centro Ci. Rurais, Santa Maria, 7(4):395-401, 1977.
- URBEN FILHO, G.; CARDOSO, A.A.; VIEIRA, C.; FONTES, L.A.N. & THIÉBAUT, J.T.L. Doses e modos de aplicação de adubo nitrogenado na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). R. Ceres, Viçosa, 27(151):302-312, 1980.