

CAPÍTULO 15

Manejo da Adubação Nitrogenada

Homero Aidar e João Kluthcouski

O nitrogênio é o nutriente que mais limita o desenvolvimento, a produtividade e a biomassa da maioria das culturas (LOPES et al., 2004).

O nitrogênio, que pode ser disponibilizado às plantas e que define o potencial produtivo das culturas, provém do ar atmosférico, no caso da maioria das leguminosas, da matéria orgânica do solo, da reciclagem dos resíduos de culturas anteriores e dos fertilizantes nitrogenados de origem mineral ou orgânica.

Tem sido habitual a recomendação do parcelamento da adubação nitrogenada com o intuito de aumentar a eficiência do nitrogênio ou para prevenir as possíveis perdas por volatilização e, sobretudo, por lixiviação. Por outro lado, são poucos os estudos sobre a época de maior demanda de nitrogênio pelas diferentes espécies vegetais, principalmente as de ciclo anual. São poucas também as informações sobre a relação entre o N x matéria orgânica x micro-organismos x cultura precedente. É possível, portanto, que a suplementação desse nutriente possa estar sendo ministrada tardeamente - nesse caso, com a principal função de melhorar o nível protéico, e não a produtividade das espécies cultivadas, particularmente as graníferas.

Com a evolução na adoção do Sistema Plantio Direto - SPD, assim como nas várzeas tropicais sob qualquer tipo de manejo do solo, é de se esperar um aumento gradativo no teor de matéria orgânica e, consequentemente, da atividade microbiológica dos solos. Isso pode alterar não apenas o ciclo do nitrogênio no solo, tornando-o menos disponível para as plantas, em um determinado período, como também o fluxo de perdas. Assim, na prática, pode-se verificar inúmeros equívocos cometidos na aplicação desse fertilizante, no que diz respeito sobretudo à doses, épocas e método de incorporação, notadamente em solos mais ricos em matéria orgânica. Dessa forma, em alguns casos, a antecipação da adubação nitrogenada em relação às recomendações anteriores ou, até mesmo, em relação à semeadura da cultura, pode ser mais eficiente no que se refere ao aumento da produtividade das culturas graníferas anuais.

Barber (1995), estudando a cultura do milho, verificou que o período de máximo influxo de nutrientes pelas raízes ocorre nos primeiros 20 dias do ciclo da planta, sendo esse influxo sete e 20 vezes menor aos 30 e 50 dias, respectivamente.

Silva et al. (2002) obtiveram a maior produtividade do feijoeiro cultivado sob palhada picada de milho com 60 kg de N ha⁻¹, aplicado na semeadura. Considerando a palhada inteira, a maior produtividade foi obtida com a aplicação de metade da dose de nitrogênio na semeadura e metade em cobertura. Esses mesmos autores concluíram que, sob

SPD após milho, independentemente de a palhada ter sido mantida inteira ou picada, a dose de 60 kg ha^{-1} de N é a mais adequada para o feijoeiro, aplicada por ocasião da semeadura.

É conveniente, também, lembrar que com o incremento da matéria orgânica do solo e tempo em SPD, o crédito de N do solo pode ser alterado (Fig. 1), exigindo mudanças nas recomendações convencionais de doses de N.

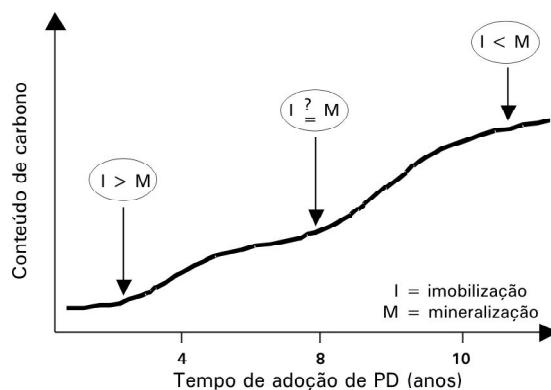


Fig. 1. Aumento da matéria orgânica do solo em função do tempo de Sistema Plantio Direto e influência na mineralização e imobilização de N no solo.

Fonte: Sá (1999).

Em Santa Helena de Goiás, GO, em um Latossolo Roxo de alta fertilidade, mantido sob SPD por mais de duas décadas, foram conduzidos vários experimentos sobre o manejo do nitrogênio no SPD, tendo como cobertura morta a palhada de braquiária (*Brachiaria brizantha*). Os dados apresentados na Tabela 1 evidenciam que, em áreas sob longo período em SPD, o aporte de nitrogênio do solo é bastante representativo, podendo obter-se quase $3 \text{ t de feijão ha}^{-1}$ apenas com a aplicação de $13 \text{ kg de N mineral ha}^{-1}$, proveniente dos 150 kg ha^{-1} de fosfato monoamônico, aplicado simultaneamente à semeadura. Contudo, a aplicação antecipada do N resultou em aumento significativo da produção de feijão até a dose de $90 \text{ kg de N ha}^{-1}$, sendo mais expressivo até 45 kg . Verificou-se também que, na ausência de N antecipado, a aplicação da mesma dosagem, em cobertura imediatamente após a emergência das plantas, ou seja, 0 DAE, resultou em ganho de rendimento similar comparado à antecipação de sua aplicação. Isso demonstra que, no período inicial de desenvolvimento, o feijoeiro necessita de uma dose de nitrogênio maior que aquela que rotineiramente é aplicada. Entretanto, para a obtenção de produtividades superiores a $4,2 \text{ t ha}^{-1}$, nas condições de terras altas, faz-se necessário complementar o nitrogênio em cobertura, podendo esse ser aplicado, preferencialmente, nos primeiros 10 DAE.

Tabela 1. Efeitos de métodos e épocas de aplicação de nitrogênio sobre o rendimento do feijoeiro, cultivar Pérola, em palhada de braquiária, em Santa Helena de Goiás, GO.

Tratamento ¹	Rendimento (kg ha ⁻¹)					Rendimento médio (kg ha ⁻¹)	
	Nitrogênio antecipado ²						
	0	45	45+60 ³	90	135		
Sem cobertura	2.894	3.995	4.075	3.952	3.861	3.755c	
0 DAE	4.001	4.189	4.220	4.473	4.132	4.203b	
10 DAE	3.315	4.162	5.077	5.455	4.924	4.527a	
20 DAE	3.540	3.705	3.821	4.232	4.193	3.898c	
30 DAE ¹	3.515	4.123	4.093	4.499	4.268	4.100b	
Média ⁴	3.453d	4.035c	4.257b	4.462a	4.275ab	-	
CV (%)	7,9						
DMS	204,9						

¹ 45 kg de N ha⁻¹, na forma de uréia.

² Nitrogênio aplicado um dia antes da semeadura, em linhas, na profundidade de 6 cm, tendo a uréia Petrobrás como fonte.

³ Refere-se a 60 kg de K₂O ha⁻¹, além da adubação nitrogenada.

⁴ Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem no nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey. Fonte: Kluthcouski et al. (2006).

Resultados com a mesma tendência foram também obtidos em solo de boa fertilidade e teor de matéria orgânica de 2,9%, em Cristalina, GO, onde, sem cobertura nitrogenada e sob palhada de braquiária, a aplicação antecipada de 90 kg de N ha⁻¹ proporcionou maior produtividade, não diferindo significativamente, entretanto, da dose de 30 kg de N ha⁻¹ (Tabela 2). Isso evidencia que a demanda de N-mineral pelo feijoeiro é reduzida em áreas mantidas sob SPD, por médio ou longo tempo, e em palhada de braquiária.

Tabela 2. Produtividade média do feijoeiro, cultivar Pérola, em função do manejo da adubação nitrogenada, em palhada de braquiária, no SPD, em Cristalina, GO, 2005.

Época da cobertura (45 kg de N ha ⁻¹) ¹	N antecipado (kg ha ⁻¹) ²				Média ³
	0	30	60	90	
Sem cobertura	2.953 C b	3.519 AB a	3.317 BC ab	3.758 A a	3.387 A
Cob. 10 DAE	3.483 A a	3.507 A a	3.232 A b	3.513 A a	3.434 A
Cob. 15 DAE	3.167 A ab	3.425 A a	3.416 A ab	3.468 A a	3.369 A
Cob. 30 DAE	3.000 C b	3.257 BC a	3.653 A a	3.586 AB a	3.374 A
Média ³	3.151 b	3.427 a	3.404 a	3.581 a	
C. V. (%)	7,6				

¹ Adubação de base: 250 kg da fórmula 5-37-00 ha⁻¹ e 60 kg de K₂O ha⁻¹, na forma de KCl aplicado a lanço.

² Nitrogênio aplicado um dia antes da semeadura, em linhas, na profundidade de 6 cm, tendo a uréia Petrobrás como fonte.

³ Médias seguidas pelas mesmas letras, minúsculas na horizontal, e maiúsculas na vertical, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Fonte: Kluthcouski et al. (2006).

Na safra de inverno de 2005, em área cujo precedente cultural foi o milho forrageiro, verificou-se uma redução média acentuada no rendimento do feijoeiro (Tabela 3), devido, muito provavelmente, à ausência de palhada

e do efeito positivo da pastagem como cultura antecessora. Entretanto, houve efeito significativo da antecipação e da cobertura nitrogenada.

Tabela 3. Efeito da aplicação antecipada e em cobertura de nitrogênio sobre a produtividade do feijoeiro, cultivar Pérola, após silagem de milho, no SPD. Santa Helena de Goiás, GO. 2005.

Cobertura ¹	Dose de nitrogênio (kg ha ⁻¹)					Média
	0	30	60	90	120	
Com	2.291aC	2.580aBC	2.356bC	3.239aA	3.174aA	2.728a
Sem	1.888bD	2.302bC	2.507aBC	2.735bB	2.523bBC	2.391b
Média	2.090C	2.441B	2.431B	2.987A	2.849A	-
CV (%)	11					

¹ Cobertura com 45 kg ha⁻¹ de N, aos 10 DAE.

Médias seguidas por letras minúsculas não diferem entre as linhas e, seguidas por maiúsculas, quanto ao nível de N. Teste DMS a 5% de significância.

Fonte: Kluthcouski et al. (2006).

Em condições de média fertilidade, baixo teor de matéria orgânica e, principalmente, em solo com 70% de areia, no manejo convencional do solo, a antecipação do nitrogênio também propiciou aumentos significativos no rendimento de várias cultivares de feijão até a dose de 90 kg ha⁻¹ (Tabela 4), indicando que as perdas de nitrogênio podem não ter sido expressivas nas condições químicas, físicas e de manejo desse solo.

Tabela 4. Efeito da aplicação antecipada de nitrogênio sobre a produtividade de doze cultivares de feijão. Brejinho de Nazaré, TO. 2005.

Cultivar	Dose de nitrogênio (kg ha ⁻¹) ¹					Média ²
	0	30	60	90	120	
Requinte	1.091	1.101	1.564	2.763	2.593	1.822de
Pérola	783	1.205	2.021	2.393	2.196	1.719ef
Pontal	1.400	1.471	2.277	2.442	2.804	2.079bc
Princesa	1.204	1.432	2.245	2.449	2.663	1.999bc
Carioca	1.608	1.617	2.260	2.759	2.531	2.155ab
C. Pitoco	1.676	1.710	2.377	2.752	3.081	2.319 a
Jalo	1.021	1.339	1.590	2.045	2.230	1.645f
Radiante	1.107	1.459	1.973	2.538	2.604	1.936cd
Valente	934	1.353	1.933	2.663	2.724	1.922cd
D. Negro	1.221	1.635	2.284	2.612	2.861	2.123b
Grafite	1.296	1.376	2.040	2.972	2.689	2.075bc
Rudá	1.586	1.962	2.499	2.878	2.599	2.305a
Média	1.244D	1.472C	2.089B	2.605A	2.631A	
CV(%)	14					

¹ Nitrogênio na forma de uréia, aplicada imediatamente antes do plantio. Adubação de base com 200 kg ha⁻¹ de 04-18-08 + micronutrientes.

² Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem entre si quanto ao nível de N, e minúsculas, quanto às cultivares, no nível de 5% pelo teste de Duncan.

Fonte: Kluthcouski et al. (2006).

Nas várzeas tropicais, mais especificamente nos municípios tocantinenses de Lagoa da Confusão e Formoso do Araguaia, em solos classificados como Inceptissolos, o manejo do N na cultura do feijoeiro tem sido objeto de investigação de vários pesquisadores. Santos e Silva (2002), por exemplo, verificaram, em áreas de várzeas no sistema de subirrigação, em Formoso do Araguaia, TO, que os efeitos das doses 0, 40, 80, 120 e 160 kg de N ha⁻¹, em cobertura, aos 25 DAE seguindo as recomendações convencionais, foram lineares, em dois anos, sobre o rendimento do feijão, sendo a produtividade máxima estimada de 2.753 kg ha⁻¹, com 175 kg de N ha⁻¹.

Assim, nas várzeas do Tocantins, a aplicação do nitrogênio, exclusivamente em cobertura, pode resultar em maior retardamento na disponibilização desse nutriente para as plantas, bem como dos demais nutrientes que se encontram no complexo orgânico do solo.

Num outro estudo, em que se comparou o efeito da aplicação antecipada de N combinada com diferentes fontes de fertilizante, constatou-se que, independentemente do fertilizante aplicado, a antecipação do N resultou em um aumento médio de 66% no rendimento de grãos da cultivar de feijão Carioca Precoce (Tabela 5). O efeito da antecipação do N no tratamento em que não se aplicou macro ou micronutriente demonstra a importância do nitrogênio no cultivo do feijoeiro, nas condições de várzeas, evidenciando que esse é o nutriente mais limitante na fase inicial de desenvolvimento da cultura naquelas condições.

Tabela 5. Efeito de fontes de fertilizantes e da antecipação ou não da aplicação do nitrogênio sobre o rendimento do feijão, cultivar Carioca Precoce, em várzea tropical com subirrigação, em Lagoa da Confusão, TO, em 2003.

Fertilizante ¹	Rendimento (kg ha ⁻¹)		
	Sem N antecipado	Com N antecipado ²	Média
Sem adubo	954	2.321	1.638c
04-24-12	1.857	2.996	2.427a
Escória ³	1.505	2.872	2.189b
N3Yoorin S2 ⁴	2.311	2.830	2.571a
Média	1.657	2.755	-
DMS	171,5		
CV (%)	11,4		

¹ Aplicação de 400 kg ha⁻¹.

² Aplicação de 90 kg de N ha⁻¹, na forma de uréia, imediatamente antes da semeadura.

³ Resíduo de siderurgia contendo, principalmente, silício, cálcio e magnésio.

⁴ Fertilizante contendo micronutrientes.

Fonte: Kluthcouski et al. (2006).

Na Fig. 2 são expostos os dados, também, das várzeas tropicais, sobre o comportamento médio das cultivares e linhagens testadas, em relação às doses de N incorporadas imediatamente antes da semeadura. A dose de 90 kg de N ha^{-1} , em pré-semeadura, foi também a mais eficiente para todas as cultivares e linhagens avaliadas, destacando-se a cultivar Carioca.

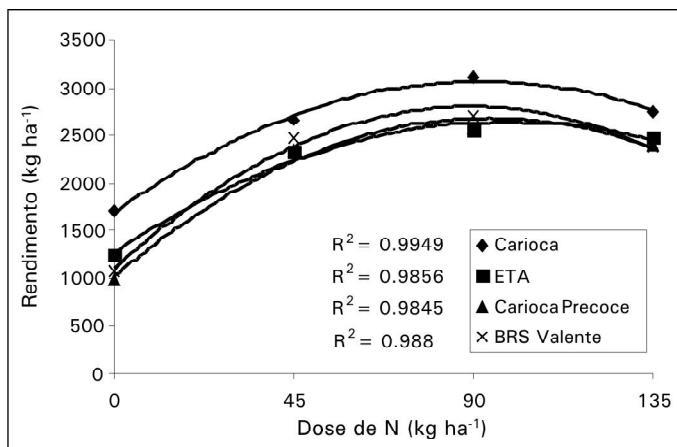


Fig. 2. Efeitos de doses de nitrogênio, aplicadas imediatamente antes da semeadura, sobre a produtividade de cultivares e linhagens¹ de feijão, em várzea tropical, em Lagoa da Confusão, TO, em 2004. Fonte: Kluthcouski et al. (2006).

Os resultados obtidos nos estudos sobre a aplicação de nitrogênio na cultura do feijoeiro permitem inferir que a aplicação de todo o N, por ocasião da semeadura, é a prática mais indicada. Com essa possibilidade, abriu-se a perspectiva de redução do espaçamento entre fileiras de plantas, o que resultará em diminuição do número de tratos culturais na lavoura de feijoeiro, bem como do uso de herbicidas pós-emergentes.

Referências

BARBER, S. A. *Soil nutrient bioavailability: a mechanistic approach.* 2nd ed. New York: J. Wiley, 1995. 414 p.

¹ETA corresponde a uma mistura de linhagens de feijão preto precoce.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, F. R. de A. Manejo antecipado do nitrogênio nas principais culturas anuais. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 113, p. 1-24, mar. 2006. Encarte técnico.

LOPES, A. S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L. R. G.; SILVA, C. A. **Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo.** São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2004. 110 p.

SÁ, J. C. de M. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S.; LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G.; FAQUIN, V.; FURTINI NETO, A. E.; CARVALHO, J. G. (Ed.). **Inter-relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas.** Lavras: SBCS: UFLA, 1999. p. 291-309.

SANTOS, A. B. dos; SILVA, O. F. da. Manejo do nitrogênio. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. (Ed.). **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 207-216.

SILVA, G. de M. e; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A. Manejo da adubação nitrogenada no feijoeiro irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 32, n. 1, p. 1-5, jan./jun. 2002.