

# Comunicado 161

## Técnico

ISSN 1517-1469  
ISSN online 2176-5073  
Planaltina, DF  
Fevereiro, 2009

### Adubação Nitrogenada Tardia na Soja Cultivada em Latossolos do Cerrado

Ieda de Carvalho Mendes<sup>1</sup>  
Fábio Bueno dos Reis Junior<sup>2</sup>  
Mariangela Hungria<sup>3</sup>  
Djalma Martinhão Gomes de Sousa<sup>4</sup>  
Rubens José Campo<sup>5</sup>

Foto: Sérgio Abud da Silva e Plínio Itamar de Mello Souza



#### Introdução

Desde o início da expansão do cultivo da soja nas áreas de primeiro cultivo de Cerrado, na década de 1970, houve o temor, por parte dos agricultores, de que somente a inoculação não fosse suficiente para suprir todo o nitrogênio necessário para se alcançar boas produtividades. Várias pesquisas realizadas na década de 1980 (VARGAS; SUHET, 1980; VARGAS et al., 1982) demonstraram que, utilizando-se um inoculante de boa qualidade, a prática da adubação nitrogenada na semeadura da soja era totalmente desnecessária. Mesmo em solos com grande quantidade de resíduos vegetais (26 ton/ha), não foi observada resposta da soja à aplicação de fertilizantes nitrogenados, em doses de N de até 30 kg por ha (VARGAS et al., 1982). Mais recentemente, resultados semelhantes (HUNGRIA et al., 1997; MENDES et al., 2003; HUNGRIA et al., 2006) confirmaram que não há a necessidade da utilização de doses de “arranque” de

adubo nitrogenado na semeadura, visando superar possíveis problemas relacionados à imobilização do N mineral do solo e (ou) à competição inicial com ervas daninhas, tanto em áreas de plantio direto quanto de plantio convencional da soja.

Entretanto, o avanço do plantio direto na região do Cerrado, o lançamento de cultivares com teto elevado de produtividade e os resultados de pesquisa obtidos nos Estados Unidos (WESLEY et al., 1998; LAMOND; WESLEY, 2001), evidenciando resposta da soja inoculada à aplicação tardia de nitrogênio no pré-florescimento e no início do enchimento de grãos, voltaram a gerar dúvidas sobre a necessidade de adubar a soja brasileira com fertilizantes nitrogenados. Essas informações precisavam ser avaliadas de forma sistematizada pela pesquisa, pois poderiam desestimular o agricultor com relação à necessidade da prática de reinoculação da soja, acarretando prejuízos para a fixação biológica.

<sup>1</sup> Engenheira Agrônoma, Ph.D., pesquisadora da Embrapa Cerrados, mendesi@cpac.embrapa.br

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph.D., pesquisador da Embrapa Cerrados, fabio@cpac.embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheira Agrônoma, D.Sc., pesquisadora da Embrapa Soja, hungria@cnpso.embrapa.br

<sup>4</sup> Químico, M.Sc., pesquisador da Embrapa Cerrados, dmgsousa@cpac.embrapa.br

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, Ph.D., pesquisador da Embrapa Soja, rjcampo@cnpso.embrapa.br

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar o efeito da suplementação com diferentes fertilizantes nitrogenados, no pré-florescimento e no início do enchimento de grãos, sobre o rendimento da soja cultivada em latossolos do Cerrado.

## Estabelecimento dos Experimentos

Foram conduzidos na Embrapa Cerrados, em Planaltina, DF, 15 ensaios entre as safras 2000/2001 a 2005/2006 em latossolos com populações estabelecidas de *Bradyrhizobium* capazes de nodular a soja, estimadas em torno de 10.000 células/g solo.

Dos 15 experimentos, 12 foram conduzidos em um Latossolo Vermelho-Amarelo (LVA), argiloso, sendo seis experimentos sob o sistema de plantio direto (PD) e seis sob plantio convencional (PC). As áreas de PD e PC eram adjacentes e vinham sendo cultivadas sob esses dois sistemas desde 1993. Em ambas as áreas, a soja foi cultivada após milho. Os outros três experimentos foram conduzidos em um Latossolo Vermelho distroférico (LVd), textura muito argilosa, desmatado em 1980 e cultivado com soja e milho no sistema de PC desde então.

O delineamento dos 15 experimentos foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram: (1) Inoculação padrão (IP) com as estirpes SEMIA 5079 (CPAC-15) e SEMIA 5080 (CPAC-7) na dose de 500 g de inoculante turfoso/50 kg de sementes, correspondendo a uma concentração de  $1.0 \times 10^6$  células/semente; (2) IP + 200 kg N/ha na forma de uréia (dividido em duas aplicações de 100 kg/ha na semeadura e 100 kg/ha no início do florescimento, estágio R1 do desenvolvimento da soja); (3) IP + 50 kg de N/ha na forma de nitrato de amônio em R1 (início do florescimento); (4) IP + 50 kg de N/ha na forma de sulfato de amônio em R1 (início do florescimento); (5) IP + 50 kg de N/ha na forma de nitrato de amônio em R5 (enchimento de grãos) e (6) IP + 50 kg de N/ha na forma de sulfato de amônio em R5. A área das parcelas foi de 8,0 m x 4,0 m nos experimentos conduzidos no LVA e de 6,0 m x 4,0 m nos experimentos conduzidos no LVd.

Em cada experimento, a correção e adubação com P, K, S e micronutrientes foram realizadas de acordo com os resultados da análise do solo, expectativa de produção da soja e histórico da área (SOUSA; LOBATO, 2004). Nas áreas sob PD e PC, localizadas no LVA, a cultivar EMGOPA 316 (ciclo curto, 116 dias) foi utilizada em todos os experimentos com exceção dos anos agrícolas 2004/2005 e 2005/2006, em que foi utilizada a cultivar EMGOPA 313 (ciclo longo, 138 dias). Nos experimentos conduzidos no LVd, foi utilizada a cultivar Celeste (ciclo longo, 136 dias).

Em todos os experimentos, a densidade de plantio foi de 17 sementes por metro linear em um espaçamento de 45 cm. A produção de grãos foi calculada com base na colheita de uma área útil de 12,6 m<sup>2</sup> (experimentos do LVA) e de 10,0 m<sup>2</sup> (experimentos do LVd), corrigindo-se a umidade para 13 %.

As análises de variância foram efetuadas utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS Institute, Cary, NC) e as diferenças estatísticas foram determinadas pelo teste de Duncan no nível de 5 % de probabilidade. Para cada uma das três áreas (LVA plantio direto, LVA plantio convencional e LVd plantio convencional), foi feita uma análise conjunta dos dados englobando todos os experimentos conduzidos em cada local.

## Efeitos da Suplementação Tardia com N no Rendimento da Soja

Na Tabela 1, são apresentados os dados de rendimento de grãos nos experimentos conduzidos no LVA cultivado sob PC. Não foram detectadas diferenças estatísticas entre os tratamentos, exceto na safra 2002/2003, quando houve resposta significativa à adubação com 200 kg de N/ha na forma de uréia. Na análise conjunta dos seis experimentos conduzidos nessa área, os rendimentos de grãos obtidos nos tratamentos com 50 kg de N/ha na forma de nitrato de amônio aplicados em R1; 50 kg de N/ha na forma de sulfato de amônio aplicados em R1 e R5 e 200 kg de N/ha na forma de uréia foram superiores ao do tratamento apenas com inoculação. Os ganhos de produtividade nesses tratamentos com nitrogênio foram, em média, de 154 kg de grãos/ha.

**Tabela 1.** Rendimento de grãos de soja (kg/ha) em resposta à reinoculação e à aplicação suplementar, tardia, de diferentes fertilizantes nitrogenados num LVA argiloso cultivado sob plantio convencional.

Tratamentos	Safras						Médias
	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	
	Grãos (kg/ha)						
Controle (IP)	3282	2868	3245 b	3482	2971	3797	3280 c
IP + 50 kg/ha de N nitrato de amônio R1	3520	2999	3236 b	3640	3185	4130	3433 a
IP + 50 kg/ha de N sulfato de amônio R1	3431	3042	3214 b	3614	3147	3881	3407 ab
IP + 50 kg/ha de N nitrato de amônio R5	3398	2956	3330 ab	3670	2759	3921	3339 abc
IP + 50 kg/ha de N sulfato de amônio R5	3405	3186	3318 ab	3711	3213	3844	3447 a
IP + 200 kg/ha de N uréia	3491	3116	3442 a	3660	3052	3885	3441 a
CV (%)	7,0 ns	7,1 ns	2,6**	7,3 ns	9,6 ns	7,3 ns	

ns = diferenças não significativas

\*\* diferenças significativas ( $p < 0,05$ )

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan 5%.

IP = Inoculação padrão com *B. japonicum* (SEMIA 50879 e SEMIA 5080).

Os dados de rendimento de grãos nos experimentos conduzidos no LVA cultivado sob PD são apresentados na Tabela 2. Apenas na safra 2000/2001, houve resposta significativa à adubação com 50 kg de N/ha na forma de sulfato de amônio na fase R5. Nas demais safras, não houve diferença entre os tratamentos. Na análise

conjunta dos seis experimentos, os tratamentos com 50 kg de N/ha na forma de sulfato de amônio aplicados em R5 e 200 kg de N/ha na forma de uréia apresentaram rendimentos superiores aos do tratamento apenas com inoculação (incremento médio de 176 kg de grãos/ha).

**Tabela 2.** Rendimento de grãos de soja (kg/ha) em resposta à reinoculação e à aplicação suplementar, tardia, de diferentes fertilizantes nitrogenados num LVA argiloso cultivado sob plantio direto.

Tratamentos	Safras						Médias
	2000/2001	2001/2002	2002/2003	2003/2004	2004/2005	2005/2006	
	Grãos (kg/ha)						
Controle (IP)	3466 b	2827	2871	3187	2976	3562	3148 b
IP + 50 kg/ha de N nitrato de amônio R1	3607 ab	2772	2889	3009	3361	3833	3250 ab
IP + 50 kg/ha de N sulfato de amônio R1	3571 ab	2826	2952	3210	3381	3682	3260 ab
IP + 50 kg/ha de N nitrato de amônio R5	3796 ab	2878	2787	3394	3051	3711	3269 ab
IP + 50 kg/ha de N sulfato de amônio R5	3872 a	2919	2818	3247	3279	3820	3326 a
IP + 200 kg/ha de N uréia	3764 ab	3017	2791	3075	3261	3838	3323 a
CV (%)	6,7 *	7,4 ns	6,5 ns	13,5 ns	8,2 ns	5,6 ns	

ns = diferenças não significativas

\* diferenças significativas ( $p < 0,1$ )

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan 5%.

IP = Inoculação padrão com *B. japonicum* (SEMIA 50879 e SEMIA 5080).

Em nenhum dos três experimentos conduzidos no LVd, houve diferenças entre os tratamentos (Tabela 3). Entretanto, na análise conjunta, o tratamento com 200 kg de N/ha e os tratamentos adubados com nitrato de amônio e sulfato de amônio em R5 apresentaram rendimento de grãos superiores ao obtido apenas com a inoculação. Esses ganhos de produtividade foram, em média, de 216 kg de grãos/ha.

Independente da significância estatística, analisando-se a média dos rendimentos de grãos da soja em cada uma das três áreas, observa-se que a aplicação de nitrato de amônio e sulfato de amônio nas fases de pré-florescimento e enchimento de grãos promoveu incrementos no rendimento da cultura, que variaram de 1,0 a 4,3 sacas de soja a mais por hectare (Tabelas 1 a 3). No entanto, ao se considerar, a título de exemplo, os custos de 50 kg

de N na forma de sulfato de amônio (no DF, em julho de 2009, da ordem de US\$ 94) e o custo da saca de soja (em julho de 2009 da ordem de US\$ 22), observa-se que, mesmo na melhor das hipóteses (um ganho de 4 sacas de soja por ha), não existiria lucro para os produtores, já que a diferença entre a receita referente ao acréscimo de produção (neste exemplo US\$ 88) não supera o custo de produção com o uso do adubo. Deve ser destacado que, nesses cálculos, não foram incluídos os preços do transporte do adubo e de sua aplicação. Outro ponto importante é que embora os resultados não justifiquem economicamente a aplicação suplementar de N na

soja, eles apontam para a necessidade permanente de aprimoramento dos estudos em fixação biológica de nitrogênio, para que esse processo possa continuar suprindo as crescentes necessidades da cultura da soja em N, em consequência do aumento nos tetos de produtividade.

Na Região Sul, Hungria et al. (2006) verificaram, em experimentos conduzidos sob PD e PC, em Londrina e Ponta Grossa, PR, que a aplicação de 50 kg de N/ha na forma de uréia, tanto no estágio R2 como em R4, não promoveu ganhos de produtividade na soja.

**Tabela 3.** Rendimento de grãos de soja (kg/ha) em resposta a reinoculação e à aplicação suplementar, tardia, de diferentes fertilizantes nitrogenados num LVd argiloso cultivado sob plantio convencional.

Tratamentos	Safras			
	2001/2002	2002/2003	2003/2004	Médias
	----- Grãos (kg/ha) -----			
Controle (IP)	3701	4159	3711	3857 b
IP + 50 kg/ha de N nitrato de amônio R1	3697	4332	3892	3973 ab
IP + 50 kg/ha de N sulfato de amônio R1	3844	4347	3808	3999 ab
IP + 50 kg/ha de N nitrato de amônio R5	3947	4382	3764	4031 a
IP + 50 kg/ha de N sulfato de amônio R5	3912	4382	3934	4076 a
IP + 200 kg/ha de N uréia	3923	4371	4047	4113 a
CV(%)	4,8 ns	6,6 ns	7,0 ns	

ns = diferenças não significativas

Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Duncan 5 %.

IP = Inoculação padrão com *B. japonicum* (SEMIA 50879 e SEMIA 5080).

Na literatura internacional, estudos de campo sobre a adubação nitrogenada tardia da soja evidenciam tanto a ocorrência de respostas positivas (WESLEY et al., 1998; GAN et al., 2003) bem como a ausência dessas respostas (WELCH et al., 1973; PAPACOSTA; VERESOGLOU, 1989; WOOD et al., 1993; KOUTROUBAS et al., 1998). Entretanto, os resultados obtidos em outros países não podem ser extrapolados para as condições brasileiras, tendo em vista as interações entre o tipo de solo, clima e os genótipos do macro e microsmbionte. Por exemplo, nos experimentos conduzidos por Wesley et al. (1998), os aumentos de produtividade médios foram da ordem de 470 kg de grãos com a aplicação tardia (estádio R3) de apenas 20 kg de N/ha, resultados bem diferentes dos reportados no presente estudo conduzido em latossolos de Cerrado. Cabe ainda destacar que, nos estudos conduzidos no Kansas, EUA (WESLEY et al., 1998), as respostas à adubação suplementar tardia

só ocorreram em áreas onde a soja era irrigada e apresentava níveis médios de produtividade superiores a 3.700 kg/ha. Outro ponto importante é que as relações custo/benefício do uso dos adubos nitrogenados também variam entre os países.

A divulgação dos resultados obtidos nesta pesquisa é importante para que um manejo mais adequado seja utilizado pelos produtores, evitando o uso desnecessário de fertilizantes nitrogenados, o que poderia acarretar significativos aumentos no custo de produção da soja. Para se ter uma idéia do que isso representaria, em julho de 2009, o uso de 50 kg de N/ha na soja cultivada no Brasil resultaria em um custo adicional de cerca de US\$ 100/ha (preço médio do quilo de nitrogênio em torno de US\$ 2,00, cotação do dólar R\$ 2,00), totalizando 2,2 bilhões de dólares nos 22 milhões de hectares cultivados com soja.

## Conclusões

A inoculação da soja proporciona a melhor relação custo/benefício tornando desnecessária a suplementação tardia com adubos nitrogenados.

## Recomendação

Independentemente do sistema de manejo (plântio direto ou convencional), a inoculação com rizóbios promove a melhor relação custo/benefício no cultivo da soja, tornando desnecessário o uso de adubo em qualquer estágio do crescimento dessa cultura.

## Agradecimentos

Ao técnico agrícola Osmar Teago de Oliveira e aos funcionários do laboratório de Microbiologia do Solo da Embrapa Cerrados Maria das Dores Silva, Edvaldo Oliveira Neves e Clodoaldo Alves de Sousa pela valiosa contribuição na condução dos trabalhos.

Os microbiologistas da Embrapa Cerrados e Embrapa Soja são apoiados em suas pesquisas pelo CNPq/Finep/MCT, Instituto do Milênio. Lêda de Carvalho Mendes e Mariangela Hungria agradecem ao auxílio de bolsas e financiamento de projetos pelo CNPq.

## Referências

- GAN, Y.; STULEN, I.; VAN KEULEN, H.; KUIPER, P. J. C. Effect of N fertilizer top-dressing at various reproductive stages on growth, N<sub>2</sub> fixation and yield of three soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) genotypes. **Field Crops Research**, v. 80, p. 147-155, 2003.
- HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; CAMPO, R. J.; CRISPINO C. C.; MORAES, J. Z.; SIBALDELLI, R. N. R.; MENDES, I. C.; ARIHARA, J. Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of biological N<sub>2</sub> fixation and of N fertilizer to grain yield. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 86, p. 927-939, 2006.
- HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T.; CAMPO, R. J.; GALERANI, P. R. **Adubação nitrogenada na soja?** Londrina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997. 4 p. (Comunicado Técnico, 57).
- KOUTROUBRAS, S. D.; PAPAOKOSTA, D. K.; GAGIANAS, A. A. The importance of early dry matter and nitrogen accumulation in soybean yield. **European Journal of Agronomy**, v. 9, p. 1-10, 1998.
- LAMOND, R. E.; WESLEY, T. L. Adubação nitrogenada no momento certo para soja de alta produtividade. **Informações Agronômicas**, v. 95, p. 6-7, 2001.
- MENDES, I. C.; HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T. Soybean response to starter nitrogen and *Bradyrhizobium* inoculation on a cerrado oxisol under no-tillage and conventional tillage systems. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 81-87, 2003.
- PAPACOSTA, D. K., VERESOGLOU, D. S. Responses of soybean cultivars to inoculation and nitrogen application in Greece in fields free of *Bradyrhizobium japonicum*. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 163, p. 275-283, 1989.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 416 p.
- VARGAS, M. A. T.; PERES, J. R. R.; SUHET, A. R. Adubação nitrogenada, inoculação e épocas de calagem para a soja em um solo sob Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 17, p. 1227-1132, 1982.
- VARGAS, M. A. T., SUHET, A. R. Efeitos de tipos e níveis de inoculantes na soja cultivada em um solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 15, p. 343-347, 1980.
- WEAVER, R. W.; FREDERICK, L. B. Effect of inoculum rate on competitive nodulation of *Glycine max* L. Merrill. I - Greenhouse studies **Agronomy Journal**, v. 66, p. 229-232, 1974.
- WELCH, L. F.; BOONE, L. V.; CHAMBLISS, C. G.; CHRISTIANSEN, A. T.; MULVANEY, D. L.; OLDHAM, M. G.; PENDLETON, J. W. Soybean yields with direct and residual nitrogen fertilization. **Agronomy Journal**, v. 65, p. 547-550, 1973.
- WESLEY, T. L.; LAMOND, R. E.; MARTIN, V. L.; DUNCAN, S. R. Effects of late-season nitrogen fertilizer on irrigated soybean yield and composition. **Journal of Production Agriculture**, v. 11, p. 331-336, 1998.
- WOOD, C. W.; TORBERT, H. A.; WEAVER, D. B. Nitrogen fertilizer effects on soybean growth, yield, and seed composition. **Journal of Production Agriculture**, v. 6, p. 354-360, 1993.

## Comunicado Técnico, 161

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Cerrados**  
**Endereço:** BR 020 Km 18 Rod. Brasília/Fortaleza  
Caixa postal: 08223 CEP 73310-970  
**Fone:** (61) 3388-9898 **Fax:** (61) 3388-9879  
sac@cpac.embrapa.br

1ª edição  
1ª impressão (2009): 100 exemplares  
Edição online (2009)

**Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**



## Comitê de publicações

**Presidente:** *Fernando Antônio Macena da Silva*  
**Secretária Executiva:** *Marina de Fátima Vilela*  
**Secretária:** *Maria Edilva Nogueira*

## Expediente

**Supervisão editorial:** *Jussara Flores de Oliveira Arbués*  
**Equipe de revisão:** *Francisca Eljani do Nascimento*  
*Jussara Flores de Oliveira Arbués*  
**Assistente de revisão:** *Elizelva de Carvalho Menezes*  
**Normalização bibliográfica:** *Paloma Guimarães C. Oliveira*  
**Editoração eletrônica:** *Leila Sandra Gomes Alencar*  
**Impressão e acabamento:** *Divino Batista de Souza*  
*Alexandre Moreira Veloso*