

RESPOSTAS DE CULTIVARES DE SOJA À ADUBAÇÃO NITROGENADA TARDIA EM SOLOS DE CERRADO¹

FABIANO ANDRÉ PETTER^{2*}, LEANDRO PEREIRA PACHECO², FRANCISCO DE ALCÂNTARA NETO², GLÊNIO GUIMARÃES SANTOS³

RESUMO - Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação tardia de diferentes doses de nitrogênio em diferentes cultivares de soja. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições em esquema fatorial 3 x 5, compostos pela combinação três variedades de soja: Conquista (ciclo precoce), Pioneer 98C81 (ciclo médio) e M-Soy 9350 (ciclo tardio) e cinco doses de nitrogênio: zero; 20; 40; 80 e 160 kg ha⁻¹, aplicado no estágio fenológico R.1 (início da floração), utilizando-se uréia como fonte de nitrogênio. A aplicação de 20 e 40 kg ha⁻¹ de N proporcionou aumento no número de vagens por planta em todos os cultivares. Efeito no peso de mil sementes foi verificado apenas para o cultivar conquista, com a aplicação de 20 e 40 kg ha⁻¹ de N. A produtividade foi reduzida com a aplicação de 80 e 160 kg ha⁻¹ de N e aumentada com a aplicação de 20 e 40 kg ha⁻¹ de N. Houve comportamento semelhante dos cultivares quanto aos componentes de produção e produtividade quando submetidos à aplicação de nitrogênio de forma tardia. Embora se observasse aumento na produção em torno de 300 kg ha⁻¹, ainda é economicamente inviável a aplicação de nitrogênio na cultura da soja.

Palavras-chave: *Glycine max*. Produtividade. Fertilização. Componentes de produção. Fixação biológica.

RESPONSES OF SOYBEAN CULTIVARS TO NITROGEN FERTILIZER LATE IN CERRADO SOILS

ABSTRACT - The aim was to evaluate the effect of late application of different nitrogen levels in different cultivars. The experimental design was a block design with four replications in a factorial 3 x 5 compounds by combining three soybean varieties: Conquest (early season), Pioneer 98C81 (medium cycle) and M-Soy 9350 (late maturity) and five nitrogen rates: zero, 20, 40, 80 and 160 kg ha⁻¹ applied at growth stage R.1 (early flowering), using urea as nitrogen source. The application of 20 and 40 kg N ha⁻¹ provided an increase in the number of pods per plant in all cultivars. Effect on thousand seed weight in cultivar checked only for conquest, with the application of 20 and 40 kg ha⁻¹ N. Yield was reduced with application of 80 and 160 kg N ha⁻¹ and increased with the application of 20 and 40 kg ha⁻¹ N. There was a similar behavior among cultivars for yield components and yield when subjected to nitrogen in a late period. Although it was observed an increase in production around 300 kg ha⁻¹, is still not economically viable application of nitrogen in soybean.

Keywords: *Glycine max*. Productivity. Fertilization. Yield components. Biological fixation.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 23/03/2011; aceito em 23/08/2011.

²Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Fitotecnia, Universidade Federal do Piauí - UFPI/CPCE, 64.900-000, Bom Jesus - PI; petter@ufpi.edu.br; leandropacheco@gmail.com; fneto@ufpi.edu.br

³Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal do Piauí - UFPI/CPCE, 64.900-000, Bom Jesus - PI; gleniogm@ufpi.edu.br

INTRODUÇÃO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é muito exigente em nitrogênio (N), o qual se constitui o elemento mineral requerido em maior quantidade pela cultura (EMBRAPA, 2001). Quantidades médias de 80 kg ha⁻¹ de N são requeridas para a produção de uma tonelada de soja em grãos, em que aproximadamente 50 kg ha⁻¹ são alocados para os grãos e 30 kg ha⁻¹ ficam nos restos culturais (HUNGRIA et al., 2001).

Parte do N requerido é fornecida via fixação simbiótica com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que dependem de simbioses altamente eficazes (NICOLÁS et al., 2006). Segundo Barberi et al. (2004), com o avanço das pesquisas em microbiologia do solo tornaram-se possíveis a obtenção de quase todo o N demandado pela cultura, com o uso de estirpes de rizóbios (*Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii*). Alves et al. (2006) observaram acúmulo médio de 193 kg ha⁻¹ de N na cultura da soja, proveniente da FBN.

No solo a matéria orgânica é a principal fonte de N para as culturas, contendo em média 5% de N, constituindo um reservatório de nutrientes para as plantas. Pelo processo de decomposição da matéria orgânica promove-se a sustentabilidade biológica e a produtividade dos ecossistemas (SCHLOTTER et al., 2003). A liberação ou imobilização dos nutrientes depende da dinâmica dos microrganismos, da quantidade de resíduos vegetais, do rápido retorno e eficiência de utilização de carbono pela microbiota (BAUDOIN et al., 2003). De maneira geral, os solos de cerrado fornecem em média de 20 a 40 kg ha⁻¹ de N (CHUEIRI et al., 2005).

Em sistemas de produção de soja de alta tecnologia, em que muitas vezes altas produtividades são obtidas, as necessidades de N requerida são grandes, demandando quantidades próximas a 300 kg ha⁻¹ de N que serão alocados para as sementes em desenvolvimento durante o enchimento das vagens (LAMOND; WESLEY, 2001). Contudo, o suprimento de N pode não ser totalmente atendido mediante a fixação biológica e fornecimento do solo, ne-

cessitando, portanto de adubações nitrogenadas complementares para altas produtividades. Esse fato se agrava em solos arenosos com baixos teores de matéria orgânica e baixa capacidade de troca catiônica e aniônica, em que as perdas de N por lixiviação, principalmente na forma de amônio (NH₄⁺) e nitrato (NO₃⁻) são mais evidentes (SANGOI et al., 2002). Segundo Costa et al. (2009), devido essa mobilidade do N no solo, sua eficiência ainda é muito questionada. A eficiência da FBN depende de disponibilidade de nutrientes no solo (LEITE et al., 2009).

Diversos trabalhos nas últimas décadas abordaram a capacidade da FBN em suprir toda a demanda de N para a cultura da soja. Alguns desses trabalhos (VARGAS et al., 1982; MENDES et al., 2003) demonstram que não há necessidade de adubação nitrogenada complementar para a cultura da soja. Por outro lado, outros (WESLEY et al., 1998; GAN et al., 2002, 2003) apontam para uma necessidade de se fazer adubação complementar. Recentemente, Mendes et al. (2008) verificaram que a adubação complementar com N no cultivo da soja em Latossolo Amarelo na região dos Cerrados não apresenta benefícios econômicos que viabilizem sua utilização. Os diferentes resultados apontam para um efeito de condições edafoclimáticas específicas para cada região.

O objetivo deste trabalho foi verificar o efeito da adubação nitrogenada no início do florescimento sobre a produtividade e os componentes de produção na cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo no município de Nova Xavantina – MT (14° 41' 48" de Latitude e 52° 20' 55" de Longitude e altitude de 310 m), no período de novembro de 2007 a abril de 2008 em solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico – LVd.

A análise textural do solo, na camada de 0-20 cm apresentou 560 g kg⁻¹ de argila, 80 g kg⁻¹ de silte e 340 g kg⁻¹ de areia. As composições químicas do solo estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química do solo (0-20 cm) da área experimental antes da instalação do experimento, safra 2007/2008 em Nova Xavantina, MT.

pH	P (Melich)	K	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O. ¹
CaCl ₂	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³				g dm ⁻³
5,8	12,4	70,0	3,0	0,8	0,0	4,02	22,7
V ²	CTC ³	Fe	B	Mn	Zn	Cu	S
%	cmol _c dm ⁻³		mg dm ⁻³				
49	8,0	52	0,3	46	2,5	1,8	8,0

¹M.O.: matéria orgânica; ²V%: saturação por bases; ³CTC: capacidade de troca catiônica.

O clima da região é do tipo Aw segundo a classificação de Köppen, com duas estações bem definidas, sendo uma seca que vai de maio a setembro e outra chuvosa que vai de outubro a abril. As condições climáticas ocorridas durante a condução do experimento estão apresentadas na Figura 1.

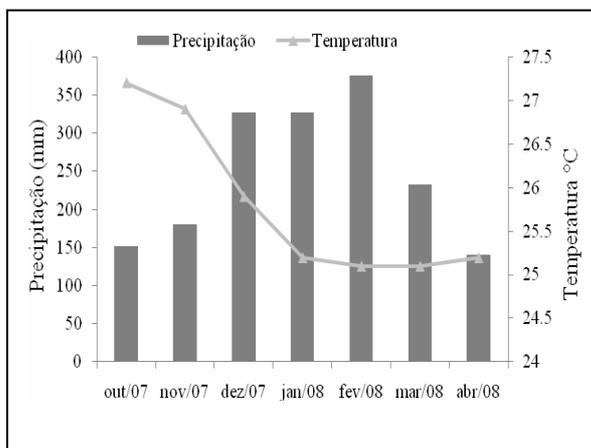


Figura 1. Precipitação (mm) e temperatura média (°C) ocorrida em Nova Xavantina, MT, durante a condução do experimento.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 3 x 5, com quatro repetições, compostos pela combinação de três cultivares de soja: Conquista (ciclo precoce), Pioneer 98C81 (ciclo médio) e M-Soy 9350 (ciclo tardio) e cinco doses de nitrogênio: zero; 20; 40; 80 e 160 kg ha⁻¹, aplicado no estágio fenológico R.1 (início da floração), utilizando-se como fonte de N a uréia.

A semeadura da soja foi realizada no dia 15 de novembro de 2007, em sistema de plantio direto, com espaçamento entre linhas de 0,45 m, e 12-13 plantas por metro linear, totalizando uma população de 280 mil plantas ha⁻¹. Cada parcela foi composta por nove fileiras espaçadas em 0,45 m e com 10 m de comprimento. Para a área útil foi descartado 1 m de cada lado da parcela e 1 m nas extremidades, perfazendo 16,4 m² de área útil. A aplicação dos tratamentos com uréia foi realizada com distribuição manual a lanço.

A adubação (N-P-K + micro) de base constituiu da aplicação de 380 kg ha⁻¹ da fórmula 00-18-18 + micro. O solo foi cultivado, anteriormente com soja por mais de quinze anos. As sementes foram inoculadas com estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080.

No estágio fenológico R6 (vagem totalmente cheia) avaliou-se o número de vagens por planta, tomando-se aleatoriamente 20 plantas por parcela. Na colheita foi avaliado o peso de mil sementes coletando-se 20 plantas por parcela e a produtividade em kg ha⁻¹, padronizados a 14% de umidade colhendo-se a área útil da parcela.

Durante o desenvolvimento da cultura foram

realizados tratamentos fitossanitários, com a aplicação do inseticida methamidophos (420 g ha⁻¹) para o controle de pragas e duas aplicações de fungicidas, sendo a primeira de trifloxistrobina + ciproconazol (65,63 + 28 g ha⁻¹) e a segunda com o fungicida tebuconazole (100 g ha⁻¹) visando o controle de doenças.

Os tratamentos fitossanitários foram realizados utilizando-se um pulverizador costal pressurizado com CO₂, acoplado a barra com quatro pontas de pulverização XR 110.020, aplicando-se volume de calda equivalente a 125 l ha⁻¹ para evitar a entrada de trator dentro da área experimental.

Os dados foram submetidos à análise de variância. Utilizou-se da regressão polinomial para auxiliar na escolha do modelo que se ajustasse aos dados de produtividade obtidos para cada cultivar, bem como os valores do coeficiente de determinação (R²) associado a cada modelo de regressão. A significância dos parâmetros das equações foi determinada utilizando-se o teste “t” de Student a 5% de probabilidade.

A partir da primeira derivada de cada equação de regressão e igualando-as a zero, obteve-se o ponto de máxima dose de N. Os valores obtidos foram substituídos em suas equações principais e, obtidos os valores de máxima eficiência agrônômica (MEA) referentes a cada cultivar avaliada. Para a determinação da máxima eficiência econômica (MEE) igualou-se a derivada de cada equação de regressão à relação preço do produto e preço do nutriente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se pelo teste “F” que houve efeito da adubação nitrogenada para os componentes de produção e produtividade (Tabela 2). Os valores de “F” revelam alta significância (< 1%) nas características avaliadas. Interação entre os fatores cultivares e adubação nitrogenada foi observada apenas para a produtividade.

O número de vagens por planta foi significativamente influenciado pela adubação nitrogenada tardia em todos os cultivares testados (Figura 2). Verificou-se, que as doses de 20 e 40 kg ha⁻¹ de N proporcionaram aumento no número de vagens por planta, enquanto que as doses de 80 kg ha⁻¹ e 160 kg ha⁻¹ de N reduziram esse número. A máxima eficiência agrônômica (MEA) para o número de vagens por planta foi obtido com 29,8 kg ha⁻¹ de N. Esse comportamento de redução no número de vagens por planta foi igual em todos os cultivares, não havendo, portanto interação entre esses fatores. Esses dados corroboram com os obtidos por Carvalho et al. (2001), que verificaram aumento no número de vagens na cultura do feijoeiro com a aplicação de nitrogênio. Por se tratar de um elemento envolvido na síntese de clorofilas e compostos protéicos, o N apresenta potencialidades para aumentar a capacidade

Tabela 2. Análise de variância (valores de F) com quadrados médios, nível de significância e coeficiente de variação para os diferentes efeitos nos componentes de produção e na produtividade da soja, em função da adubação nitrogenada, safra 2007/2008 em Nova Xavantina, MT.

Causas da variação	Produtividade	Número de vagens planta ⁻¹	Peso mil sementes
Variedades	55,86*	2456,7*	2811,6*
Doses nitrogênio	340,8*	64,4*	12,7*
Variedades x nitrogênio	13,6*	0,90 ^{ns}	1,42 ^{ns}
Fontes de variação	Quadrados médios	Significância	Coeficiente de variação (%)
Número de vagens planta ⁻¹	106,54	0,0000	2,78
Peso de mil sementes	39,02	0,0000	1,11
Produtividade	2.016.662,0	0,0000	2,37

* e ** significativo a 1 e 5% respectivamente; ^{ns} - não significativo

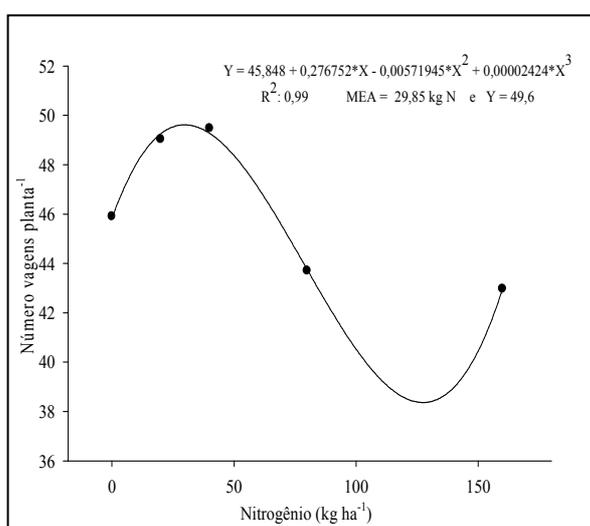


Figura 2. Número de vagens por planta em função da aplicação em cobertura (início do florescimento) de diferentes doses de nitrogênio. MEA: máxima eficiência agrônômica. * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t” de Student. Safra 2007/2008 em Nova Xavantina, MT.

das plantas em produzir gemas reprodutivas, como relatado por Malavolta (2006).

Houve diferença significativa no número de vagens por planta quando comparado os diferentes cultivares dentro de cada nível de adubação nitrogenada. O cultivar M-Soy 9350 apresentou as maiores quantidades de vagens por planta, seguido dos cultivares Pioneer P98C81 e Conquista respectivamente. Esses dados são em função das características dos componentes de produção de cada cultivar, o que não necessariamente resulta em maior produtividade, uma vez que a produtividade é resultado de um conjunto de fatores que influenciam os componentes de produção.

A aplicação de N influenciou significativamente o peso de mil sementes, comportamento semelhante para todos os cultivares, quando comparado à testemunha sem aplicação de fertilizante nitrogenado (Figura 3). Verificou-se aumento no peso das sementes com a aplicação de 20 kg ha⁻¹ e 40 kg ha⁻¹ de N.

Resultados semelhantes foram observados por Silveira e Damasceno (1993), que verificaram aumento na massa de 100 sementes com a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N, no entanto, diferem dos obtidos por Almeida et al. (2000) e Crusciol et al. (2003), que não observaram efeito da aplicação de N na massa de 100 grãos. O aumento no peso das sementes pode estar associado ao maior acúmulo de proteína nos grãos, em função da maior síntese de aminoácidos ocasionada pela presença de N.

A MEA para o peso de mil sementes foi verificado com 33,7 kg ha⁻¹ de N. Houve diferença no peso de mil sementes entre os cultivares, sendo tal fato atribuído às características agrônômicas de cada material, assim como no número de vagens por planta. Para os cultivares que apresentam maior número de vagens, a competição dos drenos por fotoassimilados produzidos via fotossíntese pode promover menor peso de grãos. Os informes agrônômicos comerciais dos cultivares testados, já apontavam para um maior peso de mil sementes do cultivar Conquista, seguido do Pioneer 98C81 e M-Soy 9350 respectivamente.

Ao analisar os dados de rendimento de grãos (Figura 4), observou-se que a aplicação tardia (início do florescimento) de 20 kg ha⁻¹ e 40 Kg ha⁻¹ de N proporcionou aumento na produtividade em todos os cultivares, com acréscimos de até 360 kg ha⁻¹, quando comparados à testemunha. Resultados semelhantes foram verificados por Mendes et al. (2008), que verificaram aumento em produtividade de até 258 kg ha⁻¹ e por Lamond e Wesley (2001), que constataram aumento na produtividade da soja com a aplicação de 22 kg ha⁻¹ de N no estágio fenológico R.3. Por outro lado, resultados observados por Hungria et al. (2006), apontaram redução na produtividade da soja com a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N.

As aplicações de 80 kg ha⁻¹ e 160 kg ha⁻¹ de N, reduziram significativamente o rendimento da cultura. Esse fato pode ser atribuído a uma possível redução da nodulação e eficiência da FBN. De acordo com Bottomley e Myrold (2007), algumas formas minerais de N no solo como NO₃⁻ e NH₄⁺ podem

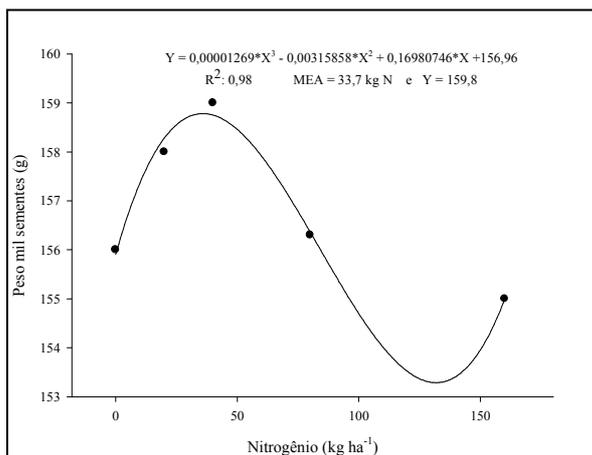


Figura 3. Peso de mil sementes em função da aplicação em cobertura (início do florescimento) de diferentes doses de nitrogênio. MEA: máxima eficiência agrônômica. * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t” de Student. Safra 2007/2008 em Nova Xavantina, MT.

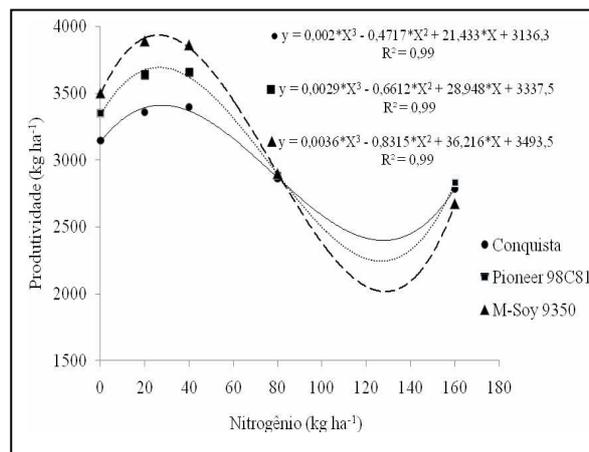


Figura 4. Produtividade de grãos de três cultivares de soja em função da aplicação em cobertura (início do florescimento) de diferentes doses de nitrogênio. * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste “t” de Student. Safra 2007/2008 em Nova Xavantina, MT.

Tabela 3. Equações de regressão de produtividade da soja em função de doses de nitrogênio, máxima eficiência agrônômica (MEA), máxima eficiência econômica (MEE) e coeficiente de determinação (R^2), safra 2007/2008 em Nova Xavantina, MT.

Cultivares	Função de produção	N kg ha ⁻¹		R ²
		MEA	MEE ¹	
Conquista	$y = 0,002x^3 - 0,4717x^2 + 21,433x + 3136,3$	27,54	27,11	0,99
Pioneer 98C81	$y = 0,0029x^3 - 0,6612x^2 + 28,948x + 3337,5$	26,52	26,20	0,99
M-Soy 9350	$y = 0,0036x^3 - 0,8315x^2 + 36,216x + 3493,5$	26,25	26,00	0,99

¹Cálculo pelos preços em Nova Xavantina, MT: N= R\$ 2,80 kg⁻¹; soja= R\$ 0,58 kg⁻¹.

inibir a formação e deteriorar nódulos já formados, afetando a fixação biológica de N (FBN). Hungria et al. (2006), verificaram que a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N na semeadura reduziu o peso dos nódulos.

Ao analisar a Figura 4 observa-se que as equações de regressão se ajustaram ao modelo polinomial das curvas, evidenciando uma máxima produtividade com a aplicação de 20 kg ha⁻¹ a 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio, com posterior decréscimo no rendimento até a quantidade de 130 kg ha⁻¹ de N, quando a produtividade voltou a aumentar. Verificou-se também comportamento semelhante dos cultivares em relação à produtividade com a aplicação de nitrogênio. O intervalo de doses de N dentro da faixa de aplicação de 40 kg ha⁻¹ a 130 kg ha⁻¹, pode ter afetado negativamente a FBN, e, dessa forma, o N disponibilizado por meio da FBN e via fertilizante, não foi suficiente para atender uma demanda que mantivesse a produtividade em níveis satisfatórios, conforme pode se observar na figura 2. A partir de 130 kg ha⁻¹ de N a produtividade começa a aumentar, todavia, tal efeito se deve ao suprimento via fertilização, substituindo o N proveniente da fixação biológica.

A máxima eficiência agrônômica (MEA) obtida pelo cultivar Conquista foi de 3.411 kg ha⁻¹, alcançada com 27,54 kg ha⁻¹ de N. Para o cultivar

Pioneer 98C81 a MEA foi de 3.586 kg ha⁻¹, alcançada com 26,52 kg ha⁻¹ de N. E por fim, para o cultivar M-Soy 9350 a MEA foi de 3.806 kg ha⁻¹, alcançada com 26,25 kg ha⁻¹ de N (Tabela 3).

As doses de N que apresentaram a máxima eficiência econômica (MEE) ficaram muito próximas às doses de MEA. De maneira geral as doses que proporcionaram a máxima produtividade e de forma mais econômica estão na faixa de 26 kg ha⁻¹ e 27 kg ha⁻¹ de N. Considerando as doses de MEA, para cada kg de N aplicado, houve um retorno de 9,5 kg, 8,9 kg e 11,6 kg de soja para os cultivares Conquista, Pioneer 98C81 e M-Soy 9350 respectivamente. Observa-se também um efeito mais evidente da aplicação de N em cultivares de ciclo tardio, como exemplo o cultivar M-Soy 9350.

Embora, tenham ocorrido ganhos médios de 300 kg ha⁻¹ com a aplicação de N na cultura da soja, a prática da fertilização nitrogenada para essa cultura ainda é inviável economicamente, quando considerados os preços da soja, do fertilizante nitrogenado, do frete e custo da aplicação. Esses dados corroboram com os obtidos por Mendes et al. (2008), que verificaram a inviabilidade econômica da fertilização de N na cultura da soja em Latossolo na região dos Cerrados.

Os resultados demonstram que em cultivares de soja de alta produtividade, a FBN pode não ser suficiente para atender a demanda exigida pela cultura, e, em função de resultados contraditórios com o uso de fertilizantes nitrogenados, novas pesquisas devem ser conduzidas no sentido de maximizar a eficiência da FBN, visando o suprimento dos novos tetos de produtividade com esse processo de simbiose e evitando assim o uso desnecessário de fertilizantes.

CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada tardia de forma complementar para a cultura da soja proporciona ganhos em produtividade, sendo que a máxima eficiência agrônômica e econômica para os cultivares testados é obtida com doses em torno de 30 kg ha⁻¹. Há comportamento semelhante dos cultivares em relação aos componentes de produção e produtividade quando submetidos à aplicação de nitrogênio de forma tardia.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. et al. Uréia em cobertura e via foliar em feijoeiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 293-298, 2000.
- ALVES, B. J. R. et al. Fixação Biológica de Nitrogênio e Fertilizantes Nitrogenados no Balanço de Nitrogênio em soja, milho e algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 41, n. 3, p. 449-456, 2006.
- BARBERI, A. et al. Crescimento de bradyrhizobium elkanii estirpe br 29 em meios de cultivo com diferentes valores de pH inicial. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n.2, p. 397-405, 2004.
- BAUDOIN, E.; BENIZRI, E.; GUCKERT, A. Impact of Artificial Root Exudates on the Bacterial Community Structure in Bulk Soil and Maize Rhizosphere. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 35, n. 9, p. 1183-1192, 2003.
- BOTTOMLEY, P. J.; MYROLD, D. D. Biological N inputs. In: PAUL, E. A. (Ed.). **Soil microbiology, ecology and biochemistry**. 3. ed. Oxford: Academic Press, 2007. p. 365-388.
- CARVALHO, M. A. C. et al. Produtividade e qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) sob influência de parcelamento e fontes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, n. 3, p. 617-624, 2001.
- CHUEIRI, A. W.; PAJARA, F.; BOZZA, D. **Importância da inoculação e nodulação na cultura da soja**. São Paulo: Manah, 2005. 4 p. (Informativo Técnico,169).
- COSTA, R. S. S. et al. População de plantas e nitrogênio para feijoeiro cultivado em sistema de plantio direto. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 39-45, 2009.
- CRUSCIOL, A. C. et al. Efeito do nitrogênio sobre a qualidade fisiológica, produtividade e característica de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 108-115, 2003.
- EMBRAPA. Centro nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologia de produção de soja – região Central do Brasil – 2001/2002**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 267 p.
- GAN, Y. et al. Effect of N fertilizer top-dressing at various reproductive stages on growth, N₂ fixation and yield of three soybean (*Glycine max* (L.) Merrill.) genotypes. **Field Crops Research**, Warwick, v. 80, n. 2, p. 147-155, 2003.
- GAN, Y. et al. Effects of N management on growth, N₂ fixation and yield of soybean. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 62, n. 2, p. 163-174, 2002.
- HUNGRIA, M. et al. Nitrogen nutrition of soybean in Brazil: contributions of biological N₂ fixation and of N fertilizer to grain yield. **Canadian Journal of Plant Science**, Ontario, v. 86, n. 4, p. 927-939, 2006.
- HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da Soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48 p. (Circular Técnica, 35).
- LAMOND, R. E.; WESLEY, T. L. In Season Fertilization for High Yield Soybean Production. **Better Crops With Plant Food**, Norcross, v. 85, n. 2, p. 6-7, 2001.
- LEITE, L. F. C. et al. Nodulação e produtividade de grãos de feijão-caupi em resposta ao molibdênio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 492-497, 2009.
- MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. 1. ed. São Paulo: São Paulo, 2006. 638 p.
- MENDES, I. C. et al. Adubação nitrogenada complementar tardia em soja cultivada em latossolos do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 8, p. 1053-1060, 2008.
- MENDES, I. C.; HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A.