

**AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO DURANTE O ESTÁDIO
REPRODUTIVO DA CULTURA DA SOJA**

Antonio Mendes de Oliveira Neto¹, Luciano Gasparelo², Hudslon Carlos Heinz Huben², Josué Rubens Schmoeller³, Naiara Guerra⁴, Oscar Emílio Ludtke Harthmann¹

¹Docente do curso de Agronomia do Instituto Federal Catarinense Campus de Rio do Sul, Rio do Sul, SC, Brasil. E-mail: <antonio.oliveira@ifc.edu.br> e <oscar.harthmann@ifc.edu.br>

²Acadêmico do curso de Agronomia da Faculdade Integrado de Campo Mourão, Campo Mourão, PR, Brasil. E-mail: <lggasparelo@yahoo.com.br> e <hudsloncarlos@hotmail.com>

³Acadêmico do curso de Agronomia do Instituto Federal Catarinense Campus de Rio do Sul, Rio do Sul, SC, Brasil. E-mail: <josue.schmoeller@hotmail.com>

⁴Docente do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos, Curitibanos, SC, Brasil. E-mail: <naiara.guerra@ufsc.br>

RESUMO: A realização da adubação nitrogenada na soja é uma prática polêmica e com resultados divergentes. Contudo, a hipótese de que o fornecimento de nitrogênio apresenta resultados positivos, quando aplicado na fase reprodutiva, é constantemente levantada. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade da cultura da soja submetida a diferentes manejos envolvendo a aplicação de nitrogênio durante o estágio reprodutivo. Foram conduzidos três experimentos em áreas comerciais localizadas nos municípios de Janiópolis-PR e Boa Esperança-PR, os tratamentos consistiram do arranjo entre os fatores dosagem, fonte, época de aplicação e forma de aplicação de adubos nitrogenados. As cultivares utilizadas nos experimentos foram BMX Potência RR, NS 5909 RG e CD 2585 RR. Em cada experimento se avaliou a produtividade de grãos, o número de vagens por planta e a massa de cem grãos. A variável número de vagens por planta foi a mais responsiva a adubação nitrogenada na fase reprodutiva. A resposta em produtividade dependeu do genótipo utilizado, sendo que a cultivar CD 2585 RR mostrou-se mais responsiva à aplicação foliar de nitrogênio. As cultivares BMX Potência RR e NS 5909 RG não tiveram a produtividade de grãos beneficiada pela adubação nitrogenada, independentemente da fonte utilizada.

PALAVRAS CHAVE: Fertilizantes. *Glycine max*. Nutrição mineral.

**EVALUATION OF NITROGEN APPLICATION DURING SOYBEAN
REPRODUCTIVE STAGE**

ABSTRACT: Soybean fertilization with nitrogen is a polemic practical and present divergent result. Whatever, the hypothesis that the nitrogen application in reproductive stage present positive result is often discussed. This way, the aim of this work was evaluate the soybean yield treated with different management of nitrogen application during the reproductive stage of soybean. Were realize three experiments in commercial fields located in Janiópolis and Boa Esperança towns, the treatments consisting to organization of the factors: rating, source, application time, application form of nitrogen fertilizers. Soybean cultivars used in the experiments were BMX Potência RR, NS 5909 RG and CD 2585 RR. Each experiment was evaluated grain yield, number of pods per plant and hundred-grain-weight. Number of pods per plant was the variable that most responsive to nitrogen application in reproductive stage. Yield response was variable with the cultivar sowing, the cultivar CD 2586 RR showed most responsive to foliar application of nitrogen. Cultivars BMX Potencia RR and NS 5909 RG not showed yield response to nitrogen application in reproductive stage, independent to source.

KEY WORDS: Fertilizin. *Glycine max*. Mineral nutrition.

INTRODUÇÃO

Segundo levantamento da safra brasileira de grãos, no ano agrícola 2016/2017, o Brasil cultivou uma área de 33,9 milhões de hectares de soja, com produtividade média de 3.364 kg ha⁻¹ demonstrando o quanto o potencial produtivo da soja evoluiu desde a sua chegada ao país (Conab, 2017).

Para produzir uma tonelada de grãos, a soja exporta 5,4 kg de fósforo (P₂O₅), 11,2 kg de potássio (K₂O) e 51 kg de nitrogênio (N). Assim o N é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura. Para produzir 1.000 kg de grãos são extraídos do solo aproximadamente 80 kg de N (Salvagiotti et al., 2008).

A maioria do N requerido pela soja é fornecido pela fixação biológica de N (FBN), processo simbiótico onde as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* se associam às raízes, formando nódulos e transformando o N atmosférico em amônia (Hungria et al., 2013). Porém, as bactérias simbiotes podem ser afetadas por fatores do solo como pH, umidade, temperatura, fertilidade, matéria orgânica, níveis de nitrato, compactação do solo e outros (Lamond e Wesley, 2001).

A simbiose entre leguminosas e bactérias termina praticamente durante o florescimento, o que pode deixar a cultura com déficit de N, que deverá ser suprido pelo solo (Malavolta, 2006). Nesta fase inicia um intenso processo de remobilização do N das partes vegetativas para os órgãos reprodutivos. A atividade da nitrogenase decresce no início da frutificação devido à competição por fotoassimilados com as vagens e grãos. Este comportamento pode limitar a disponibilidade de N necessário para a formação dos grãos, devido ao inadequado suprimento de fotoassimilados para os nódulos.

Neste cenário, em situações onde a disponibilidade de N do solo é baixa e a remobilização do nutriente na planta não atende à demanda dos drenos em formação a adubação nitrogenada tardia surge como uma alternativa para suprir a necessidade da cultura no estágio reprodutivo, sem que haja comprometimento da FBN (Lamond e Wesley, 2001).

Baseado no que foi exposto, a hipótese inicial deste trabalho foi de que a assincronia entre FBN e demanda da cultura pode tornar o N o elemento que limita a produtividade. Sendo este cenário agravado em áreas onde a exportação é intensificada (elevada produtividade de grãos) ou onde a inoculação das sementes com as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* for realizada de maneira inadequada.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade da cultura da soja submetida a diferentes manejos envolvendo a aplicação de nitrogênio durante o estágio reprodutivo da cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados três experimentos, o primeiro avaliando fontes e doses de N, esse foi conduzido no município de Janiópolis, PR (24°11'37,9" Sul, 052°51'73,7" Oeste e com altitude aproximada de 493 m). No segundo e terceiro experimentos avaliou-se a forma e a época de aplicação de N em áreas comerciais de produção de soja localizadas no município de Boa Esperança, PR. O segundo experimento foi conduzido no Sítio Nossa Senhora Aparecida (24°16'32" Sul, 52°45'06" Oeste e 600 m de altitude) e o terceiro no Sítio São Jorge (24°16'46" Sul, 52°45'24" Oeste e 600 m de altitude). Nas três localidades o clima é classificado, segundo Köppen, como Cfa - clima subtropical úmido mesotérmico e o solo como Latossolo Vermelho Distroférico.

O primeiro experimento foi conduzido de outubro de 2013 a março de 2014. Já o segundo e terceiro foram conduzidos de outubro de 2013 a fevereiro de 2014. Na Figura 1 encontram-se os dados de precipitação e as temperaturas máximas e mínimas observadas durante o período de condução dos experimentos.

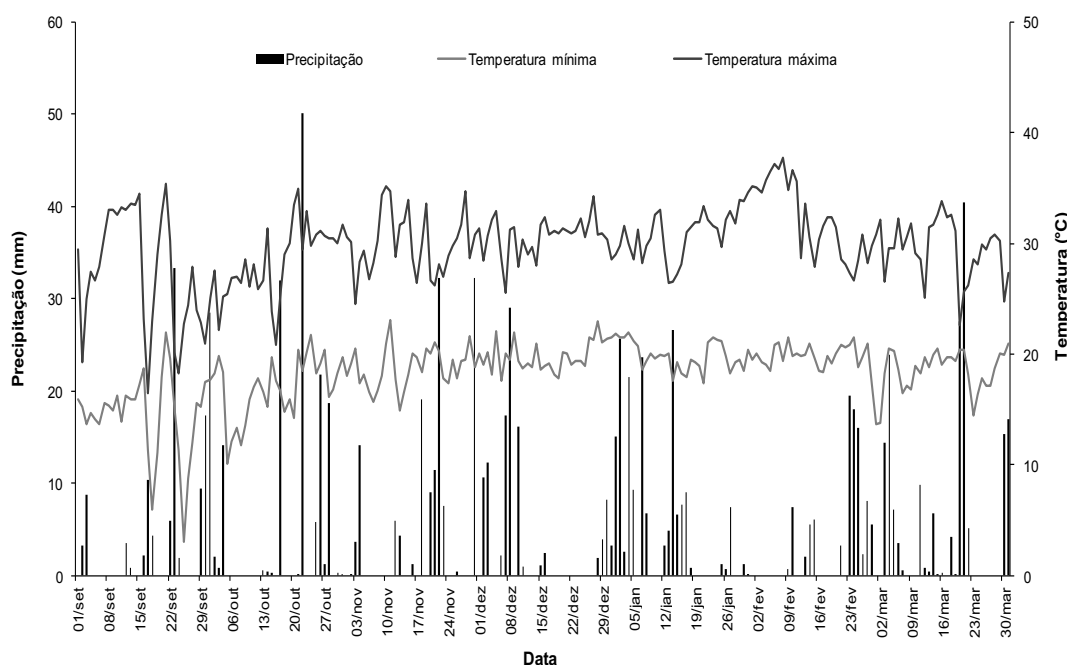


Figura 1 - Precipitação pluviométrica (mm), temperatura mínima e máxima (°C) para o período de condução do experimento para o município de Boa Esperança, PR, 2013/2014. Dados obtidos do Inmet.

O delineamento experimental utilizado em todos os experimentos foi o em blocos casualizados. No primeiro experimento (município de Janiópolis - PR), com nove tratamentos e quatro repetições, organizados em esquema fatorial $(4 \times 2) + 1$. Os tratamentos foram constituídos de quatro fontes de adubos nitrogenados (ureia, super N, sulfato de amônio e nitrato de amônio), em duas doses (15 e 30 kg ha⁻¹ de N), mais uma testemunha sem adubação nitrogenada. No segundo e terceiro experimento (município de Boa Esperança - PR) avaliou-se os mesmos tratamentos, que foram organizados em um esquema fatorial com tratamento adicional $(2 \times 3) + 1$, com cinco repetições. Avaliou-se duas formas de fornecimento de N, via foliar (produto comercial 30 N aplicado a 2,06 L ha⁻¹) e via solo (aplicação de sulfato de amônio a 10 kg ha⁻¹ de N). O segundo fator consistiu de três épocas de aplicação de N durante o estágio reprodutivo (R3, R4 e R5). O tratamento adicional foi composto pela testemunha sem aplicação de N na fase reprodutiva. Cada parcela foi composta por seis linhas de 5 metros de comprimento, com espaçamento de 0,45 m (13,5 m²).

No primeiro experimento foi utilizada uma área sobre sistema de plantio direto, com dessecação antecipada, a semeadura foi realizada dia 10 de outubro de 2013, com as sementes previamente tratadas e inoculadas, com uma densidade de semeadura de 13 sementes por metro linear. Utilizou-se a cultivar BMX Potência[®]. A área experimental recebeu adubação de base igualmente à área comercial do produtor, de acordo com a recomendação técnica, sendo aplicado 310 kg ha⁻¹ do formulado N P K organo-mineral 02-20-02 + 63 kg ha⁻¹ de K₂O em cobertura vinte dias após a emergência.

A aplicação dos fertilizantes nitrogenados foi realizada em R5, fase de início do enchimento de grãos, no dia 03/01/2014, a quantidade aplicada em cada parcela foi previamente calculada, e pesada em balança de precisão (0,01 g). A aplicação foi realizada manualmente, distribuindo-se uniformemente o adubo nitrogenado na parcela. A aplicação dos tratamentos foi realizada no final da tarde, com a finalidade de se obter boas condições climáticas (maior umidade relativa do ar, temperaturas amenas e ventos com baixa intensidade).

No segundo e terceiro experimento as áreas comerciais estavam em sistema de plantio direto, as sementes foram tratadas e não inoculadas (mantendo o manejo do agricultor). A semeadura ocorreu dia 6 e 8 de outubro no Sítio Nossa Senhora e Sítio São Jorge, respectivamente. Em ambas as localidades foram distribuídas 15 sementes por metro linear. Utilizou-se a cultivar CD 2585 RR e a cultivar Nidera 5909 RR, no Sítio Nossa Senhora e Sítio São Jorge, respectivamente.



A adubação foi realizada de acordo com a interpretação da análise de solo e histórico de produtividade das áreas. Aplicou-se 247 kg ha⁻¹ do formulado comercial NPK 02-20-18 na linha de semeadura. As aplicações nas parcelas que receberam a aplicação foliar foram realizadas através de um pulverizador de precisão a CO₂, munido de pontas ADGA 110.02 e pressão constante de 207 kPa, o que proporcionou uma taxa de aplicação de 200 L ha⁻¹. Nos tratamentos com sulfato de amônio as aplicações foram realizadas manualmente e a lanço.

Os tratos culturais como controle de pragas, doenças e plantas daninhas, foram realizados conforme as recomendações técnicas da Embrapa Soja (2011).

Os fatores avaliados nos três experimentos foram número de vagens por planta, massa de cem grãos (g) e produtividade de grãos de soja (kg ha⁻¹). O número de vagens por planta foi avaliado antes da colheita, onde foram analisadas 10 plantas por parcela.

A colheita da área experimental ocorreu no dia 08/03/2014 para o primeiro experimento e 05/04/2014 para o segundo e terceiro experimento. Colhendo-se manualmente a área útil da parcela. A partir das amostras obtidas na área útil extrapolou-se os valores para kg ha⁻¹ e a umidade dos grãos foi padronizada para 130 g kg⁻¹.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a comparação entre as parcelas tratadas e a testemunha se deu pelo teste de Dunnett, em todas as análises a probabilidade utilizada foi de 5%. As análises foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Assistat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Janiópolis: doses e fonte de nitrogênio

O número de vagens por planta foi significativamente afetado pela fonte e dose de N (Tabela 1). A aplicação de sulfato de amônio no estágio R5 aumentou o número de vagens por planta nas duas doses estudadas. Já as fontes super N e ureia incrementaram o número de vagem quando aplicado nas doses de 15 e 30 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. O nitrato de amônio apresentou desempenho inferior as outras fontes.

Para o fator dose, observou-se diferença significativa apenas para o super N, onde a dose de 15 kg ha⁻¹ apresentou número de vagens por planta significativamente superior à de 30 kg ha⁻¹ (Tabela 1).

Tabela 1 – Número de vagens por planta de soja submetida à aplicação de diferentes doses e fontes de nitrogênio durante o estágio reprodutivo R5. Janiópolis, PR, 2013/2014.

Fonte de N	Dose (kg N ha ⁻¹)			
	15		30	
Ureia	53,5	Aab	57,5	Aa (+)
Super N	56,9	Aab (+)	50,9	Bab
Sulfato de amônio	59,4	Aa (+)	56,5	Aa (+)
Nitrato de amônio	50,9	Ab	48,0	Ab
Testemunha sem N	48,5			
CV (%)	7,11			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias seguidas por (+) são significativamente superior a testemunha sem aplicação de N, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Esses resultados são contrários ao que foi descrito por Bahry et al. (2013a). Estes autores não observaram diferenças significativas para a variável número de vagens por planta com diferentes fontes e épocas de aplicação de N. De acordo com Bahry (2011) a fonte nitrato de amônio na fase reprodutiva da soja promoveu maior número de vagens por plantas, resultados que também divergem dos apresentados na Tabela 1.

Não houve interação significativa entre os fatores estudados (fonte e dose de N) para as variáveis massa de cem grãos e produtividade de grãos (Tabelas 2 e 3). As avaliações dos fatores isolados também não indicaram diferenças significativas entre os tratamentos ($p > 0,05$). A comparação entre os tratamentos com N e a testemunha pelo teste de Dunnett foi não significativa. Em suma, a massa e a produtividade de grãos dos tratamentos que receberam aplicação de N no estágio reprodutivo apresentaram valores semelhantes à testemunha não tratada.

Tabela 2 – Massa de cem grãos (g) de soja submetida à aplicação de diferentes doses e fontes de nitrogênio durante o estágio reprodutivo R5. Janiópolis, PR, 2013/2014.

Fonte de N	Dose (kg N ha ⁻¹)			
	15		30	
Ureia	14,73	Aa	15,42	Aa
Super N	14,88	Aa	15,58	Aa
Sulfato de amônio	15,48	Aa	15,85	Aa
Nitrato de amônio	15,18	Aa	15,30	Aa
Testemunha sem N	14,63			
CV (%)	5,46			

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias seguidas por (+) são significativamente superior a testemunha sem aplicação de N, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Esses resultados estão de acordo com o que foi relatado por Hungria et al. (2006), que não verificaram efeito significativo sobre a produtividade de grãos com a aplicação de 50 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia, nos estádios R2 e R4. Bahry et al. (2013b) também não observaram resposta produtiva da soja com a aplicação de N em diferentes doses e época.

Em contrapartida, Lamond e Wesley (2001) e Bahry et al. (2013a) descreveram incrementos significativos de produtividade com a aplicação de nitrogênio na soja.

Esses resultados contraditórios mostram a complexidade da interação da aplicação tardia de nitrogênio e a resposta produtiva da soja. No presente experimento a ausência de resposta produtiva a aplicação de nitrogênio pode ser atribuída ao nível de produtividade obtido no experimento e da correta realização da inoculação das sementes. É sabido que a simbiose fornece de 109 a 250 kg ha⁻¹ de N para condições brasileiras (Hungria et al., 2001) o que supre a exportação de N para a produtividade obtida (Vitti e Trevisan, 2000).

Tabela 3 – Produtividade de grãos de soja (kg ha⁻¹) submetida à aplicação de diferentes doses e fontes de nitrogênio durante o estágio reprodutivo R5. Janiópolis, PR, 2013/2014.

Fonte de N	Dose (kg N ha ⁻¹)	
	15	30
Ureia	3.793 Aa	3.959 Aa
Super N	3.825 Aa	4.024 Aa
Sulfato de amônio	4.064 Aa	4.081 Aa
Nitrato de amônio	3.909 Aa	3.923 Aa
Testemunha sem N	3.728	
CV (%)	4,93	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias seguidas por (+) são significativamente superior a testemunha sem aplicação de N, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Boa Esperança: forma e época de aplicação de nitrogênio

Houve interação significativa entre forma e época de aplicação de N para a variável número de vagens por planta, para a cultivar CD 2585 RR (Tabela 4). A aplicação foliar de N mostrou-se superior a aplicação via solo quando realizada no estágio R3. Em contrapartida, a aplicação via solo mostrou-se vantajosa quando realizada no estágio R5. Quanto à época de aplicação, observou-se maior quantidade de vagens para a aplicação em R3, adotando a via foliar, e R4 e R5, para a aplicação realizada via solo. Observou-se diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha, para a cultivar CD 2585 RR (Tabela 4). A aplicação de N via solo no estágio R3 apresentou número de vagens inferior a testemunha, sendo que este efeito está associado a elevada intoxicação visualizada por meio de sintomas de necrose foliar e atraso

no desenvolvimento das plantas. Já a aplicação foliar no estágio R3 e aplicação via solo no estágio R4 e R5 apresentaram número de vagens superior a testemunha.

Os resultados de número de vagens por planta para a cultivar NS 5909 RG foram distintos (Tabela 4). Apenas o fator estágio de aplicação apresentou diferença significativa, sendo que a quantidade de vagens produzida foi prejudicada quando a aplicação de N foi realizada via solo no estágio R3. Destaca-se que a aplicação de sulfato de amônio via solo também promoveu necrose foliar e atraso no desenvolvimento da cultivar NS 5909 RG, o que certamente contribuiu para o maior abortamento de estruturas reprodutivas.

Tabela 4 – Número de vagens por planta de soja submetida à aplicação de diferentes fontes em diferentes estádios de aplicação de nitrogênio. Boa Esperança, PR, 2013/2014.

Cultivar CD 2585 RR					
Aplicação	Estádio de aplicação				
	R3		R4		R5
Foliar	60,4	Aa (+)	56,2	ABb	51,6 Bb
Solo	35,2	Bb (-)	62,6	Aa (+)	58,8 Aa (+)
Testemunha	52,2				
CV (%)	6,25				
Cultivar NS 5909 RG					
Aplicação	Estádio de aplicação				
	R3		R4		R5
Foliar	51,4	Aa	61,2	Aa	53,6 Aa
Solo	41,8	Ba	61,4	Aa	60,6 Aa
Testemunha	49,0				
CV (%)	18,70				

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias seguidas por (+) são significativamente superior à testemunha sem adubação nitrogenada pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Médias seguidas por (-) são significativamente inferior à testemunha sem adubação nitrogenada pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Bahry et al. (2013a) não observaram diferença significativa para os componentes de rendimento de soja com a aplicação de N em diferentes épocas. Estudos conduzidos por Almeida et al. (2000), Chidi et al. (2002) e Soratto et al. (2011) não observaram alteração no número de vagens por planta de feijoeiro comum com a aplicação foliar de N.

O incremento no número de vagens por planta para a cultivar CD 2585 RR no estágio R3 pode ser explicado com o papel do N na produção de flores e pagamento de vagens (Soratto et al., 2005), assim o suplemento de N foliar pode ter atendido essa demanda, garantindo a manutenção das vagens formadas.

A interação entre a forma e época de aplicação foi significativa para a massa de cem grãos na cultivar CD 2585 RR (Tabela 5). Quanto a forma de aplicação, o fornecimento via foliar foi superior nos estádios R3 e R5. Na comparação de estágio de aplicação, para a aplicação foliar, o melhor resultado se deu em R3, já para o fornecimento de N via solo, os resultados em R4 e R5 superaram R3. Para massa de cem grãos, a aplicação foliar de N na soja em qualquer estágio vegetativo estudado se mostrou superior que a média da testemunha. Enquanto que a aplicação via solo não diferiu da testemunha, exceto na aplicação em R3 que a média foi menor que a testemunha.

Tabela 5 – Massa de cem grãos (g) de soja submetida à aplicação de diferentes fontes em diferentes estádios de aplicação de nitrogênio. Boa Esperança, PR, 2013/2014.

Cultivar CD 2585 RR						
Aplicação	Estádio de aplicação					
	R3		R4		R5	
Foliar	15,6	Aa (+)	14,0	Ba (+)	14,2	Ba (+)
Solo	9,8	Bb (-)	13,4	Aa	12,8	Ab
Testemunha	12,4					
CV (%)	6,40					
Cultivar NS 5909 RG						
Aplicação	Estádio de aplicação					
	R3		R4		R5	
Foliar	15,6	Aa	14,4	Aa	14,6	Aa
Solo	10,8	Bb (-)	14,2	Aa	14,0	Aa
Testemunha	13,8					
CV (%)	7,97					

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias seguidas por (+) são significativamente superior à testemunha sem adubação nitrogenada pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Médias seguidas por (-) são significativamente inferior à testemunha sem adubação nitrogenada pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Para a cultivar NS 5909 RG, observou-se significância apenas para o fator estágio de aplicação (Tabela 5), observando redução significativa na massa de cem grãos quando o N foi fornecido via solo no estágio R3. Ressalta-se que este tratamento apresentou desempenho inferior a testemunha não tratada com N. Estes resultados são reflexo da intoxicação promovida pela aplicação de sulfato de amônio neste estágio.

Os resultados observados para a cultivar CD 2585 RR concordam com o que foi descrito por Bahry et al. (2013a), que notaram que a massa de mil grãos foi maior quando se aplicou nitrogênio, independente da fonte ou estágio reprodutivo.

O N tem grande importância na fase de enchimentos de grãos, pois grande parte do nutriente das folhas é translocada para os grãos (Portes, 1996). Assim, caso a disponibilidade desse elemento no solo seja baixa nessa fase do ciclo da cultura, as folhas mais velhas podem apresentar senescência rapidamente e a taxa fotossintética das folhas remanescentes decrescem quase simultaneamente, dificultando o adequado enchimento dos grãos. Dessa forma, a reposição do nutriente via foliar pode manter a taxa fotossintética por um tempo maior, refletindo em melhor enchimento dos grãos (Rosolem, 2002).

A resposta positiva da cultivar CD 2585 RR a aplicação de N foi mantida para a variável produtividade de grãos (Tabela 6). De maneira geral, a produtividade da soja foi significativamente maior nos tratamentos que receberam aplicação foliar de N, superando significativamente a testemunha. A produtividade de grãos da cultivar CD 2585 RR não foi alterada com fornecimento de N via solo, apresentando produtividade semelhante ao tratamento testemunha. A melhor época de aplicação foliar de N se deu em R3 e, para a aplicação via solo, notou-se redução significativa na produtividade para a aplicação em R3.

A produtividade de grãos da cultivar NS 5909 RG não foi beneficiada pela aplicação de N em nenhuma modalidade (Tabela 6), sendo que quando se realizou a aplicação de N via solo no estágio R3 observou-se redução da produtividade de grãos. Para todas as variáveis avaliadas observou-se efeitos negativos da aplicação de N via solo no estágio R3, estes efeitos decorreram da intensa fitotoxicidade (necrose) promovida nesta aplicação.

Tabela 6 – Produtividade de grãos de soja (kg ha^{-1}) submetida à aplicação de diferentes fontes em diferentes estádios de aplicação de nitrogênio. Boa esperança, PR, 2013/2014.

Cultivar CD 2585 RR						
Aplicação	Estádio de aplicação					
	R3		R4		R5	
Foliar	3.816	Aa (+)	3.456	Ba (+)	3.492	Ba (+)
Solo	2.376	Bb (-)	3.252	Aa	3.120	Ab
Testemunha	3.060					
CV (%)	5,30					
Cultivar NS 5909 RG						
Aplicação	Estádio de aplicação					
	R3		R4		R5	
Foliar	4.428	Aa	4.092	Aa	4.164	Aa
Solo	3.156	Bb (-)	4.056	Aa	4.056	Aa
Testemunha	3.960					
CV (%)	7,60					

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Médias seguidas por (+) são significativamente superior à testemunha sem adubação nitrogenada pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Médias seguidas por (-) são significativamente inferior à testemunha sem adubação nitrogenada pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Trabalhos desenvolvidos por Mendes et al. (2008), Bahry (2011) e Bahry et al. (2013a) mostraram não haver efeito benéfico da prática de adubação nitrogenada em cobertura à produtividade da soja e, em determinados casos, segundo Amado et al. (2010) o efeito pode ser prejudicial. Hungria et al. (2006) relatam que a aplicação nos estádios R2 e R4 na dose de 50 kg ha⁻¹ de N promoveu redução na nodulação secundária, o que resultou na diminuição da quantidade de N fixado biologicamente, e afetou negativamente o rendimento de grãos. Segundo Alves et al. (2006) a fixação biológica é suficiente para atender a demanda de nitrogênio da soja, dispensando a adubação suplementar com o nutriente.

Porém, os resultados encontrados por esses autores diferem dos de Klarmann (2004), que constatou relação positiva entre a aplicação de nitrogênio e o aumento produtivo da cultura. Em experimentos conduzidos por Wesley et al. (1998), no Kansas, EUA, o aumento médio de produtividade foi de 470 kg de grãos, com a aplicação tardia (estádio R3) de apenas 20 kg ha⁻¹ de N. Gan et al. (2003) consideram a aplicação de N na soja um ponto positivo e indispensável para o aumento de produtividade, sendo que sem o fornecimento de N à cultura, a produtividade tende a ser menor, mesmo com reinoculação da soja.

Mendes et al. (2008) após a análise conjunta dos seis experimentos, descreveram que os tratamentos com 50 kg ha⁻¹ de N, na forma de sulfato de amônio, aplicados em R5 e 200 kg ha⁻¹ de N, na forma de ureia, apresentaram rendimentos superiores aos do tratamento apenas com inoculação, com aumento médio de 176 kg ha⁻¹ de grãos.

CONCLUSÕES

A variável número de vagens por planta foi a mais responsiva a adubação nitrogenada na fase reprodutiva da soja. A resposta produtiva da soja a adubação nitrogenada variou com o genótipo utilizado, sendo que a cultivar CD 2585 RR mostrou-se mais responsiva à aplicação foliar de nitrogênio. As cultivares BMX Potência RR e NS 5909 RG não tiveram a produtividade de grãos afetada pela adubação nitrogenada.

A resposta da cultura da soja a adubação nitrogenada foi variável nas condições em que foram conduzidos os experimentos, não sendo possível chegar a conclusões mais abrangentes quanto essa prática cultural.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C.; CARVALHO, M.A.C.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Ureia em cobertura e via foliar em feijoeiro. *Scientia Agricola*, v.57, n.2, p.293-296, 2000.
- ALVES, B.J.R.; FERNANDES, F.M.; HECKLER, J.C.; MACEDO, R.A.T.; BODDEY, R.M.; JANTALIA, G.P.; URQUIAGA, S. Fixação biológica de nitrogênio e fertilizantes nitrogenados

no balanço de nitrogênio em soja, milho e algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.3, p.449-456, 2006.

AMADO, T.J.C.; SCHLEINDWEIN, J.A.; FIORIN, J.E. Manejo do solo visando à obtenção de elevados rendimentos de soja sob sistema plantio direto. In: THOMAS, A.L.; COSTA, J.A. (Org.). **Soja: manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre: Evangraf., 2010. p.35-97.

BAHRY, C.A. **Desempenho agrônômico da soja em função da adubação nitrogenada em diferentes estádios reprodutivos**. 2011. 45f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes). Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas, 2011.

BAHRY, C.A.; VENSKE, E.; NARDINO, M.; FIN, S.S.; ZIMMER, P.D.; SOUZA, V.Q.; CARON, B.O. Características morfológicas e componentes de rendimento da soja submetida a adubação nitrogenada. **Agrarian**, v.21, n.6, p. 281-288, 2013a.

BAHRY, C.A.; VENSKE, E.; NARDINO, M.; FIN, S.S.; ZIMMER, P.D.; SOUZA, V.Q.; CARON, B.O. Aplicação de ureia na fase reprodutiva da soja e seu efeito sobre os caracteres agrônômicos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.7, n.1, 9-14, 2013b.

CHIDI, S.N.; SORATTO, R.P.; SILVA, T.R.B.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S. Nitrogênio via foliar e em cobertura em feijoeiro irrigado. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.24, p.1391-1395, 2002.

CONAB, **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 2017. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_12_10_14_36_boletim_gaos_setembro_2017.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2017.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja: Região central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina, Embrapa Soja. 261 p. 2011.

GAN, Y.; STULEN, I.; VAN KEULEN, H.; KUIPER, J.C. Effect of N fertilizer top-dressing at various reproductive stages on growth, N₂ fixation and yield of three soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) genotypes. **Field Crops Research**, v.80, n.2, p.147-155. 2003.

HUNGRIA, M.; CAMPOS, R.J.; MENDES, I.C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina, Embrapa soja. 2001. 48p.

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 N₂ fixation and of N fertilizer to grain yield. **Canadian Journal of Plant Science**, v.86, n.4, p.927-939, 2006.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M.A.; ARAÚJO, R.S. Co-inoculation of soybeans and common beans with rhizobia and azospirilla: strategies to improve sustainability. **Biology and Fertility of soils**, 49: 791-801, 2013.

KLARMANN, P.A. **Influência de plantas de cobertura de inverno na disponibilidade de N, fixação biológica e rendimento da soja sob sistema plantio direto**. 2004. 142f.

Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

LAMOND, R.E.; WESLEY, T.L. **Adubação nitrogenada no momento certo para a soja de alta produtividade.** 2001. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/23E7264630AABD6383257AA30063E74D/\\$FILE/Page6-7-95.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/23E7264630AABD6383257AA30063E74D/$FILE/Page6-7-95.pdf)> Acesso em: 22 maio 2017.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas.** São Paulo, Agronômica Ceres. 2006. 631p.

MENDES, I.C.; REIS JÚNIOR, F.B.; HUNGRIA, M.; SOUSA, D.M.G.; CAMPO, R.J. Adubação nitrogenada suplementar tardio em soja cultivada em Latossolos do cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.8, p.1053-1060, 2008.

PORTES, T.A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R.S. (Coord) **Cultura do feijoeiro comum no Brasil.** Piracicaba, Potafós. 1996. 786p.

ROSOLEM, C.A. **Recomendação e aplicação de nutrientes via foliar.** Lavras, UFLA/FAEPE. 2002. 99p.

SALVAGIOTTI, F.; CASSMAN, K.G.; SPECHT, J.E.; WALTERS, D.T.; WEISS, A.; DOBERMANN, A. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans; a review. **Field Crops Research**, v.108, n.1, p.1-3, 2008.

SORATTO, R.P.; PERES, R.; FERNANDES, A.M.; SOUZA, E.F.C.; SOUZA-SCHLICK, G.D. Produtividade e qualidade dos grãos de feijão em função da aplicação de nitrogênio em cobertura e via foliar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.35, n.6, p.2019-2028, 2011.

SORATTO, R.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; SILVA, L.M.S.; LEMOS, L.B. Aplicação tardia de nitrogênio no feijoeiro em plantio direto. **Bragantia**, v.64, n.2, p.211-218, 2005.

VITTI, G.C.; TREVISAN, W. **Manejo de macro e micronutrientes para alta produtividade de soja.** Piracicaba, ESALQ/USP. (Encarte Técnico), 2000.

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, n.3, p.331-336, 1998.