

Aplicação de azoto na cultura da soja

Nitrogen application on soybean

Hitalo Ribas Barranqueiro* e Flávio Carlos Dalchiavon

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso-Campus Campo Novo do Parecis, curso de Bacharelado em Agronomia, MT 235, km 12, Zona Rural, CEP 78360-000 Campo Novo do Parecis, MT, Brasil.

(E-mails: hitalo_ribas@hotmail.com; flavio.dalchiavon@cnp.ifmt.edu.br)

*Trabalho extraído da monografia do primeiro autor.

<http://dx.doi.org/10.19084/RCA16030>

Recebido/received: 2016.03.06

Recebido em versão revista/received in revised form: 2016.05.13

Aceite/accepted: 2016.05.17

RESUMO

Avaliou-se o efeito da aplicação de azoto suplementar na produtividade da soja, em Campo Novo do Parecis-MT. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados, com nove tratamentos e quatro repetições: T1 – (sem inoculante e sem adubo azotado); T2 – Somente azoto na base na dose padrão (DP) de 30 kg ha⁻¹; T3 – Somente inoculante; T4 – Inoculante + DP na base; T5 – Inoculante + DP em R1; T6 – Inoculante + DP em R2; T7 – Inoculante + DP em R3; T8 – Inoculante + DP em R4; T9 – Inoculante + DP em R5. As variáveis população de plantas e altura de inserção da primeira vagem não apresentam influência da aplicação de uréia nos estádios reprodutivos correspondentes a cada tratamento. Para as variáveis altura de planta, número de vagens por planta, de grãos por planta e de grãos por vagem, massa de grãos por planta e de mil grãos e produtividade de grãos de soja foi constatado que a aplicação de azoto nos períodos correspondentes a cada tratamento exerce influência sob a resposta das plantas, principalmente para aplicações em R4 e R5. É possível afirmar que a adubação azotada tardia na forma complementar possibilita ganhos em produtividade.

Palavras chave: *Glycine max* L., fixação biológica de azoto, suplementação azotada.

ABSTRACT

The effect of supplemental nitrogen application on soybean yield was evaluated at Campo Novo do Parecis-MT. An experimental design with randomized blocks with nine treatments and four replications was used: T1 – without inoculants and without nitrogen fertilizers; T2 – Only nitrogen fertilizer on the standard dosage (SD); T3 – Only the inoculants; T4 – Inoculants + SD at the base; T5 – Inoculants + SD during R1; T6 – Inoculants + SD during R2; T7 – Inoculants + SD during R3; T8 – Inoculants + SD during R4; T9 – Inoculants + SD during R5. In the variables: plant height; number of soybeans per plant; number of soybeans per pod; total mass of one thousand soybeans and; soybean productivity, it was found that the nitrogen addition influences the plant response, in the corresponding periods of each treatment, especially for additions in R4 and R5. It can be said that the late nitrogen fertilization in supplement form enables productivity gains.

Keywords: *Glycine max* L., nitrogen biological fixation, nitrogen supplementation.

INTRODUÇÃO

A área nacional brasileira semeada com soja na campanha agrícola de 2014/15, segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab, 2015), foi cerca de 29 milhões de hectares, com Mato Grosso mantendo-se na liderança como maior produtor, semeando-se aproximadamente 8,9 milhões de hectares, com produção superior a

28 milhões de toneladas e produção média de 3.155 kg ha⁻¹. De acordo com Ventimiglia *et al.* (1999) essa produção obtida pelos agricultores brasileiros está inferior ao potencial genético da cultura, que é de aproximadamente 18.000 kg ha⁻¹. Porém, o potencial genético da cultura não age isoladamente na obtenção da produtividade (Gianello e Giasson, 2004), uma vez que cuidados com o manejo, a escolha da cultivar adequada, as condições

edafoclimáticas, uso de sementes de boa qualidade, época e condições de sementeira, incidência de pragas e correto controle, época de colheita e, principalmente, a nutrição das plantas, influenciam diretamente no potencial produtivo da cultura.

O azoto é o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura da soja. Estima-se que para produzir 1000 kg de grãos são necessários aproximadamente 80 kg de N (Silva *et al.*, 2011). Deste, aproximadamente 65% são exportados para os grãos (Duarte e Cantarella, 2007).

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, 2011), as fontes de N para a soja são os fertilizantes azotados e o N atmosférico que se torna disponível por meio da Fixação Biológica do Azoto – FBA. Existem muitas controvérsias em relação ao uso do N na cultura da soja, a comunidade científica divide-se quanto à real necessidade do uso desse tipo de adubo para o bom desempenho das lavouras. Se fosse necessário aplicar todo N que a cultura necessita, a produção seria inviabilizada pelo alto custo dos adubos azotados, porém, a FBA é capaz de suprir toda demanda de N que a cultura requer (Hungria *et al.*, 2001).

Por meio da FBA, Alves *et al.* (2006) concluíram que é possível obter alta produtividade e balanço positivo de N no sistema, com eficiência de até 88% na sua fixação. Porém, de acordo com Lamond e Wesley (2001), há um pico da necessidade de N na fase reprodutiva da soja, principalmente na fase de enchimento de grãos (R5), e neste contexto pode ser que somente o N oriundo da FBA não seja suficiente para atender a necessidade metabólica da planta. Assim, pode ser viável agronomicamente a aplicação complementar de N, como constataram Petter *et al.* (2012), que ao avaliarem o efeito da aplicação tardia de diferentes doses de N em diferentes cultivares de soja salientaram que a cultura da soja apresentou ganhos em produção, cuja máxima eficiência agrônômica para os cultivares testados foi obtida com doses em torno de 30 kg ha⁻¹ de N em R1.

Segundo Aratani *et al.* (2008) os resultados distintos quanto à eficiência da aplicação de N em cobertura na cultura da soja se devem-se a uma diversidade de fatores, tais como: a variedade, a eficiência da

simbiose, a fonte de N utilizada, a época de sementeira da soja e fatores edafoclimáticos. Contudo, é sabido que o excesso de N é prejudicial para a cultura.

Com base na importância do N para a soja, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de azoto suplementar no rendimento da soja cultivada em Campo Novo do Parecis-MT.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no campo experimental da empresa Agrodinâmica – Pesquisa e Consultoria, Campo Novo do Parecis (MT), compreendida pelas coordenadas geográficas 13°42'14,4"S e 57°56'32,5"O, no ano agrícola 2014/15. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo (Embrapa, 2013), com teor de argila de 62,2%. A camada inicial (0-20cm) apresentou os seguintes valores de fertilidade: pH (CaCl₂) = 4,97; MO = 27,02 g dm⁻³; K⁺ = 0,05 cmol_c dm⁻³; Ca⁺² = 2,17 cmol_c dm⁻³; Mg⁺² = 0,85 cmol_c dm⁻³; H⁺ = 4,61; H+Al = 4,61 cmol_c dm⁻³; P = 7,47 mg dm⁻³; Cu = 1,03 mg dm⁻³; Zn = 4,19 mg dm⁻³; Fe = 189,53 mg dm⁻³; Mn = 15,76 mg dm⁻³ e com V = 39,98%.

Conforme a classificação de Köppen o clima da região é do tipo Aw, definido como tropical humido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, com altitude média de 529 m. A precipitação média anual é superior a 2.000 mm e a temperatura anual oscila entre 22,2°C e 26,5°C, tendo como média 24,6°C. Entretanto, na Figura 1 é possível verificar as precipitações e temperaturas médias ocorridas durante o período experimental. Seus valores médios foram: 30,9; 24,1 e 21,1°C para as temperaturas máxima, média e mínima, respectivamente. A precipitação total foi de 870,8 mm, o que atende perfeitamente às necessidades hídricas da cultura, entre 450 e 800 mm, regularmente distribuída ao longo do seu ciclo (Fagan *et al.*, 2010).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com nove tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: T1 – (sem inoculante e sem adubo azotado); T2 – Somente adubo azotado no fundo da sementeira na dose padrão (DP); T3 – Somente inoculante;

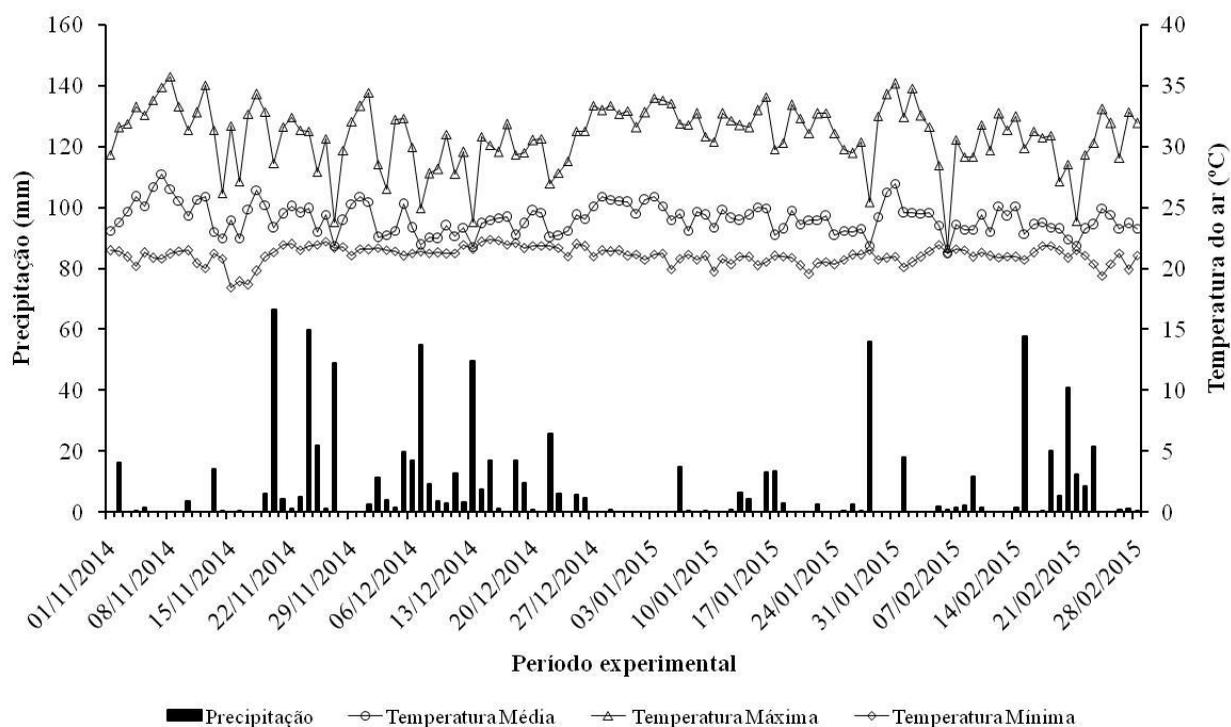


Figura 1 - Precipitação pluvial e médias térmicas, obtidas na área experimental, durante o período de novembro de 2014 a fevereiro de 2015.

T4 – Inoculante + DP na base; T5 – Inoculante + DP em R1 (início do florescimento); T6 – Inoculante + DP em R2 (florescimento pleno); T7 – Inoculante + DP em R3 (início da formação de vagens); T8 – Inoculante + DP em R4 (formação plena das vagens); T9 – Inoculante + DP em R5 (início do enchimento de grãos). A DP usada foi de 30 kg ha⁻¹ de N na forma de uréia (45% N).

As aplicações de N em cobertura foram feitas manualmente, a lanço, nas parcelas no período correspondente a cada tratamento. Cada parcela experimental foi composta por sete linhas de cinco metros, espaçadas entre si em 0,45 m. A área útil da parcela foi constituída pelas quatro linhas centrais descontando-se 0,50 m de cada extremidade da parcela, totalizando 7,2 m². A linha restante foi utilizada para a colheita de dez plantas para avaliação dos componentes de produção.

A calagem da área realizou-se em setembro de 2014, aplicando 2 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 85%) visando elevar a V% para 60%. A adubação de fundo à sementeira, em 11 de novembro de 2014, foi realizada com 300 kg ha⁻¹ da fórmula comercial

00-30-10 (N-P₂O₅-K₂O). Foi utilizada a cultivar BG 4272 RR, de hábito de crescimento indeterminado e porte ereto, com ciclo médio de 95 a 105 dias (super precoce). Foram semeadas 22 sementes por metro linear almejando população final em torno de 400.000 plantas por hectare.

As sementes foram tratadas com Imidacloprido + Tiodicarbe 400 mL 100 kg⁻¹ (inseticida), Carbendazim + Tiram 200 mL 100 kg⁻¹ (fungicida) e 100 mL ha⁻¹ de Cobalto (14,50 g L⁻¹) e Molibdênio (253,75 g L⁻¹). O inoculante foi usado na dose de 400 mL ha⁻¹ compostos por 2 estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* (SEMIA 5079 e SEMIA 5080) na concentração de 6 x 10⁹ UFC mL⁻¹. Os tratamentos fitossanitários para o controle de pragas foram realizados com Trifloxistrobina + Protiocanazol 0,4 L ha⁻¹ (fungicida), Spinosad 50 a 70 mL ha⁻¹ (inseticida), Tiametoxam + Lambda-Cialotrina 200 a 250 mL ha⁻¹ (inseticida) e Glifosato 3,5 L ha⁻¹ (herbicida), sempre que necessário.

Para as avaliações, realizadas por ocasião da colheita, referentes aos componentes da produção, foram separadas 10 plantas sequenciais na área

útil de cada parcela, sendo as avaliações realizadas conforme a metodologia proposta por Dalchiavon *et al.* (2011a).

As características avaliadas foram:

População de plantas (POP): foram contabilizadas em campo as plantas contidas em duas linhas de 5 m e estimou-se o resultado em número de plantas por hectare;

Altura de planta (ADP): as plantas foram colocadas sobre uma superfície plana, ao lado de uma fita graduada, onde foi medida desde o colo até o ápice do ramo principal;

Altura de inserção da primeira vagem (APV): as plantas foram colocadas sobre uma superfície plana, ao lado de uma fita graduada, onde foi medida desde o colo até o ponto de inserção da primeira vagem;

Número de vagens por planta (NVP): número total de vagens dividido por 10 plantas;

Número de grãos por vagem (NGV): número total de grãos dividido pelo número total de vagens;

Número de grãos por planta (NGP): número total de grãos dividido por 10 plantas;

Produção de grãos de soja (PGS): as plantas foram submetidas à dessecação em R7 com 200 g ha⁻¹ de Diquat + 200 mL ha⁻¹ de óleo mineral. Na sequência foram colhidas as quatro linhas centrais com quatro m de comprimento cada, perfazendo um total de 7,2 m². As plantas foram submetidas à debulha manual, e em seguida foi determinado o peso dos seus grãos sendo transformada em kg ha⁻¹ (13% base húmida), segundo a equação 1, proposta por Dalchiavon *et al.* (2011b):

$$PGS = P \cdot [(100 - U_{ob}) / (100 - U_d)] \quad \text{Eq.(1)}$$

Onde: PGS representa o peso corrigido dos grãos (kg ha⁻¹); P representa o peso de campo (não corrigido) dos grãos (kg ha⁻¹); U_{ob} representa a humidade observada para cada parcela (%) e U_d representou a humidade desejada como padrão (13%).

Peso de mil grãos (PMG): foi aferido com auxílio de uma balança de precisão com base em amostra de mil grãos, com a humidade corrigida para 13% (base húmida), e;

Peso de grãos por planta (PGP): $NGP \times PMG / 1000$.

Os dados foram submetidos ao teste F da análise de variância, seguida de teste de média (Scott-Knott) a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis POP e APV não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos testados, ou seja, não houve influência da aplicação de N nos estádios reprodutivos da cultura da soja para as variáveis em questão. Suas médias ficaram estabelecidas em 389.259 plantas ha⁻¹ e 14,1 cm, respectivamente.

Em relação às demais variáveis estudadas (ADP, NVP, NGP, NGV) constatou-se que a aplicação de N complementar nos períodos correspondentes a cada tratamento exerceu influência sob a resposta das plantas, principalmente para os tratamentos 8 e 9, que no geral apresentaram as médias mais altas (Quadro 1).

Em relação à ADP, o tratamento T1 apresentou menor altura que os restantes tratamentos (Quadro 1). Segundo Campos e Gnatta (2006), ocorrerá maior desenvolvimento vegetativo, com diminuição da produção de soja, com a aplicação de doses de N superiores a 40 kg ha⁻¹, porém, no presente estudo, a aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N foi o suficiente para promover maior crescimento vegetativo da soja quando comparada ao tratamento T1.

Não houve diferença entre os tratamentos que receberam adubação complementar e o tratamento T3, que recebeu apenas inoculação, constatando-se que a inoculação disponibilizou o N necessário ao crescimento da soja, não sendo necessário o fornecimento suplementar, como pode ser verificado para a ADP (Quadro 1). Tais constatações diferem das observações mencionadas por Bahry *et al.* (2013b), que concluíram não haver diferença na ADP influenciada pela aplicação

Quadro 1 - Análise de variância (F), coeficiente de variação (CV) e médias referentes à altura de plantas (ADP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por planta (NGP) e número de grãos por vagem (NGV) em função da aplicação de azoto em diferentes estádios reprodutivos na cultura da soja. Campo Novo do Parecis (MT), 2014/15

Tratamentos	ADP	NVP	NGP	NGV
	(cm)			
1	70,7 b	29,1 a	64,2 b	2,2 b
2	74,1 a	27,8 b	62,4 b	2,3 a
3	74,5 a	31,3 a	68,9 b	2,2 b
4	76,4 a	28,7 b	65,8 b	2,3 a
5	75,0 a	30,4 a	69,9 b	2,3 a
6	74,2 a	29,7 a	66,7 b	2,2 b
7	76,6 a	28,9 b	67,5 b	2,3 a
8	76,0 a	34,0 a	77,7 a	2,3 a
9	75,1 a	30,1 a	71,7 a	2,3 a
Média	74,7	30,1	68,3	2,27
F	2,66*	3,07*	3,36**	4,28**
CV (%)	2,91	7,03	7,23	2,04

ns não significativo; ** e * significativo a 1% e 5%, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

de N em diferentes estádios reprodutivos da soja. De acordo com Rezende e Carvalho (2007), a altura adequada das plantas de soja para uma eficiente colheita mecanizada deverá estar entre 60 a 120 cm. No trabalho de Pereira *et al.* (2010), testando a aplicação e a omissão de N e inoculante em soja, foi verificado aumento na altura de plantas tanto para a inoculação das sementes quanto para a adubação azotada complementar, corroborando com o presente trabalho.

Quanto ao NVP, a máxima eficiência agrônômica (MEA) para o número de vagens por planta, descrita nos estudos de Petter *et al.* (2012), foi obtido com a aplicação de 29,8 kg ha⁻¹ de N em R1. No presente estudo dose semelhante foi usada (30 kg ha⁻¹) obtendo-se diferença estatística entre os tratamentos. Por se referir a um elemento envolvido na síntese de clorofilas e compostos protéicos, o N demonstra potencialidades para maximizar a capacidade das plantas em produzir gemas reprodutivas, como descrito por Malavolta (2006). No entanto, alguns tratamentos apresentaram médias inferiores ao tratamento T1, fato que evidenciou que provavelmente as reservas de N do solo foram suficientes para atender a necessidade da perfeita formação de vagens, como observado para o tratamento T1 (Quadro 1), o que pode ter ocorrido pela existência de uma população de bactérias fixadoras de N que

permaneceram no solo após a colheita anterior ou também pela própria mineralização da matéria orgânica (27,02 g dm⁻³). Tal fato não possibilitou a descrição do melhor momento para fornecimento de N para a formação de um maior número de vagens.

Para os componentes NGP, NGV foi observado que quando o N foi aplicado mais tardiamente (T8 e T9), as respectivas médias dos tratamentos mostraram-se maiores (Quadro 1), o que pode estar relacionado ao fato de que o N foi aplicado justamente no momento final da formação de vagens e início do enchimento de grãos, momento em que estas estruturas reprodutivas atuam como fortes drenos em virtude, também, da elevada taxa de acumulação de fotoassimilados nos grãos. O aumento no peso dos grãos pode estar associado, embora não tenha sido avaliado, à maior acumulação de proteína nos grãos, haja vista que a disponibilização de N neste momento possibilitou maior síntese de aminoácidos, conforme já havia sido constatado também por Petter *et al.* (2012). Comportamento semelhante foi verificado para PGP (Quadro 2).

Analisando a aplicação de N em diferentes estádios reprodutivos da soja, Bahry *et al.* (2013a) não verificaram diferença significativa para NVP e PGS, porém para o NGV foi verificado efeito significativo

Quadro 2 - Análise de variância (F), coeficiente de variação (CV) e médias referentes ao peso de grãos por planta (PGP), peso de mil grãos (PMG) e produção de grãos de soja (PGS) em função da aplicação de azoto em diferentes estádios reprodutivos na cultura da soja. Campo Novo do Parecis (MT), 2014/15

Tratamentos	PGP	PMG	PGS
	------(g)-----		(kg ha ⁻¹)
1	10,3 b	159,7 b	3203,7 b
2	10,0 b	161,3 b	3404,9 b
3	11,0 b	159,2 b	3268,2 b
4	10,7 b	163,7 b	3321,2 b
5	11,8 a	168,9 a	3625,6 a
6	11,1 b	166,6 a	3647,9 a
7	11,3 b	168,0 a	3423,8 b
8	13,2 a	170,0 a	3679,6 a
9	12,2 a	169,9 a	3650,4 a
Média	11,3	165,3	3469,5
F	5,17**	6,63**	2,33*
CV (%)	7,65	2,06	6,97

ns não significativo; ** e * significativo a 1% e 5%, respectivamente. Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

de maneira que a aplicação de N em R3 (início da formação de vagens) e R5.4 (grãos com 40% de formação) possibilitou a obtenção dos maiores valores relativamente ao R6 (o menor valor).

Uma vez que o N está presente em grande quantidade nas proteínas (Malavolta, 2006), e os grãos contêm em média 40% de proteínas (Sediyama, 2009), a cultura exporta aproximadamente 51 kg para cada tonelada de grão produzidos (Embrapa, 2011), desta forma, a maior disponibilidade desse nutriente para as plantas, principalmente em estádios reprodutivos (do R1 ao R7), pode resultar em incrementos produtivos significativos.

Em relação à característica PMG, todos os tratamentos que receberam N nos estádios reprodutivos (T5, T6, T7, T8 e T9) apresentaram aumentos de peso quando comparado aos tratamentos que não o receberam (Quadro 2), e até mesmo com o tratamento que recebeu inoculação (T3), que representa o manejo normalmente utilizado nas fazendas brasileiras, apresentando, portanto, diferenças estatísticas significativas. Estes resultados são semelhantes aos de Petter *et al.* (2012) que verificaram aumento no PMG decorrente da aplicação de 20 e 40 kg ha⁻¹ de N em R1, assim como Bahry *et al.* (2013b) que também constataram resposta significativa à aplicação de doses de N nos estádios

reprodutivos em relação ao tratamento T1 para a MMG.

O fato do tratamento T6 (aplicação de N em R2) ter apresentado valor um pouco inferior aos demais tratamentos com N em estádios reprodutivos, apesar de iguais estatisticamente (Quadro 2), mostra a importância de se determinar o momento exato para fornecer o nutriente à cultura.

Analisando o tratamento T8, cuja média para o PMG foi de 170,0 g, em relação ao tratamento T1 (159,7 g), nota-se um aumento de 10,3 g, ou seja, aumento de aproximadamente 7%, refletindo diretamente no maior PGS (Quadro 2), o que representou um considerável acréscimo de 7,9 sc ha⁻¹ em relação ao tratamento T1, que fora de 53 sc ha⁻¹.

Assim, verifica-se que a disponibilização de N em estádios de maior necessidade pela cultura é essencial, uma vez que o solo em alguns casos pode não conseguir suprir tal demanda, representando uma limitação ao seu perfeito desenvolvimento e produtividade quando o suprimento via solo é limitado, visto que durante o enchimento dos grãos e senescência foliar, os fotossintatos produzidos e os nutrientes que foram armazenados durante o desenvolvimento da planta são translocados para os órgãos reprodutivos (Fernandes, 2006).

Quando se comparam os valores obtidos em relação à cotação da soja e do fertilizante em Campo Novo do Parecis (MT) tem-se o seguinte cenário: em abril de 2015 a saca (60 kg) de soja foi cotada a R\$ 55,36 (€14,05) e o quilo de N a R\$ 5,50 (€1,40). Se considerar que o tratamento T8 recebeu aplicação de 30 kg ha⁻¹ de N, o que representou um investimento de R\$ 165,00 ha⁻¹ (€41,88), e que o incremento de produtividade obtido neste em relação ao tratamento T1 foi equivalente a R\$ 439,10 ha⁻¹ (€111,46), verifica-se que houve retorno econômico de R\$ 274,10 ha⁻¹ (€69,58), justificando o investimento, ainda que desprezando os custos operacionais e com o óleo diesel.

No trabalho de Mendes *et al.* (2008) não houve resultados significativos quanto a inoculação e a aplicação de doses de N nos estádios R1 e R5 para a PGS, porém observaram os maiores valores para os tratamentos que receberam aplicação de fertilizante azotado em relação ao que apenas teve inoculação.

Outra importante constatação do presente estudo é que o NVP esteve diretamente correlacionado com a PGS, uma vez que os maiores valores desta foram obtidos justamente nos tratamentos que apresentaram também os maiores valores para o NVP (Quadros 1 e 2). Ao encontro dessa constatação, Zucareli *et al.* (2006) afirmaram que o NVP é o componente de produção que mais contribui para o aumento da produtividade de grãos de soja.

O tratamento T2, que recebeu apenas adubação azotada na base, apesar de ter apresentado menor NVP, em PGS superou o tratamento T3, que recebeu apenas inoculação (Quadros 1 e 2). Esse fato evidencia que mesmo ocorrendo maior formação de vagens, pode ocorrer baixo valor para o PMG e PGS, no caso de não haver nutrientes suficientes para o perfeito enchimento dos grãos. Reforçando esta constatação, ao analisar que as maiores produtividades, 3625,6 (T5), 3679,6 (T8) e 3650,4 kg ha⁻¹ (T9), foram obtidas justamente nos tratamentos que apresentaram NVP superiores a 30 unidades, bem como PMG superiores a 168,9 g, evidenciando que quando os nutrientes fornecidos superam as necessidades da cultura, a formação de vagens e o

seu enchimento de grãos fundamentalmente refletem para uma maior produtividade.

O presente estudo evidenciou uma possibilidade de retorno financeiro com o uso da metodologia testada. Porém, mesmo que não se justificasse economicamente a aplicação suplementar de N na soja, os aumentos na produtividade de grãos da cultura, nas condições do Cerrado, apontam para a necessidade permanente de avanços dos estudos com a FBA, para que esse processo possa continuar superando as crescentes necessidades da cultura da soja em N, em consequência do aumento nos patamares de produtividade, o que também já havia sido referido por Mendes *et al.* (2008).

CONCLUSÕES

As variáveis população de plantas e altura de inserção da primeira vagem, não apresentam influência da aplicação de uréia nos estádios reprodutivos correspondentes a cada tratamento.

Para as variáveis altura de planta, número de vagens por planta, número de grãos por planta, número de grãos por vagem, peso de grãos por planta, peso de mil grãos e produtividade de grãos de soja foi verificado que a aplicação de N nos períodos correspondentes a cada tratamento exerce influência positiva sob a resposta das plantas, principalmente para aplicações em R4 e R5, que apresentam as melhores respostas para a produtividade de grãos de soja. Nesse contexto é possível afirmar que a adubação azotada tardia na forma complementar possibilita ganhos em produtividade.

AGRADECIMENTOS

Ao Grupo de Pesquisa em Fitotecnia (GPF) do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso – Campus Campo Novo do Parecis, pelo suporte e auxílio na condução do trabalho.

À empresa Agrodinâmica – Pesquisa e Consultoria – pelo suporte na realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, B.J.R.; Zotarelli, L.; Fernandes, F.M.; Heckler, J.C.; Macedo, R.A.T; Boddey, R.M.; Jantalia, C.P. & Urquiaga, S. (2006) – Fixação biológica de nitrogênio e fertilizantes azotados no balanço de nitrogênio em soja, milho e algodão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 41, n. 3, p. 449-456.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000300011>
- Aratani, R.G.; Lazarini, E.; Marques, R.R. & Backes, C. (2008) – Nitrogen fertilization in soybean in no tillage system introduction. *Bioscience Journal*, vol. 24, n. 3, p. 31-38.
- Bahry, C.A.; Venske, E.; Nardino, M.; Fin, S.S.; Zimmer, P.D.; Souza, V.Q. & Caron, B.O. (2013a) – Aplicação de uréia na fase reprodutiva da soja e seu efeito sobre caracteres agrônômicos. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, vol. 7, n. 2, p. 9-14.
- Bahry, C.A.; Venske, E.; Nardino, M.; Fin, S.S.; Zimmer, P.D.; Souza, V.Q. & Caron, B.O. (2013b) – Características morfológicas e componentes de rendimento da soja submetida à adubação azotada. *Agrarian*, vol. 6, n. 21, p. 281-288.
- Campos, B.C. & Gnatta, V. (2006) – Inoculantes e fertilizantes foliares na soja em área de populações estabelecidas de *Bradyrhizobium* sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 30, n. 1, p. 69-76. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000100008>
- Conab (2015) – *Acompanhamento de safra brasileira de grãos: safra 2014/2015: Nono levantamento*, 104 p. Companhia Nacional de Abastecimento [cit. 2015.08.06].
http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf
- Dalchiavon, F.C.; Carvalho, M.P.; Nogueira, D.C.; Romano, D.; Abrantes, F.L., Assis, J.T. & Oliveira, M.S. (2011a) – Produtividade da soja e resistência mecânica à penetração do solo sob sistema plantio direto no cerrado brasileiro. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, vol. 41, n. 1, p. 8-19. <http://dx.doi.org/10.5216/pat.v41i1.8351>
- Dalchiavon, F.C.; Carvalho, M.P.; Freddi, O.S.; Andreotti, M.E. & Montanari, R. (2011b) – Variabilidade espacial da produtividade do feijoeiro correlacionada com atributos químicos de um Latossolo Vermelho Distroférico sob sistema de semeadura direta. *Bragantia*, vol. 70, n. 4, p. 908-916.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052011000400025>
- Duarte, A.P. & Cantarella, H. (2007) – Adubação em sistemas de produção de soja e milho safrinha. In: Seminário nacional do milho safrinha: rumo a estabilidade, 9, 2007. Dourados, 2007. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, p. 44-61. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 89).
- Embrapa (2011) – *Tecnologias de produção de soja: Região Central do Brasil 2012 e 2013*, 261 p. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.
- Embrapa (2013) – *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 3.^a ed. rev. ampl. Rio de Janeiro, Empraba Solos, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 353 p.
- Fagan, E.B.; Dourado Neto, D.; Vivian, R.; Franco, R.B.; Yeda, M.P.; Massignam, L.F.; Oliveira, R.F. & Martins, K.V. (2010) – Efeito da aplicação de piraclostrobina na taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade de grãos de soja. *Bragantia*, vol. 69, n. 4, p. 771-777.
<http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052010000400001>
- Fernandes, M.S. (2006) – *Nutrição Mineral de Plantas*. Sociedade Brasileira de Ciência de Solo 22. ed. Viçosa, 423 p.
- Ferreira, D.F. (2011) – Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 35, n. 6, p. 1039-1042.
<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- Gianello, C. & Giasson, E. (2004) – Fatores que afetam o rendimento das culturas e sistemas de cultivos. In: Bissani, C.A.; Gianello, C.; Tedesco, M.J. e Camargo, F.A.O. (Eds.) – *Fertilidade dos Solos e Adubação das culturas*. Gênese, Porto Alegre, cap. 2, p. 21-32.
- Hungria, M.; Campo, R.J. & Mendes, I.D.C. (2001) – *Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja*. Londrina, 48 p.
- Lamond, R.E. & Wesley, T.L. (2001) – Adubação azotada no momento certo para soja de alta produtividade. *Informações Agrônomicas*, vol. 95, n. 1, p. 6-7.
- Malavolta, E. (2006) – *Manual de Nutrição Mineral de Plantas*. 1.^a Ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 638 p.

- Mendes, I.C.; Reis Junior, R.B.; Hungria, M.; Sousa, D.M.G. & Campo, R.J.C. (2008) – Adubação azotada suplementar tardia em soja cultivada em Latossolo do Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 43, n. 8, p. 1053-1060. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008000800015>
- Pereira, V.J.; Rodrigues, J.F.; Gomes Filho, R.R. & Reis, J.M.R. (2010) – Comportamento da soja (*Glycine max* (L.) merrill) submetida à adubação azotada de plantio. *Enciclopédia Biosfera*, vol. 6, n. 10, p. 1-5.
- Petter, F.A.; Pacheco, L.P.; Alcântara Neto, F. & Santos, G.G. (2012) – Respostas de cultivares de soja à adubação azotada tardia em solos de cerrado. *Revista Caatinga*, vol. 25, n. 1, p. 67-72.
- Rezende, P.M. de & Carvalho, E.A. (2007) – Avaliação de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para o sul de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, vol. 31, n. 6, p. 1616-162. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000600003>
- Sediyama, T. (2009) – *Tecnologias de produção e usos da soja*. Londrina, Mecenias, 314 p.
- Silva, A.F.; Carvalho, M.A.C.; Schoninger, E.L.; Monteiro, S.; Caione, G. & Santos, P.A. (2011) – Doses de inoculante e nitrogênio na semeadura da soja em área de primeiro cultivo. *Bioscience Journal*, vol. 27, n. 3, p. 404-412.
- Ventimiglia, L.A.; Costa, J.A.; Thomas, A.L. & Pires, J.L.F. (1999) – Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 34, n. 2, p. 195-199.
- Zucareli, C.; Ramos Junior, E.U.; Barreiro, A.P.; Nakagawa, J. & Cavariani, C. (2006) – Adubação fosfatada, componentes de produção, produtividade e qualidade fisiológica em sementes de feijão. *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 28, n. 1, p. 9-15. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222006000100002>