

RESPOSTA DA SOJA A APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO NA FORMA DE UREIA EM DIFERENTES DOSES

ADAME, Karina Sanderson
MARCOLIN, Eduardo Schroder
MAIA, Guilherme Mombach

RESUMO

Estudos sobre a necessidade nutricional se tornaram muito necessários para tomada de decisões dentro de uma lavoura de soja. O nitrogênio é o nutriente que apresenta maior efeito no crescimento, responsável pelo desenvolvimento radicular. Objetivou-se avaliar a influência da adubação nitrogenada utilizando ureia como fonte de nitrogênio no crescimento da soja. O experimento foi implantado na Fazenda Escola do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, Cascavel - PR, nos meses de setembro a novembro de 2023. O delineamento foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro blocos, sendo eles: T1: testemunha; T2: 20 kg de ureia ha⁻¹; T3: 40 kg de ureia ha⁻¹; T4: 60 kg de ureia ha⁻¹ e T5: 80 kg de ureia ha⁻¹. A variedade utilizada foi a 580 I2X e avaliou-se o comprimento da parte aérea (cm), índice de conteúdo de clorofila (ICC) e peso da parte aérea (g). Foi realizado a análise de variância dos dados por meio do teste F e quando detectadas diferenças significativas, empregou-se o método de estudo de regressão e quando não identificadas utilizou-se o teste de Tukey a 5%. Conclui-se que o índice de conteúdo de clorofila (ICC) não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Os resultados obtidos para o comprimento e peso da parte aérea foram significativamente influenciados pela adubação nitrogenada e ajustaram-se a uma da regressão cúbica. Verificou-se, que as doses de 20 e 40 kg de ureia ha⁻¹ proporcionaram aumento no comprimento e peso da parte aérea, enquanto as doses de 60 e 80 kg de ureia ha⁻¹ reduziram esses parâmetros.

PALAVRAS-CHAVE: Nitrogênio, Ureia, Soja.

1. 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).

O nitrogênio possui papel fundamental no metabolismo vegetal, por participar, diretamente, na biossíntese de proteínas e clorofilas (ANDRADE *et al.*, 2003), sendo importante no estágio inicial de desenvolvimento da planta, período em que a absorção é mais intensa (BASSO e CERETTA 2000). O nitrogênio é o nutriente mais exigido pelas culturas, e apresenta grande dificuldade de ser mantido no solo próximo ao alcance das raízes (EPSTEIN e BLOOM, 2006). Fato esse contornável graças à fixação biológica do Nitrogênio (FBN), que ocorre comumente com a soja e membros de sua família, e assim quantidades relevantes desse nutriente através desse processo natural podem ser disponibilizadas a planta (MENGEL e KIRKBY, 1987).

Parte do nitrogênio requerido é fornecida via fixação simbiótica com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, que dependem de simbioses altamente eficazes. 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*).

O presente estudo tem como objetivo avaliar a influência da adubação nitrogenada utilizando ureia como fonte de nitrogênio no crescimento da soja.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A soja (*Glycine max (L.) Merrill*) é uma planta de ciclo anual, porte herbáceo a sublenhoso, onde a parte aérea é formada de um caule principal, sem ou com presença de ramificações primárias, raramente secundárias. Quando planta jovem, é possível observar da base para o ápice da haste principal, as seguintes estruturas vegetativas: um par de cotilédones inseridos de forma oposta, seguido de um par de unifólios, também de inserção oposta, que são sucedidos por folhas trifolioladas com inserção simples e alterna, em número variável, de acordo com o cultivar. Nas ramificações vegetativas a planta emite exclusivamente folhas trifolioladas. Todas as estruturas vegetativas encontram-se inseridas nas regiões dos nós (CÂMARA *et al.*, 2000).

A fim de aumentar o rendimento da cultura, mantendo a qualidade dos grãos e sementes produzidas, faz-se necessário a continuidade no processo de geração de informações, provenientes da pesquisa dirigida e de análises práticas relacionadas ao manejo correto desta cultura (EMBRAPA SOJA, 2011).

A soja, é considerada uma planta nodulífera, pois as raízes, além de exercerem as funções normais (ancoragem física, absorção de água e elementos minerais em solução), podem estabelecer relação simbiótica com espécies de bactérias capazes de fixar o nitrogênio molecular (N₂) presente no ar do solo (VILALBA *et al.*, 2014).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é o processo pelo qual o nitrogênio é captado da atmosfera (N₂) e é convertido em compostos nitrogenados (como amônio ou nitrato), por meio da associação de bactérias diazotróficas, principalmente do gênero *Rhizobium*, com raízes de plantas da família das leguminosas (Fabaceae) formando uma simbiose, relação benéfica entre os parceiros, neste caso a planta e a bactéria (MALAVOLTA e MORAES, 2007). Os casos mais comuns desta

associação é a simbiose entre leguminosas e bactérias do gênero *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Azorhobium*, *Photorhizobium*, *Sinorhizobium* (TAIZ e ZIEGER, 2013).

A fixação de nitrogênio pelas leguminosas é um processo que apresenta várias interações entre bactéria e hospedeiro (planta), sendo assim regulado por sinais químicos e hormonais, além de fatores externos como disponibilidade hídrica, teor de oxigênio e adubação nitrogenada (CAMARA, 2000).

2.1 NITROGÊNIO

O nitrogênio (N) é o elemento mais abundante presente na atmosfera terrestre (cerca de 70%), considerado um dos nutrientes mais importantes para todos os organismos vivos do nosso planeta, sendo assim um dos principais limitantes da produtividade de cultivos agrícolas. Depois de C, H e O, as plantas acumulam mais N do que qualquer outro nutriente sendo este responsável por inúmeras reações além de compor parte da estrutura da clorofila, de enzimas e proteínas. Por ser elemento essencial, seu balanço afeta a formação de raízes, a fotossíntese, a produção e translocação de fotoassimilados e a taxa de crescimento entre folhas e raízes, sendo o crescimento foliar primeiramente afetado (TAIZ e ZIEGER, 2013).

Dentre os fertilizantes nitrogenados, a ureia é o mais usado no Brasil (66%), seguido de nitrato de amônio (18%) e sulfato de amônio (16%). A aplicação da ureia somente em superfície, sem realizar a incorporação ao solo, pode proporcionar perdas de 31% a 78% do total de N aplicado. Entretanto, se a ureia for incorporada ao solo, perdas por volatilização de NH_3 diminuem sensivelmente pois a amônia, ao se difundir no interior do solo em direção à atmosfera, encontra regiões com valores de pH mais baixo em relação aos valores próximos aos grânulos de ureia, sendo novamente convertida em NH_4^+ (OTTO, 2014).

A época de aplicação de N é determinada pela avaliação da dinâmica de absorção de N pelas plantas, o fornecimento de N pelo solo, assim como a logística de aplicação do fertilizante na propriedade. Deve-se levar em consideração as possíveis perdas e, sempre que possível, escolher as épocas que oferecem menor risco de perdas. Assim o N deve ser disponibilizado nos períodos de maior necessidade da cultura, sincronizando sua disponibilidade no solo à necessidade das plantas (VILALBA *et al.*, 2014).

A eficiência do uso de adubos nitrogenados pode ser incrementada com a utilização das seguintes estratégias: rotação de culturas com o uso de leguminosas, melhoramento genético, análise

de solo e monitoramento das plantas para determinação da concentração de N, uso de plantas de cobertura e uso de preparo reduzido e/ou plantio direto (VILALBA *et al.*, 2014).

3. METODOLOGIA

O experimento foi implantado na Fazenda Escola do Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, Cascavel - PR, nos meses de setembro a novembro de 2023. O clima é do tipo subtropical mesotérmico super úmido, apresentando temperatura média anual de 19° C, precipitação anual média de 2000 mm e umidade relativa média anual do ar entre 75 a 81%, em solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico, o qual caracteriza o solo da região (EMBRAPA, 2009). O delineamento foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro blocos, sendo eles: T1: testemunha; T2: 20 kg de ureia ha⁻¹; T3: 40 kg de ureia ha⁻¹; T4: 60 kg de ureia ha⁻¹ e T5: 80 kg de ureia ha⁻¹.

Foi realizado a semeadura das sementes de forma manual, em vasos, sem adubação de base, os quais foram dispersos com a utilização de sorteio para a casualização. Em cada vaso foi semeado 8 sementes de soja dispostas aleatoriamente, apresentando um total de 40 sementes por tratamento. A irrigação das plantas foi realizada com o regador de acordo com a necessidade.

A experimentação foi conduzida com sementes de soja da variedade 580 I2X, cultivar de ampla adaptação geográfica, alto potencial produtivo e excelente potencial de engalhamento

Foi utilizado o inoculante Atmo®[®], produto líquido para inoculação de sementes de soja com bactérias fixadoras de Nitrogênio atmosférico (*Bradyrhizobium japonicum*).

Foram feitas duas aplicações sendo uma delas no estágio inicial de desenvolvimento da cultura e outra no florescimento. Os parâmetros avaliados foram comprimento da parte aérea (cm), índice de conteúdo de clorofila (ICC) e peso da parte aérea (g).

As análises estatísticas dos dados obtidos foram realizadas de acordo com o modelo matemático apropriado para o delineamento adotado. Foi utilizado o programa computacional SISVAR, versão 5.8, Build 92, desenvolvido por Ferreira (2000), realizando a análise de variância dos dados por meio do teste F. Quando foram detectadas diferenças significativas, empregou-se o método de estudo de regressão e quando não identificadas utilizou-se o teste de Tukey a 5%, conforme metodologia recomendada por Banzatto e Kronka (1995).

4. ANÁLISES E DISCUSSÕES

O p-valor a 5% de significância, em relação análise de variância dos dados por meio do teste F para o parâmetro índice de conteúdo de clorofila (ICC), não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$) para as diferentes doses do inoculante Atmo[®] e a média geral foi de 29,96, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 - Média do índice de conteúdo de clorofila (ICC).

Tratamentos	ICC
T1	28,43 a
T2	29,52 a
T3	30,45 a
T4	30,50 a
T5	30,88 a
Média	29,96
C.V. (%)	3,75
Shapiro Wilk	0,7719
p-valor ANOVA	0,0674 ^{ns}

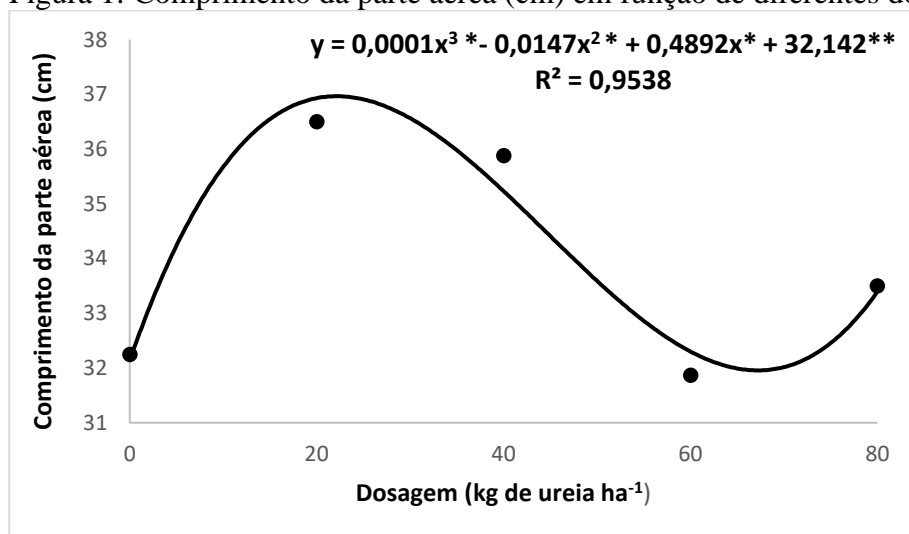
CV%: Coeficiente de variação; ICC.: índice de conteúdo de clorofila. ns.: não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si.

O coeficiente de variação para o índice de conteúdo de clorofila foi baixo. Como explica a classificação proposta por Pimentel-Gomes (1985), onde o CV será baixo quando inferior a 10%; médio, entre 10 e 20%; alto, quando entre 20 e 30%; e muito alto, quando são superiores a 30%.

Os p-valores a 5% de significância, em relação análise de variância dos dados por meio do teste F para os parâmetros comprimento da parte aérea e peso da parte aérea apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$).

Na Figura 1, são expostos os resultados obtidos das médias do comprimento da parte aérea (cm) para as diferentes doses do inoculante Atmo[®].

Figura 1: Comprimento da parte aérea (cm) em função de diferentes doses de nitrogênio.



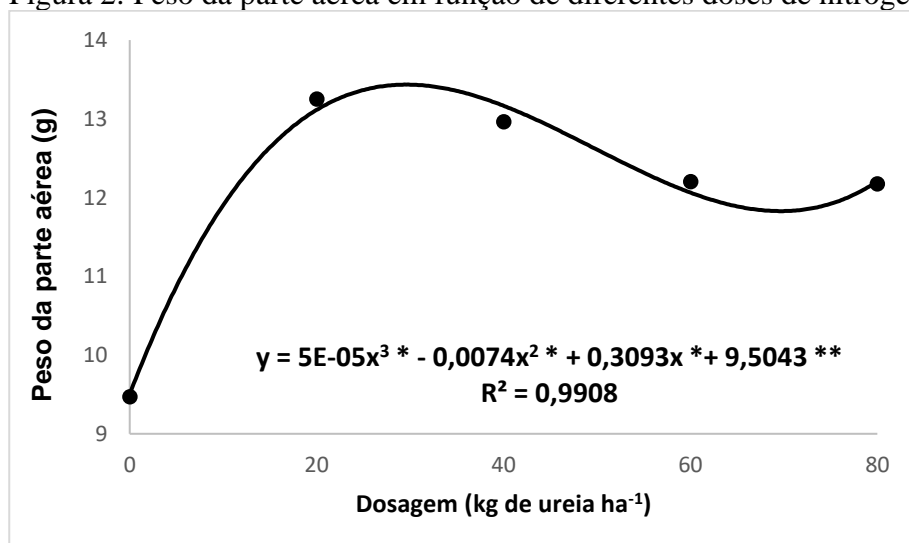
*: significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro pelo teste F.

O comprimento da parte aérea foi significativamente influenciado pela adubação nitrogenada, ajustando-se a uma regressão cúbica (Figura 1). Verificou-se, que as doses de 20 e 40 kg de ureia ha⁻¹ proporcionaram aumento no comprimento da parte aérea, enquanto as doses de 60 e 80 kg de ureia ha⁻¹ reduziram essa medida. A máxima eficiência agrônômica (MEA) foi obtido com 16,64 kg de ureia ha⁻¹ obtendo um comprimento de 36,67 cm da parte aérea.

A Figura 2 mostra os resultados obtidos das médias peso da parte aérea (g) para as diferentes doses do inoculante Atmo®.

Figura 2: Peso da parte aérea em função de diferentes doses de nitrogênio



*: significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade de erro pelo teste F.

A aplicação de N influenciou significativamente no peso da parte aérea, quando comparado à testemunha, sem aplicação de fertilizante nitrogenado, ajustando-se a uma regressão cúbica (Figura 2). Verificou-se aumento no peso da parte aérea com a aplicação de 20 e 40 kg de ureia ha⁻¹. A máxima eficiência agrônômica (MEA) foi obtido com 20,90 kg de ureia ha⁻¹ obtendo um peso de 13,19 g da parte aérea.

Em trabalhos realizados por Petter *et al.* (2012), foi verificado 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.

Resultados encontrados por Hungria *et al.* (2006), demonstram que ocorre redução no rendimento da cultura com o uso de quantidades maiores que 50 kg ha⁻¹ deste nutriente. Em trabalhos conduzidos por Santos Neto *et al.* (2013), estes não observaram melhorias no rendimento de grãos com doses de 0 até 90 kg ha⁻¹ de N, verificando inclusive resultados mais satisfatórios apenas com a inoculação das sementes sem o uso de fertilizante nitrogenado.

Isso pode ser explicado pelo fato de que a presença de fertilizante nitrogenado reduz a eficiência da bactéria (Embrapa 2008), e em suas formas minerais o N presente no solo afeta a fixação e a nodulação das plantas, devido a inibição e senescência dos nódulos formados. Este efeito adverso ocorre devido à diminuição da disponibilidade de oxigênio para a respiração nodular e a limitação de carboidratos ao metabolismo do nódulo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o índice de conteúdo de clorofila (ICC) não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Os resultados obtidos para o comprimento e peso da parte aérea foram significativamente influenciados pela adubação nitrogenada e ajustaram-se a uma regressão cúbica. Verificou-se, que as doses de 20 e 40 kg de ureia ha⁻¹ proporcionaram aumento no comprimento e peso da parte aérea, enquanto as doses de 60 e 80 kg de ureia ha⁻¹ reduziram esses parâmetros.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. C. *et al.* Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, Edição especial, p. 1643-1651, 2003.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S. N. Experimentação agrícola. 3.ed. **Jaboticabal: FUNEP**, 245p, 1995.

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.

BASSO, C. J.; CERETTA, C. A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 905-915, 2000.

CÂMARA, G. M. S. Nitrogênio e produtividade da soja. Soja: Tecnologia de produção II. Piracicaba, Piracicaba: ESALQ/LPV, p. 295- 339, 2000.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro nacional de Pesquisa de Soja. Tecnologia de produção de soja – região Central do Brasil – 2001/2002. Londrina: Embrapa Soja, 267 p. 2001.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil 2009 e 2010. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrado; Embrapa Agropecuária Oeste, 262p., 2008.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro nacional de pesquisa de solos. **Sistema brasileiro de Classificação do Solo**. Brasília, EMBRAPA produção de informações, 2009.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologias de Produção de Soja: Região Central do Brasil 2012 e 2013. Sistemas de Produção, n. 15. Londrina: Embrapa Soja, 2011.

EPSTEIN, E., BLOOM, A.J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. **Editora Planta**, 2ª.ed., p. 392. Trad. Londrina, 2006.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais... São Carlos: UFSCar**, p. 255-258, 2000.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da Soja. Londrina: **Embrapa Soja**, 48 p. (**Circular Técnica, 35**), 2001.

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**, v.86, n.4, p.927-939, 2006.

MALAVOLTA E.; MORAES, M. Fundamentos do nitrogênio e do enxofre na nutrição mineral das plantas cultivadas. Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira. Piracicaba: IPNI, p. 189-249, 2007.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. Principles of Plant Nutrition. **International Potash Institute**, 4ª ed., Bern, Switzerland, 1987.

OTTO, R. - **Fertilizantes nitrogenados: produção e posicionamento de fontes de N** – USP – Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz – Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia – Piracicaba SP, 2014.

PETTER, F. A.; PACHECO, L. P.; ALCÂNTARA NETO, F.; SANTOS, G. G. Respostas de cultivares de soja à adubação nitrogenada tardia em solos de Cerrado. **Revista Caatinga**, v.25, n.1, p.67-72, 2012.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 12. ed. Piracicaba: Livraria Nobel, 467p., 1985.

SANTOS NETO, J. T.; LUCAS, F. T.; FRAGA, D. F.; OLIVEIRA, L. F.; PEDROSO NETO, J. C. Adubação nitrogenada, com e sem inoculação de semente, na cultura da soja. **FAZU em Revista**, n.10, p.8-12, 2013.

TAÍZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad. SANTARÉM, E.R. et al., 5º ed., Porto Alegre: Artemed, p.918, 2013.

VILALBA, H. A. G. et al – Fertilizantes Nitrogenados: Novas Tecnologias- IPNI International Plant Nutrition Institute - **Jornal Informações Agronômicas** 148 – São Paulo, pg 1-4, 2014.