

# RENDIMENTO E VIABILIDADE ECONÔMICA DA CULTURA DA SOJA SUBMETIDA A DOSES E FONTES NITROGENADAS EM COBERTURA

Ezequiel Pazinato\*  
Rafael Péricles Venson\*\*  
Cristiano Reschke Lajus\*\*\*  
André Sordi\*\*\*\*  
Alceu Cericato\*\*\*\*\*  
Gean Lopes da Luz\*\*\*\*\*

## Resumo

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da aplicação nitrogenada na cultura da soja em cobertura sob sistema de semeadura direta, no Município de Pranchita, PR. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, em esquema fatorial (2 x 5), com três repetições. O experimento foi composto dos seguintes tratamentos: - Fator 1 (Fontes nitrogenadas em cobertura) – Ureia e Nitrato; Fator 2 (Doses) – 0, 50, 70, 90 e 120 kg de nitrogênio por hectare em cobertura. A aplicação do nitrogênio foi realizada no estágio V6 da cultura aproximadamente 26 dias após a germinação. A colheita foi realizada de forma manual, contando o número de vagens e no número de grãos por planta. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as diferenças entre médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) para as fontes nitrogenadas em cobertura, e para as diferentes doses foi realizada a análise de regressão. A cultura da soja submetida à aplicação nitrogenada em cobertura no estágio V6 obteve maior rendimento sob a fonte de nitrato com 27% de nitrogênio na dosagem de 50 kg por hectare. A máxima eficiência técnica e a máxima eficiência econômica foram observadas na mesma fonte e na mesma dose.

Palavras-chave: Adubação nitrogenada em cobertura. Rendimento. Soja.

## 1 INTRODUÇÃO

O interesse mundial na soja ocorre, em grande parte, em razão do teor elevado de proteína de seus grãos, cerca de 40%, constituindo uma importante fonte para a alimentação humana e dos animais. Um componente essencial das proteínas é o nitrogênio (N), o que faz com que a cultura necessite de grandes quantidades desse nutriente (CRISPINO, 2001).

O manejo da adubação nitrogenada tem sido uma das práticas agrícolas mais estudadas no sentido de melhorar a sua eficiência de uso. Essa necessidade existe porque a maior parte do nitrogênio do solo se encontra em combinações orgânicas, sendo essa forma indisponível para as culturas vegetais.

O aproveitamento do N aplicado via fertilizante pelas culturas é muito baixo, isso ocorre em razão das grandes perdas por lixiviação, desnitrificação e, principalmente, por volatilização, que podem ser superiores a 70% (FLOSS, 2011).

A soja é uma das culturas que mais necessita de nitrogênio (N) para seu crescimento e desenvolvimento. A fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico fornece N para a cultura. Na maioria dos casos, aplicações de N em pré-semeadura ou na semeadura não são recomendadas. Seus efeitos na produção de grãos de soja têm sido avaliados em muitas pesquisas, com resultados inconsistentes. O fato de que o sucesso da fixação de  $N_2$  na soja depende da bactéria,

\*Graduado em Agronomia pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; ezequelpazinatto@hotmail.com

\*\*Graduado em Agronomia pela Universidade do Oeste de Santa Catarina; rapha013@hotmail.com

\*\*\*Doutor em Agronomia pela Universidade de Passo Fundo; Professor e coordenador adjunto do Mestrado em Tecnologia e Gestão da Inovação na Universidade Comunitária de Chapecó e na Universidade do Oeste de Santa Catarina; crlajus@hotmail.com

\*\*\*\*Mestre em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná; Professor da Universidade do Oeste de Santa Catarina; andresordi@yahoo.com.br

\*\*\*\*\*Doutor em Administração pela Universidade Nacional de Misiones; Professor Titular na Universidade do Oeste de Santa Catarina; acericato@gmail.com

\*\*\*\*\*Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Santa Maria; Professor Titular na Universidade Comunitária da Região de Chapecó; geanluz@unochapeco.edu.br

que por, sua vez, pode ser afetada por fatores como pH, umidade, temperatura, fertilidade, matéria orgânica e níveis de nitrato. Sempre que a fixação simbiótica de  $N_2$  for lenta ou interrompida, a adubação nitrogenada pode se tornar importante. Além disso, raízes de soja bem noduladas não garantem, necessariamente, eficiente fixação de  $N_2$ . Qualquer um ou todos os parâmetros do solo mencionados podem fazer com que a soja responda ou não à aplicação de N.

Em razão da escassez de informações no manual de adubação e calagem e na literatura em geral sobre adubação nitrogenada na cultura da soja, fez-se necessária a realização da presente pesquisa. A aplicação de nitrogênio proporcionará viabilidade técnica e econômica? A hipótese norteadora do trabalho foi: a aplicação de nitrogênio na cultura da soja proporciona maior rendimento técnico e econômico. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação nitrogenada na cultura da soja em cobertura sob sistema de semeadura direta, no Município de Pranchita, PR.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na safra 2012/13, na propriedade do senhor Saulo Diovane Venson, na linha Piccini, zona rural do Município Pranchita, PR, com latitude de  $26^{\circ}01'34''S$ , e longitude de  $53^{\circ}44'25''W$  e altitude média de 537 m (GOOGLE EARTH, 2010).

O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Cfa, com verão quente e sem estação seca (NETO, 2010).

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho eutrófico (SANTOS et al., 2011).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, em esquema fatorial ( $2 \times 5$ ), com três repetições. O experimento foi composto dos seguintes tratamentos: Fator 1 (Fontes nitrogenadas em cobertura) – Ureia e Nitrato; Fator 2 (Doses) – 0, 50, 70, 90 e 120 kg de nitrogênio por hectare em cobertura. A aplicação do nitrogênio foi realizada no estágio V6 da cultura aproximadamente 26 dias após a germinação. A adubação de base utilizada foi de 210 kg por hectare da fórmula mineral de NPK 02-23-23, em razão do interesse dos pesquisadores em realizar uma adubação com uma fórmula testemunha, ou seja, a mais utilizada na região, mesmo conhecendo o histórico da área e a análise de solo.

A semeadura foi realizada em 20 de novembro de 2012, de acordo com o zoneamento agrícola para o Estado do Paraná e as recomendações técnicas da cultura, sendo trigo a cultura antecessora da área.

A área foi previamente dessecada em 31 de outubro de 2012, com o herbicida Glifosato, produto não seletivo de ação sistêmica do grupo químico glicina substituída, na dose de três litros de produto comercial por hectare, completando o volume de calda de 250 l/ha.

Foi utilizada a cultivar Brasmax BMX Turbo RR, com semeadura realizada de forma tratorizada, com uma semeadora de seis linhas, com espaçamento de 0,45 metros entre linhas, com quatro metros de comprimento e seis linhas úteis da semeadora, de largura com distância de um metro cada parcela, tendo aproximadamente uma população de 270 mil plantas germinadas por hectare, sendo distribuídas, aproximadamente, 12,1 sementes por metro de linear.

As sementes receberam tratamento cinco dias antes da semeadura, com inseticidas do grupo neonicotinoides, com dose de 1,25 ml/kg de semente, e do grupo pirazol, com 1 ml/kg de semente, e com fungicida do grupo fenilpirrole, com dose 1,25 ml/kg de semente, e micronutriente contendo 5% de Fósforo ( $P_2O_5$ ), 7% de Potássio ( $K_2O$ ), 0,5% de Potássio ( $K_2O$ ), 0,5% de Boro (B), 7% de Molibdênio (Mo), 0,7% de Cobalto (Co) e 6% de Carbono Orgânico, utilizando dose de 1,25 ml/kg de semente.

A aplicação de nitrogênio foi realizada em cobertura nas diferentes doses 0, 50, 70, 90 e 120 kg de nitrogênio por hectare, realizada em uma única aplicação de forma manual a lanço em 23 de dezembro de 2012, no estágio V6 da cultura em razão de esta ser de hábito indeterminado com a quinta folha trifoliada completamente desenvolvida, aproximadamente 26 dias após a germinação, com as diferentes fontes (ureia: 46% de nitrogênio e nitrato: 27% de nitrogênio).

Em decorrência da incidência de plantas daninhas, foi necessário o controle destas, o qual ocorreu após a aplicação de N com 30 dias após a germinação, com o herbicida Glifosato, produto não seletivo de ação sistêmica do grupo químico glicina substituída, na dose de 3 litros de produto comercial por hectare. Com essa aplicação foi realizado o controle das lagartas com o inseticida de contato e ingestão do grupo químico Piretroide e Antranilamida, na dose de 50 ml por hectare. E ainda foram realizadas mais três aplicações, com intervalos de 20 a 25 dias por aplicação, contendo inseticida para o controle da lagarta e do percevejo, com o fungicida sistêmico do grupo químico Azoxistrobina, Estrobi-

lurina, Ciproconazol e Triazol, aplicado preventivamente para o controle da ferrugem asiática. Em todos os tratamentos foi utilizado um volume de calda de 330 l/ha, sendo realizados com um pulverizador costal de 20 litros.

Quando o material atingiu o ponto de colheita, ela foi realizada de forma manual nas duas fileiras centrais, eliminando-se um metro de cada extremidade, contando número de vagens e grãos por planta. Após a contagem, foi colocado o material de cada parcela separada dentro de uma bolsa e realizada a debulha manual da soja. Após esse processo, foi efetuada a pesagem com o auxílio de uma balança de precisão e, então, convertido o rendimento em kg por hectare: após, foram verificados o rendimento e a eficiência econômica de cada tratamento e a real eficácia das doses e fontes aplicadas.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as diferenças entre médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) para as fontes nitrogenadas em cobertura; para as diferentes doses foi realizada a análise de regressão.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator doses de nitrogênio em relação a variável número de vagens por planta (Tabela 1).

Tabela 1 – Modelo matemático referente à variável número de vagens por planta do experimento

Modelo Matemático	R <sup>2</sup>	P
Cúbico ( $6E-0,5x^3 - 0,01x^2 + 0,69x - 36,68$ )	0,6229	0,005

Fonte: os autores.

De acordo com a Tabela 1 verifica-se que a variável X (doses de nitrogênio) exerce uma influência de 62,29% na variável Y (número de vagens por planta), apresentando um comportamento cúbico, em que a dose de 50 kg/ha de nitrogênio aplicada em cobertura no estádio V6 apresentou maior número de vagens por planta.

A análise de variância não revelou efeito significativo ( $P > 0,05$ ) do fator fontes de nitrogênio em relação à variável peso de 1000 sementes (g) (Tabela 2).

Tabela 2 – Peso de mil sementes (g) do experimento

Tratamentos	Estatura de planta (cm)
Testemunha	173,35 A
Nitrato	168,49 A
Ureia	151,02 A

Fonte: os autores.

Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Conforme a Tabela 2, pode-se observar que as fontes nitrogenadas (ureia e nitrato) não apresentaram diferenças significativas em relação ao peso de 1000 sementes, porém, os tratamentos de fontes nitrogenados apresentaram peso inferior à testemunha em razão de ambas as fontes apresentarem maior número de vagens por planta. No período de enchimento de grãos ocorreu um período de 30 dias de estiagem, fazendo com que a planta não expressasse o seu máximo potencial de rendimento; na testemunha havia um número menor de vagens, sofrendo, assim, menor influência com o período de estiagem e expressando maior peso de grãos.

A análise de variância revelou efeito significativo ( $P \leq 0,05$ ) do fator fontes de nitrogênio em relação à variável rendimento (Tabela 3).

Tabela 3 – Rendimento (sc/ha) do experimento

Tratamentos	Estatura de planta (cm)
Testemunha	56,55 B
Nitrato	64,75 A
Uréia	59,89 B

Fonte: os autores.

Nota: Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Pode-se observar que na Tabela 3, as fontes nitrogenadas apresentaram diferenças significativas; o nitrogênio aplicado na fonte nitrato apresentou um incremento no rendimento de 8,11%, resultando em 4,86 sacas/ha em relação à fonte ureia, e um rendimento de 12,66%, resultando em 8,47 sacas/ha em relação à testemunha, na dose de 50 kg/ha de nitrogênio aplicada em cobertura no estágio V6, apresentando maior número de vagens por planta.

Como o cultivar BMX Turbo RR possui hábito de crescimento indeterminado quando cultivado sob clima tropical, justifica-se a aplicação nitrogenada no estágio V6 com o quarto trifólio completamente desdobrado e o quinto trifólio em desenvolvimento; a partir dessa fase cada trifólio é produzido, em média, a cada três dias (FLOSS, 2011), aumentando, assim, a relação fonte-dreno, proporcionando o maior envio de nitrato para a parte aérea, consequentemente, aumentando a produção de fotoassimilados. Como o cultivar é de ciclo indeterminado, ocorrem vários picos de inflorescência, e por ela ter maior reserva de fotoassimilados em razão da aplicação do nitrogênio, as inflorescências são preservadas e há maior número de vagens.

O nitrato se sobressai à ureia por ele se apresentar 50% na forma Nítrica, prontamente disponível para a absorção da planta, e 50% na forma de N-Amoniacal, na qual precisou ser transformado pelas bactérias Nitrossomonas e Nitrobactérias até ser absorvido pelas plantas na forma de Nitrato. Como na fonte ureia o nitrogênio é fornecido para a planta somente na forma de  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ , necessita passar pelo processo da enzima urease presente no solo, responsável pela transformação em amônio, ainda passando pelo processo das bactérias Nitrossomonas e Nitrobactérias até chegar em nitrato, forma que a planta absorve, ocorrendo nesse processo perdas por volatilização (temperaturas altas  $>30^\circ\text{C}$ ) e lixiviação.

Hipólito (2001) mostrou que, com a fixação simbiótica do N, as necessidades da planta de soja são supridas sob ótimas condições de produção, removendo outras limitações. Como exemplo já se observou um aumento de 11,8% na produção de soja em razão da aplicação do fertilizante nitrogenado suplementar no estágio R3, quando as produções foram da ordem de 3.770 kg/ha ou superiores, sob irrigação. Nenhuma resposta à aplicação de N suplementar foi observada quando os níveis de produção foram de 3.360 kg/ha ou inferiores.

Fagan et al. (2007) observaram diferença na duração dos estádios fenológicos da soja em razão dos tratamentos. O estágio R4 apresentou maior duração nos tratamentos com suprimento de nitrogênio, mostrando, assim, um período mais longo de enchimento de grãos. Em média, o tratamento com adubação nitrogenada atrasou sua maturação em 10 dias em relação à testemunha sem inoculação e sem N. Segundo os autores, a falta de N é um fator que acelera a maturação da soja.

Segundo os autores citados, em relação ao acúmulo de fitomassa seca, o tratamento com suprimento de nitrogênio apresentou superioridade de 29% em relação à testemunha durante o estágio R2. A produção foliar foi de 22 a 40% maior nas plantas inoculadas em relação à testemunha, mas de 5 a 14% menor do que as adubadas com nitrogênio. A diminuição da produção, em razão da não aplicação de nitrogênio, é ressaltada pelos autores como sendo resultado de maior custo energético requerido pela fixação biológica, valor que chega a ser de 11 a 14% no incremento da respiração da planta.

A adubação nitrogenada influenciou apenas a produção de massa seca das culturas de cobertura, ainda assim, o acréscimo de produção observado no tratamento com aplicação de 43 kg/ha de N 30 dias antes da dessecação em relação aos demais tratamentos não foi significativo. Verificou-se que a adubação nitrogenada não prejudicou a nodulação nem interferiu na massa seca dos nódulos coletados no estágio de florescimento pleno (ARATANI, et al. 2008).

Segundo Câmara (2000), a adubação nitrogenada em soja poderá surtir efeito quando se tem plantio direto de soja em áreas com volume de palha acentuado e com relação C/N de 60 a 80/1.

As concentrações de proteína na soja aumentaram em quatro dos oito locais estudados, e as concentrações de óleo aumentaram em três dos sete locais pela aplicação de N no estágio R3 de desenvolvimento da soja. O aumento de 11% (471 kg/ha) na produção total com a adubação nitrogenada tardia torna essa prática economicamente viável para produtores de soja irrigada altamente produtiva. Assumindo que o preço da soja é de US\$ 11,00/saco e o do N é de US\$ 0,66/kg, esses resultados mostram um retorno de US\$ 87,50 por hectare para um investimento de US\$ 15,00 por hectare em 22 kg de N.

Segundo Mendes et al. (2007), houve resposta significativa à adubação de 50 kg de N na forma de sulfato de amônio na fase R5. Na análise conjunta de seis experimentos, os tratamentos com 50 kg de N na forma de sulfato de amônio aplicados em R5 e 200 kg N na forma ureia apresentam rendimentos superiores aos tratamentos apenas com inoculação (incremento médio de 176 kg de grãos/ha). Observa-se que a aplicação de nitrato de amônio e sulfato de

amônio nas fases de pré-florescimento e enchimento de grãos promoveu incrementos no rendimento da cultura, que variam de 1,0 a 4,3 sacas de soja a mais por hectare.

Conforme Wesley e Lemond (2001), a aplicação tardia de N suplementar aumentou a produção de soja irrigada em seis dos oito locais. O exame visual do sistema radicular da soja indicou nódulos prolíficos e saudáveis em todos os locais estudados.

A máxima eficiência econômica ocorreu na dosagem de 50 kg/nitrogênio/ha, na fonte Nitrato com 27% de nitrogênio, em que a cultivar BMX Turbo apresentou um incremento de produção de 8,47 sacas/ha em comparação com a testemunha, e o preço da soja no mercado regional no dia da colheita era de R\$ 55,00 a saca de 60 kg, o que resultou em uma receita de R\$ 465,85. Sabendo que o custo da dose de 50 kg/nitrato/ha é de R\$ 214,81, isso resulta em uma receita bruta de R\$ 251,04 reais.

A máxima eficiência técnica e a máxima eficiência econômica da aplicação de diferentes doses e fontes nitrogenadas na cultura da soja no estágio V6 da cultura aproximadamente 26 dias após a germinação foi encontrada na fonte de nitrato com 27% de nitrogênio e na dose de 50 kg de nitrogênio por hectare.

#### 4 CONCLUSÃO

A cultura da soja submetida à aplicação nitrogenada em cobertura no estágio V6 obteve maior rendimento sob a fonte de nitrato 27% de nitrogênio na dosagem de 50 kg por hectare.

A máxima eficiência técnica e a máxima eficiência econômica foram observadas na mesma fonte e na mesma dose.

#### *Yield and economic viability of soybean subjected to doses and nitrogen sources in coverage*

##### *Abstract*

*This study aimed to evaluate the effect of nitrogen application on soybean in coverage under no-tillage system in the Municipality of Pranchita, PR. The experimental design was a randomized complete block design in a factorial scheme (2 x 5) with three replications. The experiment consisted of the following treatments: - Factor 1 (Nitrogen sources in coverage) - Urea and Nitrate; Factor 2 (Doses) - 0, 50, 70, 90 and 120 kg of nitrogen per hectare in coverage. The application of nitrogen was held on culture V6 approximately 26 days after germination. Harvest was done manually by counting the number of pods and the number of seeds per plant. Data were subjected to analysis of variance by F test and the differences between means were compared by Tukey test ( $p \leq 0.05$ ) for the nitrogen sources in coverage, and for the different doses regression analysis was performed. The soybean subjected to nitrogen application coverage in the V6 stage, obtained the highest income in the source of nitrate with 27% nitrogen at a dose of 50 kg per hectare. The maximum technical efficiency and maximum economic efficiency was observed in the same source and at the same dose.*

*Keywords: Nitrogen fertilization. Yield. Soybeans.*

#### REFERÊNCIAS

- ARATANI, R. G. et al. **Adubação nitrogenada em soja na implantação do sistema plantio direto**. Uberlândia, 2008.
- CÂMARA, G. M. S. **Soja: tecnologia da produção II**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Produção Vegetal, 2000.
- CRISPINO, C. C. et al. **Adubação Nitrogenada na Cultura da Soja**. Londrina, 2001.
- FAGAN, F. B. et al. **Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja**. Uruguaiana, 2007.
- FLOSS, E. L. **Fisiologia das Plantas Cultivadas: o estudo do que está por trás do que não se vê**. 5. ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2011.
- GOOGLE EARTH 4.0. **Fonte das Imagens**. 2010. Disponível em: <www.google.com/earth>. Acesso em: 20 maio 2013.

HIPÓLITO A. A. **Cultura da Soja**: adubar ou não com nitrogênio? Campinas, 2001.

MENDES, I. C. et al. **Adubação Nitrogenada Suplementar Tardia na Soja Cultivada em Latossolos do Cerrado**, Planaltina, 2007.

RITTA NETO, A. S. **Agrometeorologia** (2010/11). Estado do Paraná - secretaria da agricultura e do abastecimento departamento de economia rural. 2010. Disponível em: <[http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/agrometeorologia\\_2010\\_11.pdf](http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/agrometeorologia_2010_11.pdf)>. Acesso em: 23 set. 2012.

SANTOS, H. G. dos et al. **O novo mapa de solos do Brasil legenda atualizada**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.

WESLEY, T. L.; LAMOND, R. E. **Adubação nitrogenada no momento certo para soja de alta produtividade**. Informações Agronômicas, n. 95, set. 2011.