

NODULAÇÃO E CRESCIMENTO DE PLANTAS DE SOJA COM USO DE INOCULANTE ASSOCIADO A APLICAÇÃO DE NITROGÊNIO, INSETICIDA E FUNGICIDA NA SEMENTE

Joel Hennecka¹, Gelson Kunst¹, Danilo Pavan¹, Rogério Klein¹, Marcos Zambiasi¹, Leandro Hahn², Neuri Antônio Feldmann³, Douglas Rogeri⁴

Palavras chave: *Glycine max*. Tratamento de semente. Inoculação. Nodulação.

INTRODUÇÃO

Os trabalhos de pesquisa com soja no Brasil têm desenvolvido novas tecnologias de cultivo com aumento sucessivo de produtividade e, por consequência, maior necessidade de nitrogênio (N) para a cultura. O N é nutriente requerido em maior quantidade pela cultura, cerca de 80 kg ha⁻¹ a cada tonelada de grãos colhidos (GIANLUPPI et al., 2009). Para tanto utiliza-se uma técnica simples e a baixo custo que fornece altos níveis de nitrogênio para a cultura, a inoculação de rizóbios é a responsável por esse fornecimento.

Conforme Henning et al. (1997) a soja obtém a maior parte do N de que necessita através da associação simbiótica com a bactéria do gênero *Bradyrhizobium*. A adubação nitrogenada é desnecessária e prejudicial à fixação simbiótica do nitrogênio.

Para que a associação simbiótica entre a soja e o bradirrizóbio tenha eficiência, inoculam-se as sementes todos os anos ou ao menos a cada dois anos, de forma que a nodulação ocorra, preferencialmente, com as estirpes presentes no inoculante e não com aquelas estabelecidas no solo, que podem ser de baixa eficiência.

A aplicação de N mineral na cultura da soja eleva o custo de produção, em alguns casos recomenda-se o uso de pequenas doses de N (20 a 30 kg ha⁻¹ de N) aplicadas na semeadura, também chamadas de doses de “arranque”, cuja finalidade é de disponibilizar N às plantas até o início da nodulação. No entanto, pesquisas têm mostrado que o N na forma mineral, aplicado no sulco de semeadura, pode reduzir a nodulação e a eficiência da fixação biológica de N (FBN) (SILVA et al., 2011).

¹ Acadêmico do Curso de Agronomia da Faculdade de Itapiranga. E-mail: joelhennecka@hotmail.com

² Engenheiro Agrônomo, Dr. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agrícola e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Estação Experimental de Caçador. Professor da FAI Faculdade.

³ Engenheiro Agrônomo, Mestre, Professor do Curso de Agronomia da Faculdade de Itapiranga.

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor do Curso de Agronomia da Faculdade de Itapiranga.

O ataque às plantas de soja por insetos-praga e fungos pode ocorrer desde a emergência das plântulas até a colheita. Logo após a emergência, a ocorrência de lagarta elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*), cupim (*Procornitermes triacifer*) e tamanduá da soja (*Sternechus subsignatus*) pode reduzir o estande, comprometer o estabelecimento da cultura e, conseqüentemente, reduzir o rendimento de grãos da lavoura. Além disso, pragas como mosca-branca (*Sternechus subsignatus*), brasileirinho (*Diabrotica speciosa*) e torrãozinho (*Aracanthus mourei*), podem prejudicar o desenvolvimento da cultura desde o início da emergência das plântulas (PEREIRA et al., 2010). Com o intuito de controlar estes problemas faz-se a aplicação de inseticidas e fungicidas já na semeadura da cultura, sendo que essa aplicação ocorre junto com a inoculação.

A maioria dos fungicidas e inseticidas recomendados para o tratamento de sementes de soja reduz a nodulação e a FBN. Em alguns estudos realizados em Roraima, a nodulação chegou a reduzir em até 20% com a aplicação de fungicidas (GIANLUPPI et al., 2009). Em relação aos inseticidas não se tem trabalhos recentes, para tanto, não se pode generalizar em afirmar que reduz ou aumenta o potencial de nodulação da planta (PEREIRA et al., 2010).

As recomendações de tratamento de sementes de leguminosas com fungicidas enfrentam grande restrição quando se pretende utilizar inoculantes contendo estirpes de *Bradyrhizobium*. O tratamento das sementes coloca os fungicidas em contato direto com o inoculante o que pode ser prejudicial à sobrevivência do inóculo, pelos possíveis efeitos nocivos do princípio ativo do produto. No entanto, o efeito biológico do tratamento de sementes de leguminosas dependerá da dose do fungicida aplicado, da estirpe de *Bradyrhizobium* utilizada, de fatores climáticos e de outros micro-organismos existentes na rizosfera. Esse efeito pode ser depressivo, podendo ainda não influenciar ou, até mesmo, incrementar os fatores produtivos da cultura (ARAÚJO; ARAÚJO 2006).

Objetivou-se nesse trabalho avaliar a eficiência da nodulação com aplicação de inoculante, inseticida e fungicida na cultura da soja, com e sem aplicação de N mineral.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação localizada em Itapiranga-SC, em vasos de 3,5 litros, os quais foram preenchidos com solo coletado na faixa de 0 a 20 cm, em área que teve como cultivo antecessor aveia (*Avena sativa* L.) em pastejo.

Constituí-se seis tratamentos, os quais foram delimitados da seguinte maneira: soja inoculada, sem N; soja inoculada + 200 kg ha⁻¹ de N; soja sem inoculante, sem N; soja sem

inoculante + 200 kg ha⁻¹ de N; soja inoculada e aplicação de fungicida e inseticida na semente; soja sem inoculante e aplicação de fungicida e inseticida na semente.

Os vasos foram distribuídos sobre uma bancada, num delineamento inteiramente ao acaso, com 4 repetições. A semeadura foi feita dia 23 de agosto de 2014, com 10 sementes por vaso, e no dia 2 de setembro foi realizado o raleio, mantendo-se quatro plantas por vaso. A inoculação foi feita com *Bradyrhizobium japonicum* (estirpes Semia 5079 e 5080), que foi aplicado na dose de 200 gramas para 50 kg, com o umedecimento das sementes com água tendo sacarose na proporção de 10%. Nos tratamentos com 200 kg ha⁻¹ de N, O N foi incorporado no solo antes do plantio e como fonte foi utilizada ureia. O inseticida utilizado foi imidacloprido (grupo químico neonicotinóide) na dose de 250 mL de produto comercial para 100 kg de sementes e o fungicida utilizado foi fludioxonil (grupo químico fenilpirrol) na dose de 200 mL de produto comercial para 100 kg de sementes, ambos aplicados antes do inoculante. Os vasos foram irrigados manualmente conforme a necessidade das plantas. A coleta de dados foi feita dia 18 de outubro de 2014, 56 dias após a semeadura. Avaliou-se a altura das plantas, contagem e determinação da biomassa seca de nódulos radiculares, e determinou-se a biomassa seca da parte aérea das plantas, as quais foram cortadas rente ao solo e secadas em estufa.

Para avaliação dos resultados foi realizada análise de variância considerando os efeitos dos tratamentos. Todos os procedimentos foram implementados usando o programa “R”, versão 3.0.3 (Team RDC, 2014) ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos tratamentos onde foi aplicado 200 kg ha⁻¹ de N, com inoculante (15,1 nódulos) e sem inoculante (5,4 nódulos) a nodulação foi drasticamente reduzida em comparação aos tratamentos onde não se aplicou N (Tabela 1). Este resultado ocorreu provavelmente pelo fato do N mineral suprir grande necessidade de N da planta, fazendo com que a planta não necessite o N orgânico que é produzido pelos micro-organismos. A aplicação de N mineral determinou em média apenas 20% do número de nódulos na aplicação de inoculante e apenas 10% onde não houve aplicação de inoculante, comparando os dois dados com o tratamento onde não houve aplicação de N mineral e inoculante. Para a variável biomassa seca de nódulos, resultados similares ao número de nódulos foi obtido, novamente, com efeito, negativo proporcionado pela aplicação de 200 kg ha⁻¹ de N nesta variável. Conforme Bergamin et al. (2006), a aplicação de N na forma mineral não contribui para o aumento

significativo da produção da cultura da soja, além de prejudicar a nodulação e o processo de FBN, podendo inclusive causar redução na produtividade e aumentar os custos de produção.

A aplicação de fungicidas e inseticidas reduziu o número de nódulos. Isto se verifica na comparação do tratamento sem inoculante, sem N e com aplicação de inseticida e fungicida (20,4 nódulos) em comparação ao tratamento com inoculante, sem N e sem aplicação de fungicida e inseticida (79,0 nódulos). Para Araújo e Araújo (2006) em feijão a sobrevivência do *Rhizobium* inoculado nas sementes foi prejudicada pela aplicação dos fungicidas avaliados. A nodulação do feijoeiro foi reduzida pela aplicação dos fungicidas Benomyl, Captan, Maneb, Thiram e Zineb quando o plantio foi realizado 24 horas após o tratamento das sementes. No presente trabalho, a inoculação foi realizada posteriormente à aplicação do inseticida e fungicida e a semeadura foi logo em seguida. Nestas condições, permite-se uma elevada sobrevivência de rizóbios (EMBRAPA, 2015). Alguns inseticidas, têm mostrado, além da eficácia como inseticida, potencial para serem utilizados como promotores de crescimento, sendo alguns desses capaz de promover maior vigor às plantas. (DENARDIN, 2010).

Comparando-se o tratamento sem inoculante e sem N com o tratamento com inoculante e sem N, observa-se que a aplicação de inoculante aumentou em 30% a quantidade de nódulos, porém o peso de nódulos pouco variou. Pode-se afirmar que as plantas inoculadas apresentaram um maior número de nódulos, porém estes foram menores.

Para altura de plantas, não houve efeito dos tratamentos. A massa seca da parte aérea das plantas (MSPA) não apresentou efeito significativo da aplicação de N mineral. Isso pode ser observado na comparação dos dois tratamentos com 200 kg ha⁻¹ de N e sem inseticida e fungicida em comparação com o tratamento sem N e sem inseticida e fungicida, porém inoculado. Estes dados comprovam a eficiência da FBN em suprir o N para as plantas, promovendo o crescimento das plantas e a economia de N. Conforme Neto e Pires et al. (2013) avaliações realizadas em diversas regiões produtoras de soja indicam que a FBN é responsável por mais de 80% do N acumulado pela planta.

Tabela 1 - Altura de plantas, Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), MS de Nódulos por Planta (MSNP) e Número de Nódulos por Planta (NNP) de soja submetida a seis tratamentos.

Tratamentos ¹			NNP ²	MSNP	MSPA	Altura
Inoculante	N (kg ha ⁻¹)	Inset. + fungicida				
Com	0	Sem	79,0 a	6,5 a	7,1 ab	23,5ns
Com	200	Sem	15,1 c	0,12 bc	9,8 a	22,3
Sem	0	Sem	51,6 ab	6,0 a	5,6 b	21,5
Sem	200	Sem	5,4 c	0,1 c	6,9 ab	25,0
Com	0	Com	53,3 ab	6,2 a	5,9 b	23,0
Sem	0	Com	20,4 bc	4,5 ab	5,8 b	21,5
CV (%)			34,5	36,9	19,15	10,01

Médias com letras diferentes na coluna diferem entre si pelo teste Tukey (5%). ns – não significativo.

¹Dados transformados para $(x+1)^{0,5}$

CONCLUSÃO

A inoculação na soja trouxe resultados positivos, pois há um aumento significativo na produção de nódulos. A aplicação de 200 kg ha⁻¹ de N mineral na semeadura da soja, do fungicida maxim e do inseticida imidacloprid e sem aplicação de inoculante no tratamento de sementes diminui a nodulação da soja. A aplicação de 200 kg ha⁻¹ de N mineral na semeadura da soja, a aplicação de inoculante sem aplicação do fungicida maxim e do inseticida imidacloprid no tratamento de sementes aumenta a quantidade de massa seca da parte aérea da planta. Para todos os tratamentos a altura de planta não apresentou diferença significativa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A. S. F.; ARAÚJO, R. S. Sobrevivência e nodulação do *Rhizobium tropici* em sementes de feijão tratadas com fungicidas. **CIÊNCIA RURAL**. Santa Maria. 2006, v. 36, n. 3, p. 973-976.

BERGAMIN, A. C. et al. **Resposta de cultivares de soja à inoculação de sementes e adubação nitrogenada em Rolim de Moura – RO**. Roraima. 2011.

DENARDIN, N. D. Fixação biológica de nitrogênio em interação com produtos fitossanitários, químicos e biológicos, por leguminosas. **Informativo ABRATES**. 2010. vol. 20, n.º.3.

EMBRAPA, **Fixação biológica de nitrogênio**. 2015. Disponível em <<https://www.embrapa.br/web/fbn>>. Acesso dia 23/10/2015.

GIANLUPPI, V. et al. Cultivo de Soja no Cerrado de Roraima: Tratamento e inoculação de sementes. **Sistemas de produção**. Roraima. Set 2009. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/CultivodeSojanoCerradodeRoraima/tratamentosemente.htm>>. Acesso em: 16 nov. 2014

HENNING, A. A.; CAMPO, R. J.; SFREDO, G. J. Tratamento com Fungicidas, Aplicação de Micronutrientes e Inoculação de Sementes de Soja. **Comunicado técnico**. Londrina PR. Novembro 1997.

NETO, E. A. S. et al. Formas de aplicação de inoculante e seus efeitos sobre a nodulação da soja. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**. Viçosa. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832008000200040&script=sci_arttext>. Acesso em: 16 nov. 2014.

PEREIRA, C. E. et al. Tratamentos inseticida, peliculização e inoculação de sementes de soja com rizóbio. **Revista ceres**. Viçosa. Setembro 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2010000500014>. Acesso em 16 nov. 2014.

SILVA, A. F. et al. Doses de inoculante e nitrogênio na semeadura da soja em área de primeiro cultivo. **Biosci. J.** Uberlândia. 2011. v. 27, n. 3, p. 404-412.

TEAM RDC (2014) R: **A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>.