



Efeito do tratamento das sementes de soja com fungicidas e período de armazenamento na resposta da planta inoculada com *Bradyrhizobium*¹

Effect of treating seeds with fungicides and storage on the response of plants inoculated with Bradyrhizobium

Carlos Eduardo Pereira², João Almir Oliveira³, Carla Massimo Caldeira⁴,
Frederico José Evangelista Botelho⁵

Resumo - O tratamento químico e a inoculação das sementes com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* são práticas rotineiras na cultura da soja, entretanto a interação entre estas duas práticas pode prejudicar a fixação biológica de nitrogênio e comprometer o crescimento e desenvolvimento das plantas. Assim, objetivou-se avaliar, neste trabalho, a resposta da cultura da soja proveniente de sementes tratadas com fungicidas na presença e ausência de polímeros em duas épocas de armazenamento e submetidas à inoculação com *Bradyrhizobium* em meio líquido e turfoso. Para tanto, as sementes foram tratadas com: carbendazin + thiram e thiabendazole + thiram via peliculização ou sem polímero, antes e após seis meses de armazenamento. Na semeadura as sementes foram submetidas ao tratamento com inoculante turfoso e líquido, ambos contendo estirpes de bactérias fixadoras de N₂ atmosférico do gênero *Bradyrhizobium* (SEMIA 5079 e SEMIA 5019) ou foram semeadas sem inoculação. Utilizou-se o delineamento em blocos completos casualizados, com três repetições. Foram avaliados o número de nódulos, o teor de clorofila e o número de vagens. A inoculação das sementes com inoculante turfoso propiciou a formação de maior número de nódulos. Os tratamentos carbendazin + thiram e thiabendazole + thiram, independente da peliculização, reduziram o número de nódulos e carbendazin + thiram via peliculização diminuiu o número de vagem em plantas de soja.

Palavras-chave - *Glycine max*. Armazenamento. Inoculante. Polímero.

Abstract - Chemical treatment and seeds inoculation with *Bradyrhizobium* are used frequently in soybean, however the interaction between these practices can reduce nitrogen biological fixation, plants growth and development. The aim of this study was to evaluate the response of soybean seeds treated with fungicides, with or without polymer, in two storage periods and inoculated with *Bradyrhizobium* using liquid or peat inoculant. Seeds were treated with: carbendazin + thiram or thiabendazole + thiram by film coating or without polymer, either previous to or after the six-month storage. At sowing the seeds were treated with peat or liquid inoculants, both containing strains of nitrogen fixing bacteria, *Bradyrhizobium* (SEMIA 5079 and SEMIA 5019), or were sown without inoculant. A randomized complete blocks design with three replications was used; nodules, chlorophyll content and pod number were evaluated. The inoculation of soybean seeds with peat inoculant revealed higher nodules number. The fungicides carbendazin + thiram and thiabendazole + thiram, independently of film coating, reduced the nodules number and carbendazin + thiram by film coating reduced the pod number in soybean plants.

Key words - *Glycine max*. Storage. Inoculant. Polymer.

¹Recebido para publicação em 27/08/2010 e aprovado em 08/11/2010.

²Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente - IEAA/UFAM, Humaitá-AM, cepereira.uesc@gmail.com

³Departamento de Agricultura - DAG, Universidade Federal de Lavras. jalmir@ufla.br

⁴Departamento de Agricultura - DAG, Universidade Federal de Lavras. carlauffa@yahoo.com.br

⁵Departamento de Agricultura - DAG, Universidade Federal de Lavras. fredericojeb@yahoo.com.br

Introdução

O tratamento químico de sementes de soja, principalmente com fungicidas é uma prática amplamente difundida. Atualmente, cerca de 95% das sementes de soja comercializadas no Brasil recebem tratamento com produtos químicos protetores (ABRASEM, 2005).

Em diversos trabalhos realizados com o tratamento fungicida de sementes de soja tem-se observado resultados positivos em relação ao desempenho das sementes, tais como aumento na porcentagem de germinação pelo tratamento com captan + carbendazim, captan + thiabendazole, captan + tiofanato metílico, quintozene + tiofanato metílico (GIANASI *et al.*, 2000) e elevação da emergência no campo utilizando-se o tratamento com thiram, benomil, thiabendazole, carboxim + thiram, carbendazim + thiram e iprodione + thiram (LASCA *et al.*, 1987).

Juntamente com o tratamento fungicida das sementes de soja tem-se realizado a aplicação de polímeros que formam uma película ao redor das sementes, sem modificar sua forma ou massa, denominado peliculização ou “film coating” (TAYLOR *et al.*, 1997). Os polímeros utilizados no tratamento de sementes podem aumentar a retenção e uniformidade de distribuição de fungicidas na superfície das sementes (REICHENBACH, 2004). Em outras culturas, tem-se observado que a aplicação de polímeros não afeta a germinação e o vigor de sementes, como mostram os trabalhos de Lima *et al.* (2006) com algodão e Rivas *et al.* (1998) com milho. Pereira (2007) concluiu que a peliculização não interfere na ação de fungicidas utilizados no tratamento de sementes de soja

Assim como o tratamento fungicida, a inoculação das sementes de soja com *Bradyrhizobium* é rotineiramente utilizada, pois o cultivo da soja depende, dentre vários fatores, da simbiose planta-rizóbio, já que estas bactérias fixadoras de nitrogênio em condições propícias podem suprir todo o nitrogênio requerido pelas plantas (HUNGRIA *et al.*, 1994). Assim, são recomendadas para inoculação de sementes de soja as estirpes SEMIA 5019, SEMIA 587, SEMIA 5080 e SEMIA 5079.

Alguns fatores como estirpe utilizada, adesivos, dose do inoculante, tratamento de sementes com fungicidas, adubação da cultura e condições ambientais podem interferir no estabelecimento da simbiose planta-rizóbio (CAMPO; HUNGRIA, 2000). Neste sentido, a aplicação de fungicidas via tratamento de sementes pode reduzir significativamente a população de *Bradyrhizobium* nas sementes (ANNAPURNA, 2005) e reduzir o número e a matéria seca de nódulos (ANDRÉS *et al.*, 1998; BIKROL *et al.*, 2005). Entretanto, dependendo dos fungicidas aplicados nas sementes não são observados efeitos significativos sobre a nodulação (BIGATON, 2005).

Assim, objetivou-se avaliar, neste trabalho, a resposta da cultura da soja proveniente de sementes tratadas com fungicidas na presença e ausência de polímeros em duas épocas de armazenamento e submetidas à inoculação com *Bradyrhizobium* em meio líquido e turfoso.

Material e métodos

O experimento foi instalado na área experimental do Departamento de Agricultura, localizada no *Campus* da Universidade Federal de Lavras em Lavras-MG, em solo classificado como Latossolo Vermelho distroférico.

Foi utilizado o delineamento em blocos completos casualizados, em esquema fatorial 5x2x3 (cinco tratamentos químicos, duas épocas de tratamento das sementes e três formas de inoculação), com três repetições.

O primeiro fator consistiu do tratamento químico das sementes de soja, sendo: 1) sem fungicida e sem polímero, 2) carbendazim + thiram e polímero, 3) thiabendazole + thiram e polímero, 4) carbendazim + thiram sem polímero, 5) thiabendazole + thiram sem polímero. Foi utilizada a dosagem de 200 mL 100 kg⁻¹ de sementes tanto para fungicidas quanto para polímero. A aplicação de fungicida e polímero simultaneamente foi realizada por meio da mistura destes produtos.

O segundo fator consistiu das épocas de aplicação dos tratamentos químicos das sementes, sendo: 1) após a colheita das sementes e 2) após o armazenamento. O período de armazenamento das sementes foi de seis meses em embalagem de papel multifoliado, em condições de armazém convencional com média de temperatura de 22,3°C e 63% de umidade relativa do ar. A mesma quantidade de sementes tratadas foi armazenadas nestas condições sem tratamento químico, e após o armazenamento foram submetidas aos tratamentos com fungicidas e polímeros citados anteriormente. Assim, se estabeleceu os dois tratamentos do fator época de tratamento químico, sendo: antes e após o armazenamento das sementes.

O terceiro fator consistiu da inoculação das sementes com *Bradyrhizobium*, sendo: 1) inoculante comercial líquido (formulado em meio líquido sem uso de turfa), 2) inoculante comercial turfoso (formulado utilizando-se turfa) e 3) sementes não inoculadas. Os inoculantes utilizados apresentavam as estirpes SEMIA 5079 (CPAC 15) e SEMIA 5019 (BR 29) e foram aplicados na dosagem de 220 mL 50 kg⁻¹ de sementes. Para a aplicação do inoculante turfoso utilizou-se uma solução com 10% de sacarose que foi distribuída numa dosagem de 300 mL 50 kg⁻¹ de sementes dentro de um saco plástico contendo as sementes a serem inoculadas. Os sacos plásticos foram então inflados com ar e agitados por

1 minuto para homogeneização e em seguida adicionou-se o inoculante turfoso e manteve-se a agitação por mais 1 minuto. Para aplicação do inoculante líquido procedeu-se da mesma forma, substituindo apenas a solução de sacarose por água.

Para a semeadura realizou-se o preparo convencional do solo, sendo os cálculos da necessidade de calagem e adubação, bem como a aplicação de calcário e fertilizantes, realizados de acordo com Ribeiro *et al.* (1999). Para tanto, foi coletada amostra na camada de 0 - 0,20 m, cujas características químicas, determinadas foram: pH em H₂O 6,8; matéria orgânica = 3,4 dag kg⁻¹; P = 15,9 mg dm⁻³; K = 153,0 mg dm⁻³ e em cmol_c dm⁻³; Ca = 4,2; Mg = 1,8; Al = 0,0; H + Al = 1,2; SB = 6,4; CTC efetiva = 6,4 e V = 84,2%.

A área experimental foi sulcada com cultivadora na profundidade de 6 cm, com sulcos espaçados entre si de 0,5 m. No sulco de semeadura, foi realizada a adubação manual com 40 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O, tendo como fonte o superfosfato triplo e o cloreto de potássio, respectivamente.

Foram semeadas 25 sementes por metro linear e 15 dias após a semeadura foi realizado o desbaste, deixando-se 13 plantas por metro linear. A parcela foi constituída de cinco linhas de 5 m de comprimento com espaçamento de 0,5 m entre linhas. Utilizou-se como área útil as três linhas centrais da parcela, sendo uma linha lateral da área útil utilizada apenas para avaliação da nodulação.

Atingido o estágio R2 (pleno florescimento), foram avaliados o número de nódulos, utilizando-se a média de 10 plantas por parcela, e o teor de clorofila, sendo utilizadas 10 medições por parcela, realizadas em folhas do terço mediano e superior das plantas por meio de clorofilômetro SPADI. No estágio R8 (maturação plena) avaliou-se o número de vagens utilizando-se a média de 10 plantas, colhidas aleatoriamente, por parcela.

Os dados de número de vagens e de nódulos foram transformados para $\sqrt{x + 1}$, antes de serem submetidos à análise de variância. Para comparação das médias foram utilizados os testes de F e de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. A análise dos dados foi realizada utilizando-se o pacote computacional SISVAR (FERREIRA, 2000).

Resultados e discussão

Constatou-se interação significativa entre tratamentos químicos e períodos de armazenamento das sementes somente para o teor de clorofila. Para o número de nódulos foram significativos os fatores tratamento químico e inoculantes, isoladamente, assim como o fator tratamento químico para o número de vagens.

Verificou-se menor número de nódulos por planta quando as sementes foram tratadas quimicamente, independentemente de terem sido peliculizadas (Tabela 1). Nos tratamentos com fungicidas houve uma redução média de 51,6% no número de nódulos em relação às sementes não tratadas. Resultados semelhantes foram obtidos por Campos e Hungria (2000), utilizando as misturas thiabendazole + thiram e carbendazim + thiram, os quais verificaram uma redução média, em relação às sementes não tratadas, de 18 a 78% no número de nódulos em plantas de soja cultivadas em diferentes campos experimentais. Também, Zilli *et al.* (2009) trabalhando com inoculação de *B. japonicum* em soja, observaram redução média maior que 50% no número de nódulos quando as sementes foram tratadas com os fungicidas carbendazim + thiram e carboxin + thiram.

Por outro lado, Bigaton (2005) observou que os mesmos fungicidas não causaram decréscimo no peso e número de nódulos em plantas de soja em casa de vegetação. A aplicação em sementes de soja de fungicidas associada à inoculação de *Bradyrhizobium* pode reduzir o número de células viáveis (unidades formadoras de colônia – UFC) destas bactérias (BUENO *et al.*, 2003), entretanto,

Tabela 1 - Valores médios relativos ao número de nódulos por plantas de soja provenientes de sementes submetidas ao tratamento químico e inoculação

Tratamento químico	Nº de nódulos	Redução em relação as sementes não tratadas (%)
Sementes não tratadas	135,2 a	-
Carbendazim + Thiram, com P	57,0 b	57,8
Thiabendazole + Thiram, com P	80,0 b	40,8
Carbendazim + Thiram, sem P	76,3 b	45,8
Thiabendazole + Thiram, sem P	51,3 b	62,1
Inoculante	Nº de nódulos	Incremento em relação as sementes não inoculadas (%)
Sem inoculante	60,4 b	-
Líquido	65,7 b	8,8
Turfoso	110,8 a	83,4

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, para os fatores tratamento químico e inoculante, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

em condições controladas de casa de vegetação, esta redução pode não refletir no número de nódulos formados, enquanto em condições adversas de campo esta relação pode ser observada.

Observou-se, ainda, que o número de nódulos foi significativamente maior quando as sementes foram inoculadas com inoculante turfoso (Tabela 1), com incremento de 83,4% em relação às sementes não inoculadas. Nas condições de campo, em que muitos fatores interagem e as características edafoclimáticas nem sempre são ideais para o estabelecimento da simbiose entre as plantas de soja e rizóbio, provavelmente houve redução no número de células viáveis da bactéria quando utilizado o inoculante líquido, já que este não possui a turfa como meio de proteção.

Para o número de vagens, observou-se que somente as plantas provenientes de sementes tratadas com carbendazin + thiram em associação com polímero tiveram, significativamente, um menor número de vagens que aquelas sem tratamento fungicida (Tabela 2).

Para o teor médio de clorofila, nas sementes submetidas ao tratamento antecipado, o tratamento carbendazin + thiram e polímero também diferenciou-se significativamente das sementes não tratadas, apresentando menor teor de clorofila (Tabela 2). Provavelmente, a redução do número de nódulos por toxidez da mistura dos fungicidas carbendazin + thiram sobre as bactérias fixadoras de nitrogênio fez com que houvesse um menor aporte de nitrogênio para a parte aérea das plantas.

Tabela 2 - Valores médios relativos ao número vagens/planta de soja provenientes de sementes tratadas com fungicidas e polímero (P) e teor de clorofila de plantas oriundas de sementes tratadas quimicamente antes do armazenamento e na semeadura

Tratamento químico	Nº de vagens	Teor de clorofila	
		Antes do armazenamento	Semeadura
Sementes não tratadas	60,5 a	492 Aa	475 Aa
Carbendazin + Thiram, com P	46,6 b	458 Bb	482 Aa
Thiabendazole + Thiram, com P	51,0 ab	473 Aab	493 Aa
Carbendazin + Thiram, sem P	53,4 ab	493 Aa	490 Aa
Thiabendazole + Thiram, sem P	51,3 ab	481 Aab	483 Aa

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, para o parâmetro teor de clorofila, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey e de F, respectivamente, a 5% de probabilidade.

Existe uma alta correlação entre teor de clorofila na folha e teor de nitrogênio na planta (ARGENTA *et al.*, 2001), pois em média 60% do nitrogênio total na folha está associado a enzimas presentes nos cloroplastos (CHAPMAN; BARRETO, 1997); assim, esse parâmetro pode ser utilizado para avaliar a eficiência das bactérias fixadoras de nitrogênio em fornecer nitrogênio à planta hospedeira.

Verificou-se, ainda, que não houve diferenças significativas no teor de clorofila entre as sementes não tratadas e as submetidas ao tratamento fungicida, quando o tratamento químico foi realizado no momento da semeadura. De forma semelhante, Bigaton (2005) trabalhando com sementes de soja tratadas com os fungicidas carbendazin + thiram, fludioxonil + metalaxil, tolyfluanid e benomil + captan não observou redução significativa na porcentagem de nitrogênio foliar das plantas em condições de campo. Resultados similares foram obtidos por Zilli *et al.* (2009), que não verificaram redução no teor de nitrogênio da parte aérea e de grãos de soja quando as sementes foram tratadas com os fungicidas carbendazin + thiram e carboxin + thiram, mesmo tendo observado uma redução significativa no número de nódulos para estes tratamentos.

Conclusões

O tratamento das sementes de soja com inoculante turfoso promoveu maior nodulação nas raízes de soja em condições de campo.

O tratamento das sementes com carbendazin + thiram e thiabendazole + thiram reduziu a nodulação nas plantas de soja.

Carbendazin + thiram com peliculização nas sementes diminuiu o número de vagens nas plantas de soja.

Literatura científica citada

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. Anuário 2005. Tudo começa pela semente. Pelotas, 2005.
- ANDRÉS, J. A.; CORREA, N. S.; ROSAS, S. B. Survival and symbiotic properties of *Bradyrhizobium japonicum* in the presence of thiram: isolation of fungicide resistant strains. **Biology and Fertility of Soils**, v. 26, n. 2, p. 141-145, 1998.
- ANNAPURNA, K. *Bradyrhizobium japonicum*: Survival and nodulation of soybean as influenced by fungicide treatment. **Indian Journal of Microbiology**, v. 45, n. 4, p. 305-307, 2005.
- ARGENTA, G. *et al.* Relação entre teor de clorofila extraível e leitura do clorofilômetro na folha de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001.

- BIGATON, D. **Fungicidas e micronutrientes aplicados em tratamento de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) e seus efeitos sobre a nodulação e a fixação biológica do nitrogênio.** 2005. 43 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Produção Vegetal) - Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Dourados, MS.
- BIKROL, A.; SAXENA, N.; SINGH, K. Response of *Glycine max* in relation to nitrogen fixation as influenced by fungicide seed treatment. **African Journal of Biotechnology**, v. 4, n. 7, p. 667-671, 2005.
- BUENO, C. J.; MEYER, M. C.; SOUZA, N. L. Efeito de fungicidas na sobrevivência de *Bradyrhizobium japonicum* (SEMIA 5019 e SEMIA 5079) e na nodulação da soja. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v. 25, n. 1, p. 231-235, 2003.
- CAMPO, J. R.; HUNGRIA, M. Compatibilidade de uso de inoculantes e fungicidas no tratamento de sementes de soja. Londrina: Embrapa Soja, 2000. 32 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 26).
- CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, v. 89, n. 4, p. 557-562, 1997.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45, 2000, São Carlos, SP. **Programas e Resumos...** São Carlos:UFSCAR, 2000. p.235.
- GIANASI, L. *et al.* Eficiência do fungicida captan associado a outros fungicidas no tratamento químico de sementes de soja. **Summa Phytopathologica**, v. 26, n. 2, p. 241-245, 2000.
- HUNGRIA, M. *et al.* Fixação biológica do nitrogênio em soja. In: ARAÚJO, R. S.; HUNGRIA, M. (Ed.) **Microrganismos de importância agrícola.** Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1994. p. 9-89.
- LASCA, C. C. *et al.* Tratamento de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com fungicidas no controle de *Phomopsis phaseoli* (Desm.) Sacc. **Summa Phytopathologica**, v. 13, n. 3-4, p. 222-233, 1987.
- LIMA, L. B. *et al.* Peliculização e tratamento químico de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 6, p. 1091-1098, 2006.
- PEREIRA, C. E. *et al.* Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p. 656-665, 2007.
- REICHENBACH, J. Film-coating para agregar qualidade e segurança. **Seed News**, n.1, 2004.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação.** Viçosa, 1999. 359 p.
- RIVAS, B. A.; MCGEE, D. C.; BURRIS, J. S. Tratamiento de semillas de maiz con polimeros para el control de *Pythium* spp. **Fitopatologia Venezolana**, v.1, n. 1, p. 10-15, 1998.
- TAYLOR, A. G.; GRABE, D. F.; PAINE, D. H. Moisture content and water activity determination of pelleted and film-coated seeds. **Seed Science Technology**, v. 19, n. 1, p. 24-32, 1997.
- ZILLI, J. E. *et al.* Influence of fungicide seed treatment on soybean nodulation and grain yield. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.917-923, 2009.