

APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS EM SEMENTES DE SOJA E SEUS EFEITOS NA NODULAÇÃO E FIXAÇÃO BIOLÓGICA DE NITROGÊNIO

Maira Rejane Costa^(1,2), Nickolly Lilge Kawski^(1,2), Fábio Kenji Ueno Gil^(1,2), Augusto César Pereira Goulart⁽¹⁾, Fábio Martins Mercante⁽¹⁾

⁽¹⁾Embrapa Agropecuária Oeste, Cx. Postal 661, 79804-970, Dourados, MS, mercante@cpao.embrapa.br;

⁽²⁾Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, maira@cpao.embrapa.br

Palavras-chave: Fungicida, nodulação, inoculante, soja.

Introdução

Os elevados teores de proteínas encontrados nos grãos de soja (cerca de 6,5% de N) fazem do N o nutriente requerido em maior quantidade pela cultura. As principais fontes de fornecimento de N à cultura da soja são os fertilizantes nitrogenados e o processo de fixação biológica de nitrogênio atmosférico (FBN). Do ponto de vista econômico e ecológico, a associação simbiótica com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* e *B. elkanii* é considerada a mais importante, e, atualmente, no Brasil, não são mais recomendados fertilizantes nitrogenados para a cultura da soja, visto que a FBN é capaz de suprir as necessidades de N da planta (Vargas & Hungria, 1997).

Considerando o panorama geral da cultura da soja no Brasil, verifica-se que o aumento da área cultivada com soja em regiões tradicionais de cultivo e sua expansão para áreas novas acarretou uma série de problemas de ordem fitossanitária, fazendo com que a maioria das doenças de importância econômica, que são transmitidas pelas sementes, aumentassem tanto em número quanto em intensidade (Henning, 1996). Assim, no Brasil, a prática do tratamento de sementes de soja vem crescendo a cada safra e, com o surgimento de novas doenças e o lançamento de novos produtos no mercado, têm sido utilizados novos ingredientes ativos, levando à reavaliação dos fungicidas recomendados atualmente (Goulart, 2003).

Contudo, alguns resultados de pesquisa têm mostrado que, quando a inoculação de rizóbio é feita juntamente com o uso de determinados fungicidas, essas misturas afetam a nodulação e a FBN em soja, em diferentes graus, por reduzir a população de *Bradyrhizobium* spp. (Campo & Hungria, 2000).

Assim, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de diferentes fungicidas sobre a nodulação e a FBN na soja.

Material e Métodos

Foram conduzidos dois ensaios, sendo um sob condições controladas de casa de vegetação, em vasos com solo proveniente de mata nativa, e outro a campo, em solo com população estabelecida de *Bradyrhizobium* sp. ($6,3 \times 10^4$ células/ g de solo). Utilizaram-se sementes de soja, cv. BRS 133, em ambos os ensaios.

No ensaio conduzido em vasos com solo, avaliaram-se os seguintes fungicidas: (1) fludioxonil + metalaxyl-M = Produto comercial A; (2) fludioxonil + metalaxyl-M = Produto comercial B; (3) carbendazin + thiram = Produto comercial A; (4) carboxin + thiram; (5) thiabendazole; (6) carbendazin + thiram = Produto comercial B. No ensaio a campo, foram testados os fungicidas: (1) fludioxonil + metalaxyl-M = Produto comercial A; (2) fludioxonil + metalaxyl-M = Produto comercial B; (3) carbendazin + thiram; (4) carboxin + thiram; (5) fludioxonil; (6) carbendazin; (7) thiram; (8) carboxin. As doses foram utilizadas de acordo com a recomendação técnica para cada produto.

A inoculação das estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080 de *Bradyrhizobium japonicum* foi efetuada com produto à base de turfa, produzido pela FEPAGRO (associada ao MIRCEN), após o tratamento das sementes com os fungicidas, no mesmo dia da semeadura. Em ambos os ensaios, foram incluídos três tratamentos sem aplicação de fungicidas, sendo dois sem adição de inoculante (com e sem adubação mineral nitrogenada) e outro apenas inoculado com a mistura das estirpes.

No ensaio em condições controladas, as plantas foram supridas com solução nutritiva sem nitrogênio. No tratamento-controle com N, foram adicionados NH_4NO_3 , duas vezes por semana, em quantidades suficientes para garantir a necessidade das plantas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com cinco repetições. As avaliações foram realizadas aos 47 dias após a semeadura.

O ensaio a campo foi conduzido na safra 2004/2005, num Latossolo Vermelho distrófico, na área experimental da FAD/UNIDERP, Município de Dourados-MS ($22^\circ 16' \text{ S}$ e $54^\circ 49' \text{ W}$). A adubação com fósforo (P_2O_5) e potássio (K_2O) foram determinadas com base nos resultados da análise química do solo, sendo aplicados, em toda a área experimental, 300 kg ha^{-1} da formulação 0-20-20. No tratamento-controle com N, foram aplicados 200 kg ha^{-1} , sendo 50% na semeadura e 50% no florescimento. Cada parcela constituiu-se de seis linhas com 5,0 m de comprimento, num espaçamento de 0,45 m entre linhas. Na avaliação de rendimento de grãos, foram consideradas duas linhas entre bordaduras, dispensando-se 0,5 m de cada extremidade. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com seis repetições.

Resultados e Discussão

No ensaio conduzido em vasos com solo isento de bactérias fixadoras de N₂ em soja, verificou-se um efeito negativo da aplicação dos fungicidas sobre a nodulação das plantas de soja, quando comparada com plantas inoculadas com as estirpes de *B. japonicum* (SEMIA 5079 e SEMIA 5080). A redução no número de nódulos variou de 24,7 até 48,2% em comparação com as plantas apenas inoculadas (Tabela 1). Quanto à massa de nódulos secos, a redução variou entre 26,5 e 49,4% pela aplicação dos fungicidas. A produção de matéria seca da parte aérea das plantas não foi afetada pela aplicação dos fungicidas nas sementes (Tabela 1). Tem sido destacado maior frequência de efeitos negativos em solos de primeiro ano de cultivo de soja, onde não há uma população estabelecida de *Bradyrhizobium japonicum* e/ou *B. elkanii* (Campo & Hungria, 2000).

No ensaio conduzido a campo, em solo com população estabelecida de *Bradyrhizobium japonicum* e/ou *B. elkanii* na ordem de $6,3 \times 10^4$ células/ g de solo, não foram detectados efeitos negativos nas variáveis avaliadas com a aplicação de fungicidas nas sementes, independentemente do produto utilizado (Tabela 2). Destaca-se que a aplicação de fludioxonil + metalaxyl-M e de carbendazin + thiram proporcionou teores de N nos grãos de soja superiores aos verificados no tratamento apenas inoculado (sem fungicida). Os resultados obtidos neste estudo indicam a possibilidade de compatibilização do tratamento de sementes de soja com determinados fungicidas e a inoculação das sementes com bactérias fixadoras de N₂, em solos com população estabelecida de *B. japonicum* e/ou *B. elkanii*.

Conclusões

1. Os fungicidas testados podem reduzir significativamente a nodulação das plantas em solos isentos de bactérias fixadoras de N₂ capazes de formar uma simbiose efetiva com a soja.
2. Em solos com populações elevadas de *B. japonicum* e/ou *B. elkanii* há possibilidades de compatibilizar o uso de inoculantes com o tratamento das sementes de soja com fungicidas, sem prejuízos para a nodulação e rendimento de grãos da cultura

Referências Bibliográficas

CAMPO, R. J.; 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).

GOULART, A. C. P. Proteção da soja: semente sadia. **Cultivar Grandes Culturas**, Pelotas, v. 5, n. 56, 2003. Caderno Técnico Cultivar, Pelotas, p. 4-14, 2003.

HENNING, A. A. Fungicidas recomendados para o tratamento de sementes de soja. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DE SEMENTES, 4., 1996, Gramado. **Tratamento químico de sementes:** anais. Campinas: Fundação Cargill, 1996. p. 40-44.

VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. Fixação biológica de N₂ na cultura da soja. In: VARGAS, M. A. T.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Biologia dos solos dos cerrados.** Planaltina: Embrapa-CPAC, 1997. p. 297-360.

Tabela 1. Efeito da aplicação de fungicidas sobre a nodulação e produção de matéria seca da parte aérea de plantas de soja, em condições de casa de vegetação, utilizando-se solo isento de bactérias fixadoras de N₂ em soja.

Tratamento	Nodulação		Matéria seca de nódulos		Matéria seca da parte aérea
	(n° planta ⁻¹)	Redução (%)	(mg planta ⁻¹)	Redução (%)	(g planta ⁻¹)
Fludioxonil + metalaxyl-M (Produto A) + IP*	14,2 bc	43,4	18,8 b	44,0	0,76 a
Fludioxonil + metalaxyl-M (Produto B) + IP	18,9 b	24,7	23,8 b	29,2	0,94 a
Carbendazim + thiram (Produto A) + IP	13,0 c	48,2	17,0 b	49,4	0,88 a
Carboxin + thiram + IP	14,2 bc	43,4	18,7 b	44,3	0,81 a
Thiabendazole + IP	15,2 bc	39,4	21,5 b	36,0	0,69 ab
Carbendazim + thiram (Produto B) + IP	17,2 bc	31,5	24,7 b	26,5	0,86 a
IP	25,1 a	0	33,6 a	0	0,86 a
Controle sem N	1,2 d	-	1,61 c	-	0,47 b
Controle com N	0,4 d	-	0,5 c	-	0,86 a
C.V. (%)	20,1		22,2		16,8

*IP= inoculação padrão. Inoculante turfoso, aplicado na dose de 500 g/ 50 kg de sementes, com solução açucarada a 10% como adesivo, e contendo 10⁹ células de *Bradyrhizobium*/ g de inoculante. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5%.

Tabela 2. Efeitos da aplicação de fungicidas sobre a nodulação, produção de matéria seca da parte aérea, teores de N nas folhas e grãos de plantas de soja e rendimento de grãos da cultura, avaliados em solos com população estabelecida de *Bradyrhizobium* spp. capazes de formar simbioses efetivas com soja. Dourados, MS, safra agrícola 2004/2005.

Tratamento	Nodulação (n° planta ⁻¹)	Matéria seca/ planta		Teores de N		Produtividade (kg ha ⁻¹)
		Nódulos (mg)	Parte aérea (g)	Folhas (g kg ⁻¹)	Grãos (g kg ⁻¹)	
Fludioxonil + metalaxyl-M (Produto A) + IP*	58,5 a	390,7 a	7,85 ab	38,1 a	64,3 a	1842 a
Fludioxonil + metalaxyl-M (Produto B) + IP	61,4 a	383,5 a	8,70 ab	38,2 a	61,9 abc	1929 a
Carbendazim + thiram + IP	53,6 ab	437,1 a	9,09 ab	36,6 a	63,9 ab	1737 a
Carboxin + thiram + IP	39,6 ab	332,4 a	7,68 b	38,1 a	61,8 abcd	1718 a
Fludioxonil + IP	49,7 ab	349,6 a	8,85 ab	38,3 a	57,6 d	1835 a
Carbendazim + IP	52,6 ab	378,3 a	8,13 ab	38,3 a	59,9 bcd	1883 a
Thiram + IP	59,2 ab	372,0 a	9,20 ab	38,1 a	58,7 cd	1831 a
Carboxin + IP	42,1 ab	336,0 a	7,49 b	39,6 a	60,0 bcd	1723 a
IP	47,6 ab	334,3 a	8,02 ab	37,6 a	58,5 cd	1824 a
Controle sem N	31,8 ab	411,5 a	8,05 ab	37,3 a	58,5 cd	1593 a
Controle com N	20,5 c	109,6 b	11,5 a	34,3 a	58,7 cd	2001 a
C.V. (%)	41,4	31,5	21,8	7,4	3,6	15,8

*IP= inoculação padrão. Inoculante turfoso, aplicado na dose de 500 g/ 50 kg de sementes, com solução açucarada a 10% como adesivo, e contendo 10⁹ células de *Bradyrhizobium*/ g de inoculante. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5%.