

**TRATAMENTO FUNGICIDA, INSETICIDA E
INOCULAÇÃO COM *Bradyrhizobium* EM
SEMENTES DE SOJA**

CARLOS EDUARDO PEREIRA

2008

CARLOS EDUARDO PEREIRA

**TRATAMENTO FUNGICIDA, INSETICIDA E INOCULAÇÃO
COM *Bradyrhizobium* EM SEMENTES DE SOJA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientador
Prof. Dr. João Almir Oliveira

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Pereira, Carlos Eduardo

Tratamento fungicida, inseticida e inoculação com *Bradyrhizobium* em
sementes de soja / Carlos Eduardo Pereira. – Lavras : UFLA, 2008.
92 p.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2008.

Orientador: João Almir Oliveira.

Bibliografia.

1. Tratamento químico 2. *Glycine max* 3. Antracnose 4. Fixação
biológica de nitrogênio 5. Germinação. I. Universidade Federal de Lavras.
II. Título.

CDD – 632.9655

CARLOS EDUARDO PEREIRA

**TRATAMENTO FUNGICIDA, INSETICIDA E INOCULAÇÃO
COM *Bradyrhizobium* EM SEMENTES DE SOJA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para a obtenção do título de "Doutor".

APROVADA em 09 de julho de 2008

Prof. Dr. Edvaldo Aparecido Amaral da Silva	FAPEMIG
Prof. Dr. Antônio Rodrigues Vieira	EPAMIG
Prof. Dra. Édila Vilela de Resende Von Pinho	UFLA
Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães	UFLA


Prof. Dr. João Almir Oliveira
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

Aos meus pais, Maria Ignês e Geraldo Custódio, pela educação e amor.

DEDICO

**Aos meus irmãos, Ana Lúcia, Vander, José Geraldo e cunhados pelo
apoio e carinho.**

Aos sobrinhos Bruno, Mateus, Daniel e Amanda.

A Rosane pelo amor e cumplicidade.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras – UFLA, Departamento de Agricultura, pela realização do curso de doutorado.

À CAPES (Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsa de estudos.

Ao Prof. Dr. João Almir Oliveira pela orientação, consideração e amizade.

Aos doutores Antônio Rodrigues Vieira e Fátima Maria de Souza Moreira pela co-orientação, sugestões e disponibilidade.

Aos professores do Departamento de Agricultura – Setor de Sementes, João Almir, Édila, Renato e Maria Laene e ao professor do Departamento de Fitopatologia da UFLA José Machado pelos ensinamentos e amizade.

Aos pesquisadores Dr. Aparecido Amaral da Silva, e Dr. Antônio Rodrigues Vieira, e aos professores Dr. Renato Mendes Guimarães, Dra. Édila Vilela de Resende Von Pinho pelas sugestões e participação em banca examinadora.

Aos estagiários e bolsistas de iniciação científica do Setor de Sementes, Michele, Gustavo e Jaime, e colegas do Laboratório de Microbiologia do Solo e Laboratório de Patologia de Sementes, pelo companheirismo e ajuda na condução dos experimentos.

Aos funcionários D. Dalva, D. Elza, Andréia e Elenir, do Setor de Sementes; Marlene do Laboratório de Microbiologia do Solo, pela convivência e apoio constantes para a realização deste trabalho.

Aos colegas de pós-graduação pelos momentos de convivência.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	iii
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERENCIAL TEÓRICO	2
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	10
ARTIGO 1 - Tratamento fungicida em sementes de soja via peliculização: Qualidade fisiológica e sanitária das sementes e nodulação das plantas por <i>Bradyrhizobium</i>	19
Resumo.....	21
Abstract.....	22
Introdução.....	23
Material e Métodos.....	25
Resultados e Discussão.....	30
Conclusões	39
Referências.....	39
ARTIGO 2 - Tratamento inseticida em sementes de soja via peliculização: Qualidade fisiológica das sementes e nodulação das plantas por <i>Bradyrhizobium</i>	46
Resumo.....	48
Abstract.....	49
Introdução.....	50
Material e Métodos.....	52
Resultados e Discussão.....	56

Conclusões.....	63
Referências.....	63
ARTIGO 3 - Tratamento fungicida em sementes de soja via peliculização: Qualidade fisiológica e sanitária das sementes e crescimento das plantas após inoculação das sementes com <i>Colletotrichum truncatum</i>.....	67
Resumo.....	69
Abstract.....	70
Introdução.....	71
Material e Métodos.....	73
Resultados e Discussão.....	78
Conclusões.....	86
Referências.....	86
Considerações finais.....	91

RESUMO GERAL

PEREIRA, Carlos Eduardo. Tratamento fungicida, inseticida e inoculação com *Bradyrhizobium* em sementes de soja. 2008. 92 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

Visando assegurar um estabelecimento adequado das plantas no campo, tem-se utilizado o tratamento químico de sementes. Entretanto, alguns produtos químicos podem comprometer o estabelecimento da simbiose bradirrízio-planta. Neste trabalho, objetivou-se avaliar a qualidade de sementes de soja tratadas com fungicidas, inseticidas e peliculizadas, bem como a nodulação e o crescimento das plantas. No primeiro trabalho foram utilizadas sementes tratadas com captan, carbendazim + thiram, carbendazim, carboxin + thiram, difenoconazole, fludioxonil + metalaxil-M, thiabendazol, thiram, tolylfluanid, thiabendazol + thiram e tiofanato-metilico e sementes sem tratamento fungicida. Parte das sementes foi tratada via peliculização e parte não recebeu a aplicação do polímero. Posteriormente, as sementes foram avaliadas pelos seguintes parâmetros: teste de germinação, teste de frio, emergência em bandeja, sanidade, número e matéria seca de nódulos, comprimento e matéria seca da parte aérea em casa-de-vegetação. No segundo ensaio as sementes foram tratadas com os inseticidas carbosulfan, clotianidina, fipronil, imidaclopride, tiametoxan e parte das sementes não foi tratada. A peliculização foi realizada de forma semelhante ao primeiro ensaio, assim como as avaliações. No terceiro ensaio as sementes foram inoculadas com *Colletotrichum truncatum* utilizando-se a técnica de restrição hídrica e, posteriormente, tratadas com os fungicidas carbendazin, fludioxonil + metalaxil-M, thiabendazol + thiram, tiofanato metílico ou carboxin + thiram, sendo que parte das sementes não foi tratada com fungicidas. A peliculização foi realizada de forma semelhante ao primeiro ensaio, assim como as avaliações. Conclui-se que o tratamento fungicida das sementes de soja não reduz sua qualidade fisiológica, ao contrário dos inseticidas tiametoxam e carbosulfan. Há maior controle de *C. truncatum* em semente tratadas com fludioxonil + metalaxil-M e thiabendazol + thiram, bem como maior qualidade fisiológica das sementes. O tratamento das sementes com tiofanato metílico reduz seu vigor e o crescimento das plantas. A nodulação e o crescimento das plantas são reduzidos quando as sementes são tratadas com os fungicidas thiabendazol + thiram, captan, carboxim + thiram, tolylfluanid e fludioxonil + metalaxil-M.

¹ Comitê orientador: João Almir Oliveira – UFLA (Orientador); Antônio Rodrigues Vieira – EPAMIG (Co-orientador); Fátima Maria de Souza Moreira – UFLA (Co-orientadora).

Já os inseticidas avaliados não interferem na nodulação e crescimento das plantas de soja quando se utiliza a estirpe BR86, enquanto, para BR96, a matéria seca dos nódulos e da parte aérea é reduzida pela aplicação de carbosulfan e imidaclopride. A peliculização não interfere na qualidade fisiológica e sanitária das sementes e na nodulação e no crescimento das plantas de soja.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, polímero, tratamento químico, fixação biológica de nitrogênio, germinação, vigor, antracnose.

GENERAL ABSTRACT

PEREIRA, Carlos Eduardo. Insecticide and fungicide treatment and inoculation in soybean seeds with *Bradyrhizobium*. 2008. 92 p. Thesis (Doctor in Crop Science) – Federal University of Lavras, Lavras.¹

Chemical treatment of the seeds are used assure an appropriate establishment of the plants in the field. However, some chemical products may difficult the establishment of the symbiosis rizobium-plant. Thus, this work aimed to evaluate the quality of treated soybean seeds with fungicides, insecticides, film coating and the nodulation and growth of the plant. In the first essay the seeds were treated with: captan, carbendazim+thiram, carbendazim, carboxin+thiram, difenoconazole, fludioxonil+metalaxil-M, thiabendazole, thiram, tolylfluanid, thiabendazole+thiram, tiofanato-metilico and part of the seeds were not treated (control). It was used polymer Disco Agrobblue L204[®] during the treatment of the seeds. Later the seeds were evaluated by the tests: of germination, cold, seedling emergency and blotter, number and nodules dry matter, length and dry matter of the aerial part in greenhouse. In the second essay, the seeds were treated with carbosulfan, clotianidina, fipronil, imidacloprid, tiametoxan and part of the seeds was not treated with insecticides. The film-coating used was like in the first essay. In the third essay, the seeds were inoculated with *Colletotrichum truncatum* being used water restriction technique and later the seeds were treated with the fungicides carbendazin, fludioxonil+metalaxil-M, thiabendazole+thiram, tiofanato metilico or caboxin+thiran and part of the seeds was not treated with fungicides. The film-coating was also used like in the first essay. The results showed that the treatment of soybean seeds did not reduce the physiological quality in opposition to insecticides tiametoxan and carbosulfan. There was a broader control of *C. truncatum* in the treatments with fludioxonil+metalaxil-M and thiabendazole+thiram and showed seeds with higher physiological quality. The soybean seeds treatment with tiofanato metilico reduced seed vigour and plant growth. The fungicides thiabendazole+thiram, captan, carboxim+thiram, tolylfluanid and fludioxonil+metalaxil-M reduced the nodulation and plant growth. The insecticides, used in this research, did not interfere in the nodulation and growth of soybean plant when the strain BR86 was used, while for BR96 the nodules dry matter and aerial part dry matter were reduced for the carbosulfan application and imidacloprid.

¹ **Guidance committee:** João Almir Oliveira – UFLA (Advisor); Antônio Rodrigues Vieira – EPAMIG (Co-advisor); Fátima Maria de Souza Moreira – UFLA (Co-advisor).

The film-coating did not interfere with the physiological and sanitary quality of seeds, in the nodulation and in the growth of soybean plant.

WORD-KEY: *Glycine max*, polymer, chemical treatment, nitrogen biological fixation, germination, vigor, anthracnose.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A soja é uma das commodities mais valorizadas no mercado internacional, sendo o Brasil seu principal exportador. As commodities são produtos padronizados e não diferenciados; assim, por meio da homogeneização dos sistemas produtivos, há uma redução das margens, diferença entre preço e custo, do produto como commodities. Neste mercado altamente competitivo, os ganhos obtidos por produtores advêm, entre outros fatores, da adoção de medidas eficientes para manter altas produtividades sem que haja aumentos significativos no custo de produção.

Muitas tecnologias disponíveis para o sojicultor são veiculadas por meio das sementes. Neste sentido, o tratamento de sementes de soja com produtos químicos é uma medida de baixo custo, pois representa apenas 5% do custo total de produção, sendo importante por controlar doenças no início de desenvolvimento da cultura, proteger as sementes e prevenir a transmissão e disseminação de inóculo por meio destas. Assim, atualmente, cerca de 95% do volume de sementes de soja comercializado recebe tratamento químico, sendo utilizados, principalmente, fungicidas e inseticidas.

Juntamente com o tratamento químico das sementes têm-se utilizado polímeros para seu revestimento, processo denominado peliculização. Essa técnica possibilita a formação de um filme uniforme ao redor das sementes, melhorando sua aparência e facilitando a sua identificação. Além disso, a peliculização pode aumentar a adesão dos fungicidas e inseticidas utilizados no tratamento das sementes, com redução de perdas destes compostos por sedimentação durante o transporte e manipulação das sementes e lixiviação após a semeadura.

Também a inoculação das sementes de soja com bradirrizóbio, tecnologia bastante difundida entre os produtores, quando realizada de maneira adequada, possibilita grande economia de fertilizantes nitrogenados. Essa

prática, de baixo custo relativo, garante, por meio da fixação biológica do nitrogênio, o suprimento desse elemento necessário para o desenvolvimento normal das plantas.

Neste contexto, objetivou-se, neste trabalho, avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja tratadas com fungicidas e inseticidas via peliculização. Avaliaram-se, ainda, a nodulação por *Bradyrhizobium* e o crescimento das plantas provenientes de sementes tratadas com fungicidas e inseticidas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. *Glycine max* e *Bradyrhizobium*

O desenvolvimento de novas tecnologias possibilitou o estabelecimento da soja nas condições do Cerrado brasileiro, tornando-a principal cultura de exportação nacional. Na última safra, 07/08, foram cultivados, no Brasil 21158,5, mil ha com soja, alcançando uma produção de cerca de 60 milhões de toneladas (Companhia Nacional de Abastecimento, 2008) e uma das maiores ofertas do produto no mercado internacional.

Entre os principais fatores que têm alavancado a cultura da soja no país estão o uso de tecnologias avançadas no manejo da cultura, como a mecanização agrícola; o uso de adubos químicos; o manejo de pragas e doenças e, principalmente, a disponibilidade de sementes de alta qualidade (Embrapa soja, 2004). Entre esses fatores, a aplicação de fertilizantes merece destaque devido à baixa fertilidade natural dos solos brasileiros.

Entre os elementos essenciais para nutrição de plantas, o nitrogênio é o requerido em maior quantidade pela cultura da soja, sendo que, para produzir 1000 kg de grãos, estima-se que sejam necessários 80 kg de nitrogênio (Hungria et al., 2001). Entretanto, por meio da utilização da simbiose entre plantas de soja e bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico, pertencentes ao gênero

Bradyrhizobium, a adubação nitrogenada pode ser dispensada, possibilitando uma economia de aproximadamente 1,4 bilhão de dólares anuais (Barberi, 2003).

O estabelecimento da simbiose entre bactérias fixadoras de nitrogênio e plantas de soja depende de diversas moléculas utilizadas como sinalizadores. Entre estas, os flavonóides, compostos do metabolismo secundário das plantas, ao serem exudados promovem um aumento do tamanho das bactérias fixadoras de nitrogênio presentes na rizosfera (Ramos, 1996; Mckhann et al., 1997), bem como a ativação dos genes *nod*, responsáveis pela nodulação das raízes (Ramos, 1996; Caetano-Anolles et al., 1998). Entretanto, vários fatores podem influenciar o crescimento e desenvolvimento dos nódulos, tais como a estirpe utilizada, a dose do inoculante, os adesivos e o tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas, além da adubação da cultura e das condições ambientais (Henning et al., 1998; Randrup 1980).

Para garantir os benefícios proporcionados pela fixação biológica do nitrogênio, o agricultor, a cada safra, necessita introduzir, no campo de cultivo, estirpes de bactérias eficientes e em número adequado. Tem-se observado que a inoculação realizada em áreas com cultivo anterior de soja tem propiciado um incremento de 4 a 15% no rendimento de grãos dessa leguminosa (Henning et al.; 1998).

A inoculação pode ser realizada por dois métodos, via sementes e no sulco de plantio. A principal vantagem da inoculação via sulco é a redução dos efeitos tóxicos que podem ocorrer devido ao tratamento das sementes com fungicidas, inseticidas ou incorporação de micronutrientes. No entanto, a inoculação por meio das sementes apresenta uma maior praticidade, bem como uma grande economia de inoculante, já que, para a inoculação via sulco, a quantidade de inoculante a ser aplicado é aproximadamente seis vezes superior à dose recomendada para as sementes (Tecnologia..., 2003).

Além desses cuidados, deve-se observar que a aplicação de produtos fitossanitários sobre as sementes, juntamente com a inoculação de *Bradyrhizobium*, pode prejudicar a fixação biológica do nitrogênio (Donolo et al., 1998; Campo et al., 2000; Campo et al., 2003; Annapurna, 2005; Bikrol et al., 2005). Neste sentido, torna-se necessário o desenvolvimento de novas técnicas, bem como a seleção de produtos fitossanitários que possibilitem a associação do tratamento biológico com o químico, beneficiando-se de suas vantagens sem que haja comprometimento dos efeitos positivos de cada prática.

2.2. Tratamento de sementes com fungicidas

Sendo as sementes o principal insumo agrícola, assegurar sua qualidade é essencial na formação de lavouras de elevado potencial produtivo. Assim, a utilização do tratamento fungicida de sementes, devido ao controle de patógenos associados às sementes e à proteção destas, principalmente em condições adversas de campo, tem sido bastante utilizada por produtores.

Os principais patógenos transmitidos pela semente de soja são *Cercospora kikuchii*, *Cercospora sojina*, *Fusarium semisectum*, *Phomopsis* spp., anamorfo de *Diaporthe* spp., e *Colletotrichum truncatum* (Embrapa, 2002). Entre estes patógenos, *Colletotrichum truncatum*, agente causal da antracnose (Goulart, 1997), tem nas sementes sua mais importante fonte de inóculo primário (Galli et al., 2007), comprometendo a qualidade sanitária das sementes e, posteriormente, o desenvolvimento das vagens em início de formação.

Em diversos trabalhos tem sido demonstrada a eficiência do tratamento de sementes com fungicidas para o controle e erradicação de patógenos associados a sementes de soja. Neste sentido, o tratamento das sementes foi eficiente quando da utilização dos seguintes fungicidas: thiram + benomyl, thiabendazole + thiram (Goulart, 1998) e thiabendazole + quintozene para o controle de *C. truncatum* (Gianasi et al., 2000); tolylfluanid + tiofanato metílico,

thiabendazole + thiram e tiofanato metílico + thiram para erradicação de *Phomopsis* sp., *Fusarium semitectum*, *Colletotrichum truncatum* e *Cercospora kikuchii* (Goulart, 2001). Além desses, o uso de benomil e thiabendazole (Vitti et al., 1993), tolyfluanid+thiabendazole (Goulart et al., 1998; Goulart et al., 2000), benomil+thiram (Lopes & Barros, 1997; Goulart et al., 1998), thiabendazole+thiram (Goulart et al., 1995; Goulart et al., 1998; Lopes & Barros, 1997; Goulart et al., 2000), carbendazin+thiram (Lopes & Barros, 1997; Goulart et al., 1998), tolyfluanid (Goulart et al., 1995), tolyfluanid+benomil, tolyfluanid+ thiabendazole, thiabendazole+captan (Goulart et al., 2000) e carboxin+thiram (Henning et al., 1998) foi eficiente no controle dos patógenos presentes em sementes de soja.

Entretanto, o sucesso deste tratamento depende de vários fatores, como o tipo e posição do patógeno nas sementes, vigor das sementes, por ocasião do tratamento (Machado, 2000), bem como do fungicida utilizado.

Em trabalhos envolvendo tratamento de sementes de soja com fungicidas tem sido observada elevação na porcentagem de germinação pela aplicação de quintozene+tiofanato metílico, captan+benomil, captan+carbendazin, captan+tiofanato metílico, captan+thiabendazole, e captan+imibenconazole (Gianasi et al., 2000) carbendazin+thiram (Menten et al., 1997). Foi observado, ainda, aumento no vigor das sementes tratadas com thiram, benomil, thiabendazole e com as misturas carboxim+thiram, carbendazin+thiram e iprodione+thiram (Lasca et al., 1987), thiram+captan (Maggione & Lam-Sanchez, 1976), carbendazin+thiram (Menten et al., 1997) e thiabendazole + thiram (Goulart & Melo Filho, 2000).

Porém, determinados produtos com ação fungicida podem ter efeito tóxico sobre as sementes de soja, como thiabendazole+quintozene, citado por Gianasi et al. (2000), ou mesmo não interferir na germinação e vigor, como difenoconazole, tolyfluanid, thiram e thiabendazole (Câmara et al., 2002).

Apesar dos benefícios advindos do tratamento químico das sementes de soja, esta técnica pode comprometer o estabelecimento da simbiose planta-rizóbio (Campo et al., 2000). Neste contexto, tem-se verificado que o tratamento fungicida de sementes de soja pode reduzir o número de células de bactérias fixadoras de nitrogênio (Revellin et al., 1993; Donolo et al., 1998; Campo et al., 2000; Annapurna, 2005) e o número de nódulos (Campo et al., 2003; Campo e Hungria, 2000; Abd El-Monem e El-Sawah, 1984; Marzocca, 1983, Bikrol et al., 2005; Annapurna, 2005), bem como a matéria seca de nódulos em plantas de soja (Andrés et al., 1998; Annapurna, 2005).

Estes resultados estão associados diretamente ao produto químico e às concentrações utilizadas. Para alguns fungicidas, como captan, benomil, carboxim+thiram e thiabendazol, thiabendazol+thiram e carbendazil+thiram, não foram observadas reduções significativas na nodulação (Gianasi et al., 2000; Campo & Hungria, 2000; Marzocca, 1983; Fancelli & Kimati, 1986; Pereira, 2005, Bigaton, 2005; Bueno et al., 2003; Cattelan et al., 1995).

2.3. Tratamento de sementes com inseticidas

O estabelecimento das plântulas no campo, de modo a proporcionar um estande ideal, constitui a base para obtenção de rendimentos elevados. Neste sentido, o tratamento de sementes de soja com inseticidas sistêmicos ou de contato e ingestão é importante para garantir uma população adequada de plantas no campo.

Atualmente, com o aumento da área cultivada sob sistema de plantio direto, tem-se constatado, também, um aumento na incidência de pragas, principalmente subterrâneas, já que, neste sistema, o solo é revolvido apenas no sulco em que as sementes são depositadas (Embrapa, 2008). Este é, provavelmente, um dos principais fatores a contribuir para maior utilização de inseticidas no tratamento de sementes de soja.

Entre as principais pragas controladas por meio do tratamento inseticida de sementes de soja estão a lagarta elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*), o cupim (*Procornitermes triacifer*), o tamanduá da soja (*Sternechus subsignatus*), *Julus* spp., a mosca-branca (*Bemisia tabaci*), o brasileirinho (*Diabrotica speciosa*) e o torrãozinho (*Aracanthus mourei*), as quais podem reduzir o estande, comprometer crescimento e desenvolvimento da cultura e, conseqüentemente, reduzir o rendimento de grãos da lavoura (Zucchi et al., 1993, Gallo et al., 2002, Embrapa, 2008).

No entanto, alguns inseticidas utilizados no tratamento de sementes de soja podem comprometer sua qualidade fisiológica. Neste sentido, Saraswathi et al. (1996), ao avaliarem o efeito de inseticidas sobre a qualidade de sementes, constataram que o inseticida sumicidin pode ser prejudicial à germinação e ao crescimento de plântulas de soja. Também Godoy et al. (1990), estudando o efeito dos inseticidas thiodicarb e carbofuran, verificaram que as sementes de milho apresentaram menor porcentagem e velocidade de emergência de plântulas em relação à testemunha, sendo tais diferenças mais marcantes após 15 dias de armazenamento. Também Khalleg & Klantt (1986), estudando o tratamento de sementes de trigo com os inseticidas aldrin, heptacloro e carbofuran, em diferentes doses, verificaram que carbofuran, aplicado só ou em combinação com fungicidas, reduziu a emergência de plântulas. Neste mesmo trabalho verificou-se menor fitotoxidez quando a aplicação do produto foi realizada próxima à semeadura.

Oliveira & Cruz (1986), por sua vez, trabalhando com sementes de milho, estudaram o efeito de quatro inseticidas (acefato, aldrin, carbofuran e thiodicarb) aplicados em diferentes doses, com diversos períodos de armazenamento, sobre a germinação das sementes. Os autores constataram que apenas o carbofuran afetou a germinação das sementes tratadas no momento da

semeadura e quando as sementes foram tratadas e armazenadas por mais de 28 dias. Todos os inseticidas causaram queda na germinação das sementes.

Os inseticidas carbamatos sistêmicos carbofuran e thiodicarb não afetaram a porcentagem de emergência de plântulas de arroz, da mesma forma como sementes de algodão não tiveram sua qualidade fisiológica afetada por esses mesmos produtos químicos (Godoy et al., 1990). De modo geral, Pinto (1991) concluiu que, nas doses testadas, os inseticidas fenitrothion CE, malation CE, pirimiphos-metil CE (10 e 20g i.a./t) e deltametrin CE (1 e 2g i.a./t) não apresentaram efeito fitotóxico às sementes de milho.

Com relação à associação do tratamento de inseticidas à inoculação das sementes com *Bradyrhizobium*, em levantamento realizado em diversos trabalhos nacionais e internacionais observou-se que não é possível fazer generalizações (DePolli et al., 1986). Dependendo do tipo de fungicida, herbicida ou inseticida utilizado, estes podem ter efeitos prejudiciais, não exercer nenhum efeito ou até mesmo ter efeitos benéficos sobre o rizóbio e suas simbioses; este último caso, porém, é raro. Efeitos prejudiciais foram observados em 54% dos fungicidas testados e 40% dos inseticidas. Heinrichs (1977), estudando a associação do inseticida carbofuran (2 e 10g i.a./Kg semente) à inoculação de sementes de soja, verificou que somente a maior dosagem avaliada causou inibição da nodulação em condições de campo. Também Galli (1959), Diatloff (1970), Oblisami et al. (1975) e Tu (1977) verificaram inibição do crescimento *in vitro* de *Bradyrhizobium* pelos produtos dieldrin (10000ppm), emulsão aquosa (1:1) de dieldrin 30%, endrin e clorpirifós, respectivamente.

Porém, alguns inseticidas, quando aplicados às sementes em associação à inoculação destas, não têm efeito negativo sobre a nodulação de *Bradyrhizobium* em plantas de soja, tais como dieldrin (2,2g /kg de sementes) *in vitro* e clorpirifós (0,3g / kg de sementes) em condições de casa-de-vegetação, segundo os autores Russell & Coaldrack (1966) e Tu (1977), respectivamente.

Verifica-se, neste contexto, que há variação de resposta da associação simbiótica planta-bradimirizóbio quando da aplicação de inseticidas em sementes, devendo-se considerar fatores como ingrediente ativo, dosagens e condições de realização do teste, entre outros. Assim, há necessidade de pesquisar novos produtos inseticidas, principalmente do grupo dos neonicotinóides, já que, atualmente, são poucos os trabalhos encontrados na literatura.

2.4. Peliculização

Atualmente, cerca de 95% das sementes de soja comercializadas são tratados com produtos químicos protetores (Associação Brasileira de Sementes e Mudas, 2005). Entre os produtos utilizados no tratamento de sementes de soja estão os fungicidas, inseticidas, micronutrientes e, dada a demanda por novas tecnologias de aplicação, mais recentemente têm sido utilizados polímeros para peliculização das sementes.

Busca-se, com a aplicação de polímeros durante o tratamento das sementes, a formação de uma película ou filme ao redor das mesmas, sem que haja modificação de sua forma ou massa, caracterizando, assim, a peliculização ou “film coating” (Robani, 1994; Taylor et al., 1997; Hill, 1997).

A associação de polímeros ao tratamento de sementes tem sido impulsionada pelas características importantes que a utilização destes compostos pode conferir às sementes. Entre esses benefícios observa-se uma melhor retenção dos produtos fitossanitários às sementes (Smith, 1997; Maude, 1998; Sampaio & Sampaio, 1998; Silveira, 1998), garantindo que inseticidas e fungicidas, entre outros, atuem onde realmente são necessários, além de assegurar uma redução da exposição do homem aos produtos químicos tóxicos adicionados às sementes durante seu manuseio (Robani, 1994). Além disso, por meio da peliculização tem-se uma distribuição mais uniforme dos produtos químicos aplicados sobre as sementes (Reichenbach, 2004).

Para sementes sensíveis à embebição em condições de baixa temperatura, a peliculização pode reduzir as injúrias causadas por esse processo (Taylor, 2001). Entretanto, Henning et al. (2003), estudando polímeros associados a fungicidas para o tratamento de sementes de soja, concluíram que os polímeros só devem ser empregados em conjunto com fungicidas, já que os mesmos não protegem as sementes no solo, resultando em baixa emergência de plântulas.

Com relação à qualidade fisiológica e sanitária das sementes, tem-se observado que a aplicação de polímeros não afeta a germinação e o vigor de sementes de soja (Pereira, 2005; Trentini, 2004), feijão (Alves et al., 2003; Clemente et al., 2003), algodão (Lima et al., 2006) e milho (Rivas et al., 1998), além de não interferir na ação dos fungicidas utilizados no tratamento das sementes (Lima et al., 2003a, Lima et al., 2003b; Lima et al., 2003c; Pereira et al., 2007). Já Duan & Burris (1997), avaliando o uso de polímeros sobre sementes de beterraba, observaram redução na germinação de alguns cultivares.

A aplicação de produtos fitossanitários em sementes de soja vem se tornando uma prática rotineira; entretanto, a crescente preocupação com o meio ambiente e a segurança durante a manipulação destas sementes tem aumentado a demanda por tecnologias de aplicação que permitam a redução dos riscos, sem que a qualidade das sementes seja comprometida.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRAILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. Anuário 2005. *Tudo começa pela semente*. Pelotas, 2005.

ABD EL-MONEM, A. M.; EL-SAWAH, M. Y. Evaluation of certain seed-dressing fungicides for control of soybean root rot and their extended effects on bacterial nodulation and yield. *Annals of Agricultural Science*, v. 21, n. 2, p.541-549. 1984.

ALVES, M. C. S.; GUIMARÃES, R. M.; CLEMENTE, F. M. V. T.; GONÇALVES, S. M.; PEREIRA, S. P.; OLIVEIRA, S. Germinação e vigor de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) peliculizadas e tratadas com fungicida. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 13, n. 3, p. 219, set. 2003.

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**, Berlin, v. 26, n. 2, p. 141-145, Jan. 1998.

ANNAPURNA, K. *Bradyrhizobium japonicum*: Survival and nodulation of soybean as influenced by fungicide treatment. **Indian Journal of Microbiology**, New Delhi, v. 45, n. 4, p. 305-307, Dec. 2005.

BARBERI, A. Crescimento de *Bradyrhizobium elkanii* estirpe BR 29 em meio com diferentes valores de pH e desempenho de sua simbiose com soja (*Glycine max* (L.) Merrill). 2003. 43 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

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.

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**, Nairobi, v. 4, n. 7, p. 667-671, July 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**, Maringá, v. 25, n. 1, p. 231-235, jan./jun. 2003.

CAETANO-ANOLLES, G.; CHRIST-ESTES, D.K.; BAUER, W. D. Chemotaxis of *Rhizobia melitoli* to the plant flavone leteolin requires functional nodulation genes. **Journal of Bacteriology**, p. 3164-3169, July 1998.

CÂMARA, G. M. S.; MARQUES, L. A.; LUCHETI, M. P.; PEDROSO, D. B.; NACAMURA, S. S.; BARROS, F. F. Qualidade fisiológica de sementes de soja, provenientes de sementes inoculadas e tratadas com fungicidas e solução de micronutrientes no ano agrícola 2000/2001. In: CONGRESSO BRASILEIRO

DE SOJA E MERCOSOJA, 2., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2002. p. 393.

CAMPO, J. R.; HUNGRIA, M.; ALBINO, U. B.; MORAES, J. Z.; SIBALDELLI, R. N. R. Estudo da compatibilidade em aplicação conjunta nas sementes, entre fungicidas, micronutrientes e inoculantes, sobre a sobrevivência de *Bradyrhizobium* e a eficiência de fixação biológica do nitrogênio. In: **EMBRAPA SOJA. Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja 1999.** Londrina, 2000. 279 p. (Embrapa soja. Documentos, 142).

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).

CAMPO, J. R.; HUNGRIA, M.; LAURETO, E.; MIURA, L. M.; SIBALDELLI, R. N.; MORAIS, J. Z.; SOUZA, M. P. Compatibilidade de aplicação de inoculantes com defensivos agrícolas e micronutrientes. In: CAMPO, C. B. H.; SARAIVA, O. F. (Org.). **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja-2002.** Londrina: Embrapa Soja, 2003. p.20-38. (Documentos, 216).

CATTELAN, A. J.; SPOLADORI, C. L.; HENNING, A. A. Efeito do tratamento de sementes de soja com fungicidas recomendados sobre a fixação do nitrogênio atmosférico e a sobrevivência do *Bradyrhizobium japonicum* em casa-de-vegetação. In: **MICROBIOLOGIA DO SOLO: DESAFIOS PARA O SÉCULO, 21.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 3.; REUNIÃO DE LABORATÓRIOS PARA RECOMENDAÇÃO DE ESTIRPES DE *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, 6., 1995. Anais...** Londrina: IAPAR/EMBRAPA/CNPSo, 1995. p. 399-403.

CLEMENTE, F. M. V. T.; OLIVEIRA, J. A.; ALVES, A. C. S.; GONÇALVES, S. M., PEREIRA, S. P.; OLIVEIRA, S. Peliculização associada a doses de fungicida na qualidade fisiológica de sementes do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003. Informativo ABRATES...** Londrina: ABRATES, 2003. v.13, n.3, 538 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores da Agropecuária.** Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf> Acesso em: 11 abr. 2008.

DEPOLLI, H.; SOUTO, S. M.; FRANCO, A. A. **Compatibilidade de agrotóxicos com *Rhizobium* spp. e a simbiose das leguminosas.** Seropédica: EMBRAPA/UAPNPBS, 1986. 75 p.

DIATLOFF, A. The effects of some pesticides on root nodule bacteria and subsequent nodulation. **Australian Journal of Experimental Agricultural Animal Husbandry**, Victoria, v. 10, n. 46, p. 562-567, Oct. 1970.

DONOLO, A.; FABRA, A.; CASTRO, S. Influence of the fungicide Vitavax on the growth of *Bradyrhizobium* species. **Microbios**, Cambridge, v. 93, n. 374, p. 35-41, 1998.

DUAN, X. M.; BURRIS, J. S. Film coating impairs leaching of germination inhibitors in sugar beet seed. **Crop Science**, Madison, v. 37, n. 2, p. 515-520, Mar./Apr. 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia de produção de soja: região central do Brasil 2004**. [S. l.]: Embrapa Soja, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia de Produção de Soja Região Central do Brasil 2003**. Londrina, 2008. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/SojaCentralBrasil2003/manejo.htm>> Acesso em: 25 jun. 2008.

FANCELLI, M. I.; KIMATI, H. Efeito do tratamento de sementes com captan e thiabendazol no "stand" de germinação e nodulação da soja. **O solo**, Piracicaba, v. 78, n. 1, p. 36-38, dez./jan. 1986.

GALLI, F. **Contribuição ao estudo da ação de herbicidas e inseticidas sobre a nodulação em soja**. 1959. 43 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

GALLI, J. A.; PANIZZI, R. C.; VIEIRA, R. D. Efeito de *Colletotrichum dematium* var. *truncata* e *Phomopsis sojae* na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 1, p. 40-46, jan./mar. 2007.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINE, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GIANASI, L.; FILHO, A. B.; FERNANDES, N.; LOURENÇO, S. A.; SILVA, C. L. da. Eficiência do fungicida captan associado a outros fungicidas no tratamento químico de sementes de soja. **Summa Phytopathologica**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 241-245, abr./jun. 2000.

GODOY, J. R. de; CROCOMO, W. B.; NAKAGAWA, J. et al. Efeito do armazenamento sobre a qualidade fisiológica de sementes tratadas com inseticidas sistêmicos. *Científica*, Jaboticabal, v. 18, n. 1, p. 81-93, 1990.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja: detecção e importância.** Dourados: EMBRAPA/CPAO, 1997. 58 p.

GOULART, A. C. P. Incidência e controle químico de fungos em sementes de soja em alguns municípios de Mato Grosso do Sul. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 25, n. 6, p. 1457-1466, nov./dez. 2001.

GOULART, A. C. P. Tratamento de sementes de soja com fungicidas para o controle de patógenos. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 2, p. 127-131, jun. 1998.

GOULART, A. C. P.; ANDRADE, P.J.M.; BORGES, E.P, Controle de patógenos de soja pelo tratamento com fungicidas e efeitos na emergência e no rendimento de grãos. *Summa Phytopathologica*, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 341-346, jul./set. 2000.

GOULART, A. C. P.; MELO FILHO, G. A. de. **Quanto custa tratar as sementes de soja, milho e algodão com fungicidas?** Dourados: EMBRAPA/CPAO, 2000. 23 p. (EMBRAPA/CNPSo. Documentos, 11).

GOULART, A. C. P.; PAIVA, F. de A.; ANDRADE, P. J. M. Controle de fungos em sementes de soja (*Glycine Max*) pelo tratamento com fungicidas. *Summa Phytopathologica*, Jaguariúna, v. 21, n. 3-4, p. 239-244, ju./dez. 1995.

HEINRICHS, E. A. Inseticidas sistêmicos e endrin aplicados no controle de *Elasmopalpus lignosellus* e seus efeitos sobre a soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 12, p. 119-124, 1977.

HENNING, A. A.; CAMPO, R. J.; SFREDO, G. J. Tratamento com fungicidas, aplicação de micronutrientes e inoculação de sementes de soja. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, 1998. (Encarte Técnico, n. 82,).

HENNING, A. A.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKY, F. C.; COSTA, N. P. Avaliação de corantes, polímeros, pigmentos e fungicidas para o tratamento de sementes de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003, Londrina. *Anais...* Londrina: ABRATES, 2003. 538 p.

HILL, H. J. New developments in seed technology. **Proceedings of Oregon Horticultural Society, Portland**, v. 88, p. 123-130, 1997.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica no nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 35; Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 13).

KHALLEQ, B.; KLANTT, A. Effects of various fungicides and insecticides on emergence of three wheat cultivars. **Agronomy Journal, Madison**, v. 78, n. 6, p. 967-970, 1986.

LASCA, C. C.; VALARINI, P. J.; SCHIMIDT, J. R.; VECHIATO, M. H.; CHIBA, S. Tratamento de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com fungicidas no controle de *Phomopsis phaseoli* (Desm.) Sacc. **Summa Phytopathologica, Jaguariúna**, v. 13, n. 3-4, p. 222-233, jul./dez. 1987.

LIMA, L. B.; MASETTO, T. E.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, J. A. Tratamento fungicida e peliculização de sementes de tomate. **Informativo ABRATES, Londrina**, v. 13, n. 3, p. 248, set. 2003a.

LIMA, L. B.; SILVA, P. A.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A. Peliculização e tratamento químico de sementes de algodão. **Informativo ABRATES, Londrina**, v. 13, n. 3, p. 250, set. 2003b.

LIMA, L. B.; SILVA, P. A.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A. Peliculização e tratamento químico de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 30, n. 6, p. 1091-1098, nov./dez., 2006.

LIMA, L. B.; TRENTINI, P.; MACHADO, J. C.; OLIVEIRA, J. A. Tratamento químico de sementes de soja visando ao controle de *Phomopsis sojae* associado a semente e *Rhizoctonia solani* no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003, Londrina. **Anais...** Londrina: ABRATES, 2003c. v. 13, n. 3, 538 p.

LOPES, M. E. B. M. e BARROS, B. C. Eficiência de fungicidas no controle de fungos em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista de Agricultura, Piracicaba**, v. 72, n. 1, p. 85-98, jun. 1997.

MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000. 138 p.

MAGGIONE, C. S.; LAM-SANCHEZ, A. Efeito do tratamento de sementes com thiabendazole em formulações simples e combinadas com captan, na germinação e nodulação de soja (*Glycine Max (L.) Merril*). Científica, Jaboticabal, v. 4, n. 2, p. 107-113, 1976.

MARZOCCA, M. C. Tratamiento de semillas de soja con fungicidas y su efecto sobre la nodulación. *Revista Investigaciones Agropecuaria*, Buenos Aires, v. 18, p. 301-307, 1983.

MAUDE, R. Progressos recentes no tratamento de sementes. In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15., 1996, Gramado. *Memória... Passo Fundo*: CESM, 1998. p. 99-106.

MCKHANN, H. I.; PAIVA, N. L.; DIXON, R. A.; HIRSCH, A. M. Chalcone synthase transcripts are detected in alfafa root hairs following inoculation with wild type *Rhizobium meliloti*. *Molecular Plant. Microbe Interactions*, St. Paul, v. 10, n. 1, p. 50-58, Jan. 1997.

MENTEN, J. O. M.; MORAES, M. H. D.; ALMEIDA, R. R.; SOUZA, L.; GUNNEWIEK, R. A. K. Avaliação de fungicidas para o tratamento de sementes de soja. *Informativo ABRATES*, Curitiba, v. 7, n. 1-2, p. 139, jul./ago. 1997.

OBLISAMI, G.; BALARAMAN, K.; VENKATARAMANAN, C. V.; RANGASWAMI, G. Effect of three granular insecticides on the growth of *Rhizobium* from redgram. *Rhizobium Newsletter*, Sydney, v. 20, p. 143, 1975.

OLIVEIRA, L. J.; CRUZ, I. Efeito de diferentes inseticidas e dosagens na germinação de sementes de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 6, p. 759-785, jun. 1986.

PEREIRA, C. E. **Peliculização e tratamento fungicida de sementes de soja: efeitos no armazenamento e na inoculação com *Bradyrhizobium***. 2005. 95 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; EVANGELISTA, J. R. E.; BOTELHO, F. J. E.; OLIVEIRA, G. E.; TRENTINI, P. Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 3, p. 656-665, maio/jun. 2007.

PINTO, N. F. J. A. **Tratamento de sementes**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1991. 10 p.

RAMOS, H. J. O. **Compostos fenólicos em rizóbio e o efeito na capacidade de nodulação de plantas de feijão e soja.** 1996. 57 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

RANDRUP, R. G. Inoculantes para soja. Factores que influyen en la supervivencia de los microorganismos. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v. 15, n. 4, p. 461-469, 1980.

REICHENBACH, J. Film-coating para agregar qualidade e segurança. **Seed News**, n.1, jan./fev. 2004.

REVELLIN, C.; LETERME, P.; CATROUX, G. Effect of some fungicide seed treatments on the survival of *Bradyrhizobium japonicum* and on the nodulation and yield of soybean [*Glycine max.* (L) Merr.]. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 16, n. 3, p. 211-214, Aug. 1993.

RIVAS, B. A; MCGEE, D. C.; BURRIS, J. S. Tratamiento de semillas de maiz con polimeros para el control de *Pythium* spp. **Fitopatologia Venezolana**, Caracas, v.1, n. 1, p. 10-15, 1998.

ROBANI, H. Film coating horticultural seed. **Hort Technology**, Alexandria, v. 4, p.104-110, 1994.

RUSSELL, M. J.; COALDRAKE, J. E. The effects of some chlorinated hydrocarbon insecticides on nodulation of *Medicago sativa* and *Glycine javanica*. **The Journal of The Australian Institute of Agricultural Science**, Victoria, v. 10, . 32, p. 214-216, 1966.

SAMPAIO, N. V.; SAMPAIO, T. G. Sementes: com as cores da eficiência. **A granja do ano**, Porto Alegre, v. 54, n. 12, p. 16-18, 1998.

SARASWATHI, U.; JAYAPRAGASAM, M.; SULOCHANA, N. Effect of some pesticides on germinating soybean seeds. **Pestology**, Bangalore, v. 20, n. 6, p. 10-15, 1996.

SILVEIRA, S. Recobertura como medida para proteção da semente. **Seed News**, Pelotas, n. 5, p. 34-35, 1998.

SMITH, S. Colorants and polymers: there is a difference. **Seed World**, Chicago, v. 135, n. 13, p. 26-27, 1997.

TAYLOR, A. G.; GRABE, D. F.; PAINE, D. H. Moisture content and water activity determination of pelleted and film-coated seeds. *Seed Science Technology*, Zurich, v. 19, n. 1, p. 24-32, 1997.

TAYLOR, A. G.; KWIATKOWSKI, J.; BIDDLE, A. J. Polymer film coating decrease water uptake and water vapour movement into seeds and reduce imbibitional chilling injury. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM - SEED TREATMENT CHALLENGES AND OPPORTUNITIES, 2001, Brunswick. *Proceedings...* Brunswick: [s.n.], 2001. p. 215 – 220.

TECNOLOGIAS de produção de soja. Paraná 2003. Londrina: Embrapa Soja, 2002. 195 p.

TECNOLOGIAS de produção de soja região central do Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 32 p. (Sistema de Produção, 1).

TRENTINI, P. Peliculização: preservação da qualidade de sementes de soja e desempenho no estabelecimento da cultura em campo na região de Alto Garças, MT. 2004. 134 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

TU, C. M. Effects of pesticide seed treatments on *Rhizobium japonicum* and its symbiotic relationship with soybean. *Bulletin of Environmental Contamination Toxicology*, New York, v. 18, n. 2, p. 190-199, 1977.

VITTI, A. J.; CARVALHO, M. L.; MENTEN, J. O. M. Efeito do tratamento químico no desempenho de sementes de soja. *Ecossistema*, Espírito Santo do Pinhal, v. 18, p. 75-83, out. 1993.

ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. Guia de identificação de pragas agrícolas. Piracicaba: FEALQ, 1993. 139 p.

Artigo 1

Tratamento fungicida em sementes de soja via peliculização: Qualidade fisiológica e sanitária das sementes e nodulação das plantas por *Bradyrhizobium*

(Preparado de acordo com as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira)

Tratamento fungicida em sementes de soja via peliculização: Qualidade fisiológica e sanitária das sementes e nodulação das plantas por *Bradyrhizobium*

RESUMO – A redução dos riscos durante a formação da lavoura tem impulsionado a utilização de fungicidas no tratamento de sementes de soja. No entanto, tem-se observado que alguns fungicidas podem reduzir a nodulação de plantas de soja por rizóbio. Assim, objetivou-se avaliar o desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas, bem como a nodulação e o crescimento das plantas. Para tanto, sementes foram tratadas com captan, carbendazim+thiram, carbendazim, carboxim+thiram, difenoconazole, fludioxonil+metalaxil-M, thiabendazol, thiram, tolyfluanid, thiabendazol+thiram e tiofanato-metílico e parte das sementes não foram tratadas com os fungicidas. Utilizou-se polímero Disco Agrobblue L204[®] durante o tratamento das sementes, sendo parte das sementes tratadas sem o uso do polímero. Posteriormente, as sementes foram avaliadas por meio dos testes de germinação, frio, emergência em bandeja e sanidade. As sementes foram, ainda, após o tratamento, inoculadas com rizóbio (SEMIA 5079 e 5019) e semeadas em vasos contendo substrato solo:areia. As plantas em estágio R2 foram avaliadas pelo número e matéria seca de nódulos, comprimento e matéria seca da parte aérea. Conclui-se que é possível realizar o tratamento fungicida das sementes de soja sem que haja redução na sua qualidade fisiológica. Entretanto, o tratamento das sementes com os fungicidas thiabendazol+thiram, captan, carboxim+thiram, tolyfluanid e fludioxonil+metalaxil-M reduz a nodulação e o crescimento das plantas. A peliculização das sementes não interfere na qualidade fisiológica e sanitária, na nodulação e no crescimento das plantas de soja, independentemente do tratamento fungicida.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, germinação, vigor, inoculação, fixação biológica de nitrogênio, polímero.

Treatment of soybean seeds with fungicides via film coating: Seed physiological and sanitary quality and plant nodulation by *Bradyrhizobium*

ABSTRACT – Chemical treatment of the seeds is used to assure an appropriate establishment of plants in the field. However, some fungicides may reduce soybean plant nodulation by rizobium. Thus, in this work it was aimed to evaluate the physiological and sanitary quality of treated soybean seeds with fungicides and film coated and nodulation as well as plant growth. The seeds were treated with: captan, carbendazim+thiram, carbendazim, carboxin+thiram, difenoconazole, fludioxonil+metalaxil-M, thiabendazole, thiram, tolyfluanid, thiabendazole+thiram, tiofanato-metilico and part of the seeds did not receive treatment (control). It was used polymer Disco Agroblue L204[®] during the seeds treatment. Following, the seeds were evaluated through the germination test, cold test, seedling emergency and Blotter test. The seeds were inoculated with rizobium (SEMIA 5079 and SEMIA 5019) and sowed in pots with soil : sand substrate. The plants, in R2 stage, were evaluated by the number and dry matter of nodules, length and dry matter of the aerial part. The results showed that was possible to use fungicide treatment in soybean seeds without reducing the physiological quality of the seeds. However, the seeds treated with the fungicides

thiabendazol+thiram, captan, carboxim+thiram, tolylfluanid and fludioxonil+metalaxil-M reduced the nodulation and plant growth. The seeds film-coating did not interfere in the physiological and sanitary quality of the seeds, in the nodulation and in the growth of soybean plant, independently of the fungicide treatment used.

KEY WORDS: *Glycine max*, germination, vigour, inoculation, nitrogen biological fixation, polymer.

Introdução

O desenvolvimento de novas tecnologias possibilitou o estabelecimento da cultura da soja nas condições do Cerrado brasileiro, tornando-a a principal cultura de exportação nacional. Na última safra, 07/08, foram cultivados com soja, no Brasil, 21158,5 mil ha, alcançando uma produção de cerca de 60 milhões de toneladas (Companhia Nacional de Abastecimento, 2008) e uma das maiores ofertas do produto no mercado internacional.

Sendo as sementes o principal insumo agrícola, assegurar sua qualidade é essencial na formação de lavouras de elevado potencial produtivo. Assim, o tratamento fungicida de sementes, que possibilita o controle de patógenos associados às sementes e a proteção destas, principalmente em condições adversas de campo, tem sido utilizado por sojicultores.

Entretanto, o efeito dos fungicidas utilizados no tratamento de sementes sobre a qualidade fisiológica dessas pode variar em função do

produto químico utilizado (Pardeshi et al., 1989; Henning et al., 1991; Vitti et al., 1993; Goulart et al., 1995; Menten et al., 1997; Goulart, 1998; Goulart et al., 2000; dentre outros). Assim, tem-se constatado tanto aumentos (Henning et al., 1991; Lasca et al., 1987; Maggione & Lam-Sanchez, 1976; Menten et al., 1997) quanto reduções (Gianasi et al., 2000) na germinação e vigor de sementes tratadas com fungicidas.

A peliculização de sementes, juntamente com o tratamento fungicida, também vem sendo muito utilizada. A aplicação de polímeros possibilita uma melhor retenção dos produtos fitossanitários às sementes (Smith, 1997; Maude, 1998; Sampaio & Sampaio, 1998; Silveira, 1998), garantindo a ação destes produtos onde realmente são necessários (Taylor et al., 2001), além de fornecer às sementes uma proteção adicional contra patógenos e maior segurança durante seu manuseio (Robani, 1994).

Com relação à qualidade fisiológica e sanitária das sementes, tem-se observado que a aplicação de polímeros não afeta a germinação e o vigor de sementes de soja (Pereira, 2005; Trentini, 2004), feijão (Alves et al., 2003; Clemente et al., 2003) e algodão (Lima et al., 2006), além de não interferir na ação dos fungicidas utilizados no tratamento das sementes (Lima et al., 2003a, Lima et al., 2003b; Pereira et al., 2007).

A inoculação das sementes com bactérias fixadoras de nitrogênio também é uma técnica empregada na cultura da soja, a qual propicia grande economia anual em fertilizantes nitrogenados (Barberi, 2003), pois quando a inoculação é realizada de maneira adequada, a adubação nitrogenada pode ser parcialmente ou totalmente dispensada (Hungria et al., 1994).

Apesar dos benefícios advindos do tratamento químico das sementes de soja, esta técnica pode comprometer o estabelecimento da simbiose planta-rizóbio (Campo et al., 2000). Neste contexto, tem-se verificado que o tratamento fungicida de sementes de soja pode reduzir o número de células de bactérias fixadoras de nitrogênio (Revellin et al., 1993; Donolo et al., 1998; Campo et al., 2000; Annapurna, 2005) e o número de nódulos (Campo et al., 2003; Campo e Hungria, 2000; Abd El-Monem & El-Sawah, 1984; Marzocca, 1983, Bikrol et al., 2005; Annapurna, 2005), bem como a matéria seca dos nódulos nas plantas (Andrés et al., 1998; Annapurna, 2005).

Estes resultados estão associados diretamente ao produto químico e às concentrações utilizadas. Nesse contexto, para alguns fungicidas, como captan, benomil, carboxim+thiram e thiabendazol, thiabendazol+thiram e carbendazil+thiram, não foram observadas reduções significativas na nodulação (Gianasi et al., 2000; Campo & Hungria, 2000; Marzocca, 1983; Fancelli & Kimati, 1986; Pereira, 2005, Bigaton, 2005; Bueno et al., 2003; Cattelan et al., 1995).

Portanto, objetivou-se, neste trabalho, avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas, bem como a nodulação e o crescimento de plantas provenientes destas sementes.

Material e Métodos

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes e na casa-de-vegetação do Departamento de Agricultura e no

Laboratório de Patologia de Sementes do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras.

Ensaio 1. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes.

Para instalação dos experimentos, sementes da cultivar Conquista foram submetidas ao tratamento com diferentes produtos fungicidas (Tabela 1).

TABELA 1. Fungicidas: princípio ativo, marca comercial, concentrações na formulação comercial e respectivas doses utilizadas no tratamento das sementes de soja. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Princípio ativo	Marca comercial	Concentração	Dosagem (ml ou g/100kg de sementes)
Captan	Captan 750 TS [®]	750g/kg	160g
Carbendazim +thiram	Derosal Plus [®]	150g/L + 350g/L	200ml
Carbendazim	Derosal 500 SC [®]	500g/L	100ml
Carboxin +thiram	Vitavax-thiram WM [®]	375g/kg + 375g/kg	200g
Difenoconazol	Spectro [®]	150g/L	33,4ml
Fludioxonil +Metalaxil-M	Maxim XL [®]	25g/L	200ml
Thiabendazol	Tecto 100 [®]	100g/kg	200g
Thiabendazol +thiram	Tegran [®]	85g/L + 350g/L	200ml
Thiram	Rhodiauran 700 [®]	700g/kg	200g
Tiofanato-metílico	Topsin 500 [®]	500g/L	150ml
Tolyfluanid	Euparen M 500 PM [®]	500g/kg	150 g

Como testemunha foram utilizadas sementes não tratadas quimicamente. Em associação ao tratamento fungicida, as sementes foram ainda submetidas ou não à peliculização com o polímero Disco Agrobblue L204[®] (Incotec), na dosagem de 200 ml/100 kg de sementes.

Posteriormente, as sementes foram avaliadas por meio de:

Teor água das sementes: método da estufa a 105°C, por 24 horas, sendo utilizadas duas subamostras com 40 g cada por tratamento (BRASIL, 1992);

Teste de germinação: foram utilizadas quatro subamostras com 50 sementes, semeadas em rolo de papel umidecido com 2,5 vezes seu peso em água, mantidas em germinador a 25°C. As avaliações foram realizadas ao cinco dias após a semeadura, computando-se o número de plântulas normais de acordo com as Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 1992);

Teste de emergência em bandeja: a semeadura foi realizada em bandejas plásticas com substrato areia + solo (2:1), utilizando-se quatro subamostras com 50 sementes cada. As bandejas foram mantidas em câmara de crescimento vegetal a 25°C e fotoperíodo de 12 horas, com irrigação diária. Foram realizadas avaliações diárias do número de plântulas emergidas, até a estabilização. Foram considerados a porcentagem de plântulas normais aos 14 dias e o índice de velocidade de emergência, determinado segundo Maguire (1962);

Teste de frio: a semeadura foi realizada em bandejas plásticas com substrato areia + solo (2:1) com umidade de 70% da capacidade de retenção de água (International Seed Test Association, 1995). Foram utilizadas quatro subamostras com 50 sementes cada. As bandejas foram

mantidas em câmara fria a 10°C por sete dias e, posteriormente, transferidas para câmara de crescimento vegetal a 25°C e fotoperíodo de 12 horas, onde foram mantidas por sete dias, quando se procedeu a avaliação das plântulas;

Teste de sanidade: as sementes foram incubadas em placas de Petri de 15 cm de diâmetro contendo duas folhas de papel de filtro umidecido com água + 2,4-D (2,4-diclorofenoxiacetato de sódio) a 0,02%. Foram utilizadas 25 sementes de cada tratamento por placa, num total de oito subamostras. As placas foram mantidas em sala de incubação a 20°C e fotoperíodo de 12 horas, por sete dias, e posteriormente avaliadas quanto à presença de patógenos.

Ensaio 2. Crescimento e nodulação das plantas em casa-de-vegetação.

Após o tratamento, as sementes foram inoculadas com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Utilizou-se inoculante turfoso com as estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5019 (Masterfix® Stoller) em concentração mínima de 4×10^9 células viáveis/grama, numa dosagem de 220 g do inoculante /50 kg de sementes pré-umidecidas com 300 ml de solução de sacarose a 10%. A seguir as sementes foram semeadas em vasos (5L) contendo substrato solo + areia (2:1), com oito sementes por vaso. Efetuou-se o desbaste deixando-se duas plantas por vaso.

O cálculo da necessidade de calagem e adubação foi realizado seguindo as recomendações da Comissão... (1999), utilizando-se a análise do solo (Tabela 2), exceto para a fertilização com nitrogênio, a qual não foi realizada.

TABELA 2. Resultados da análise química de amostras do solo utilizado nos experimentos com sementes de soja tratadas com fungicidas via peliculização⁽¹⁾. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Características	Valores	Interpretação
pH em água (1:2,5)	7,5	Alcalinidade fraca
P (mg/dm ³)	2,8	Muito baixo
K (mg/dm ³)	39	Baixo
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³)	3,1	Bom
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	0,1	Muito baixo
Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	0,0	Muito baixo
H + Al (cmol _c /dm ³)	1,0	Muito baixo
SB (cmol _c /dm ³)	3,3	Médio
t (cmol _c /dm ³)	3,3	Médio
T (cmol _c /dm ³)	4,3	Baixo
m (%)	0	Muito baixo
V (%)	76,7	Bom
MO (dag/kg)	1,4	Baixo
P-rem (mg/L)	5,6	-

⁽¹⁾ Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Ciência do Solo da UFLA e interpretação de acordo com Comissão... (1999). SB: soma de bases, t: CTC efetiva, T: CTC a pH 7,0, m: índice de saturação de alumínio, V: porcentagem de saturação por bases da CTC a pH 7,0, MO: matéria orgânica e P-rem: fósforo remanescente.

Durante o período de florescimento, estágio R2, as plantas foram avaliadas pelos seguintes parâmetros: número e matéria seca de nódulos, matéria seca da parte aérea e comprimento da parte aérea (Pereira, 2005).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 12x2 (12 tratamentos fungicidas e com e sem polímeros). Os dados referentes ao número de nódulos foram transformados para $\sqrt{X + 0.5}$ antes de serem submetidos à análise de variância. Os dados foram analisados utilizando-se o pacote

computacional SISVAR, versão 4.0 (Ferreira, 2000). As médias do fator fungicidas foram comparadas por meio do teste de Tukey, para as variáveis respostas relativas à qualidade fisiológica das sementes, e por meio do teste de Scott-Knott para as demais. As médias do fator polímero foram comparadas por meio do teste de F ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Ensaio 1. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes.

Nos resultados do teor de água das sementes, antes ou após o tratamento das sementes, observou-se uma variação de 9,53 a 10,36%.

Pelos resultados de porcentagem de germinação verificou-se que entre as sementes tratadas com fungicidas e as sem tratamento não houve diferenças significativas quando as sementes foram peliculizadas (Tabela 3). Para as sementes tratadas sem o uso do polímero, o fungicida thiabendazol aumentou significativamente a porcentagem de germinação em relação às sementes sem tratamento.

Para as sementes sem tratamento fungicida ou tratadas com captan, a peliculização aumentou significativamente a porcentagem de germinação. Entretanto, nas sementes tratadas com carboxin+thiram e peliculizadas foi observada menor porcentagem de germinação em relação à observada em sementes tratadas com este fungicida sem utilização do polímero (Tabela 3).

TABELA 3. Resultados médios de porcentagem de germinação de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Fungicidas	Polímero	
	Com	Sem
Sem tratamento	92 abc A	85 bc B
Carbendazim+thiram	86 c A	87 bc A
Carboxin+thiram	88 abc B	93 ab A
Carbendazim	93 abc A	90 abc A
Tolyfluanid	88 bc A	85 c A
Thiram	90 abc A	93 ab A
Fludioxonil+Metalaxil-M	93 abc A	91 abc A
Thiabendazol+thiram	93 abc A	90 abc A
Difenoconazol	94 ab A	90 abc A
Captan	93 abc A	87 abc B
Tiofanato-metílico	93 abc A	89 abc A
Thiabendazol	96 a A	95 a A
CV(%)	6,4	

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

De modo semelhante, observou-se redução significativa no índice de velocidade de emergência de plântulas provenientes de sementes tratadas com carboxin+thiram e peliculizadas quando comparadas às sementes tratadas com esse fungicida, porém não revestidas (Tabela 4). Provavelmente, a associação desses tratamentos causa fitotoxidez às sementes de soja. No entanto, a porcentagem de germinação para esse tratamento ainda foi acima do padrão para comercialização de sementes de soja, de 80% (Brasil, 2008).

TABELA 4. Resultados médios de índice de velocidade de emergência (IVE), porcentagem de emergência em bandeja (EB) e emergência no teste de frio (TF) de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Fungicidas	IVE		EB	TF
	Polímero			
	Com	Sem		
Sem tratamento	14,85 a A	14,33 a A	97 a	79 abc
Carbendazim+thiram	13,97 a A	14,30 a A	97 a	79 abc
Carboxin+thiram	13,35 a B	14,68 a A	95 a	71 cd
Carbendazim	14,86 a A	13,64 a A	96 a	67 d
Tolyfluanid	13,80 a A	13,27 a A	95 a	75 abcd
Thiram	14,42 a A	14,41 a A	97 a	79 abc
Fludioxonil+Metalaxil-M	13,01 a B	14,66 a A	97 a	74 abcd
Thiabendazol+thiram	14,23 a A	13,70 a A	98 a	72 bcd
Difenoconazol	12,80 a B	14,13 a A	96 a	81 ab
Captan	14,50 a A	14,46 a A	97 a	82 a
Tiofanato-metílico	14,51 a A	14,22 a A	96 a	72 bcd
Thiabendazol	14,20 a A	14,74 a A	95 a	79 abc
Polímero				
Com	-	-	96 a	75 a
Sem	-	-	96 a	76 a
CV(%)	6,4		2,9	7,7

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

Observou-se também redução significativa na velocidade de emergência de plântulas quando as sementes foram peliculizadas, em relação à observada nas não peliculizadas, quando foram tratadas com fludioxonil+metalaxil-M ou difenoconazol (Tabela 4). Estes resultados

indicam que a associação de polímeros a fungicidas, no tratamento de sementes de soja, possibilita a interação destes produtos de modo a reduzir ou aumentar o desempenho fisiológico das sementes, dependendo do fungicida utilizado.

Verificou-se ainda, nas sementes tratadas com fungicidas, velocidade de emergência de plântulas (IVE) semelhante à das sementes sem tratamento, independentemente do fator polímero (Tabela 4), assim como não foram observados efeitos significativos de fungicidas para a porcentagem de emergência no teste de emergência em bandeja (Tabela 4), provavelmente em função da baixa incidência dos principais fitopatógenos nas sementes avaliadas (Tabela 5). Tem-se verificado que a aplicação de alguns fungicidas, como difenoconazole, tolylfluanid, thiram e thiabendazol, pode não interferir na germinação e vigor de sementes de soja (Câmara et al., 2002).

Para a porcentagem de emergência no teste de frio, a aplicação de carbendazim reduziu significativamente a porcentagem de emergência em relação às sementes não tratadas (Tabela 4).

Tanto para a porcentagem de emergência em bandeja como para a porcentagem de emergência após teste de frio, não foram observadas diferenças significativas entre sementes peliculizadas e não peliculizadas (Tabela 4). Resultados semelhantes foram observados por Pereira (2005) e Trentini (2004) em sementes de soja, Alves et al. (2003) em feijão e Lima et al. (2006) em algodão. A utilização de polímeros no tratamento de sementes de soja com fungicidas e micronutrientes assegura melhor uniformidade aos tratamentos (aderência, distribuição e coloração), além de não prejudicar a qualidade e o desempenho das sementes (Bays et al.,

2007). Entretanto, nesta pesquisa houve diferenças significativas, dependendo dos fungicidas empregados no tratamento das sementes.

Os tratamentos das sementes com fungicidas utilizados neste trabalho foram eficientes no controle de patógenos associados às sementes (Tabela 5), já que houve uma redução média nas sementes tratadas de 96% para *Aspergillus* sp. e *Fusarium* spp, bem como 100% para *Penicillium* sp. e *Cercospora kikuchii*, em relação s sementes não tratadas. Em diversos trabalhos tem-se comprovado a eficiência de fungicidas como: captan, thiram, carbendazin+thiram, carbendazin, carboxin+thiram, thiabendazole+thiram e tolylfluanid no controle de patógenos associados às sementes de soja (Bigaton, 2005; Goulart, 2001; Gianasi et al., 2000; Goulart et al., 1995). O tratamento de sementes com fungicida, além de controlar patógenos importantes transmitidos via semente, é uma prática importante para assegurar populações adequadas de plantas quando as condições de clima e solo são desfavoráveis (Zorato et al., 2001).

TABELA 5. Resultados médios de porcentagem de *Aspergillus* sp. (ASP), *Fusarium* spp.(FUS), *Penicillium* sp. (PEN) e *Cercospora kikuchii* (CER) em sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Fungicida	Polímero							
	Com				Sem			
	ASP	FUS	PEN	CER	ASP	FUS	PEN	CER
Sem tratamento	30	24	6	5	27	26	3	5
Carbendazim+thiram	0	0	0	0	0	0	0	0
Carboxin+thiram	0	1	0	0	0	0	0	0
Carbendazim	2	2	0	0	0	0	0	0
Tolyfluanid	0	0	0	0	0	0	0	0
Thiram	0	1	0	0	0	0	0	0
Fludioxonil+Metalaxil-M	0	0	0	0	0	4	0	0
Thiabendazol+thiram	0	0	0	0	0	0	0	0
Difenoconazol	4	0	0	0	2	0	0	0
Captan	0	0	0	0	0	0	0	0
Tiofanato-metílico	5	4	0	0	2	6	0	0
Thiabendazol	6	2	0	0	5	1	2	0

Observou-se também que a eficiência dos fungicidas testados no controle de patógenos ocorreu independentemente da peliculização. Do mesmo modo, Pereira et al. (2007) e Lima et al. (2003a e 2003b) constataram que a peliculização não interfere na ação dos fungicidas utilizados no tratamento de sementes de soja. Já Pires et al. (2004) verificaram que o revestimento de sementes de feijão com polímeros pode afetar a eficiência do controle de patógenos, positiva ou negativamente, dependendo do fungicida utilizado e do patógeno presente nas sementes.

Ensaio 2. Crescimento e nodulação das plantas em casa-de-vegetação.

Verificou-se redução no número de nódulos quando as sementes foram tratadas com os fungicidas carbendazim, thiram, thiabendazol+thiram, captan, carboxim+thiram, tolylfluanid, fludioxonil+metalaxil-M e difenoconazol (Tabela 6). Estes resultados corroboram aqueles obtidos por Campo et al. (2003), Campo & Hungria (2000) e Abd El-Monem e El-Sawah (1984).

A aplicação de fungicidas sobre as sementes pode afetar a sobrevivência de *Bradyrhizobium* na superfície das sementes devido ao seu ingrediente ativo, pH e/ou solventes utilizados nas formulações (Campo & Hungria, 2000). O tratamento fungicida das sementes pode, ainda, comprometer o estabelecimento da simbiose por afetar a sinalização rizóbio-planta (Andrés et al., 1998).

TABELA 6. Resultados médios de número de nódulos (NN), matéria seca de nódulos (MSN) e da parte aérea (MSPA) e comprimento de plantas (CP) de soja provenientes de sementes tratadas com fungicidas e peliculizadas. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Fungicidas	NN	MSN (g)	MSPA (g)	CP (cm)
Sem fungicida	195 a	0,93 a	6,226 a	49,63 a
Carbendazim+thiram	212 a	1,00 a	6,276 a	49,88 a
Carbendazim	161 b	0,89 a	6,045 a	47,38 a
Thiram	168 b	0,93 a	6,388 a	50,75 a
Thiabendazol+thiram	162 b	0,83 b	5,725 b	50,00 a
Captan	151 b	0,81 b	5,405 b	48,00 a
Carboxim+thiram	171 b	0,83 b	5,374 b	49,88 a
Tolyfluanid	162 b	0,79 b	5,646 b	51,25 a
Fludioxonil+metalaxil-M	159 b	0,85 b	5,743 b	51,88 a
Difenoconazol	178 b	0,92 a	6,320 a	52,13 a
Tiofanato-metflico	199 a	0,94 a	6,401 a	49,00 a
Thiabendazol	194 a	0,91 a	6,039 a	48,75 a
Polímero				
Com	183 a	0,90 a	5,968 a	49,75 a
Sem	169 a	0,87 a	5,963 a	50,00 a
CV (%)	-	12,1	11,2	9,1

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Scott-Knott para os tratamentos fungicidas, e pelo teste de F para as médias do fator polímero, a 5% de probabilidade.

Pelos resultados da matéria seca de nódulos foram observadas reduções significativas apenas quando as sementes foram tratadas com thiabendazol+thiram, captan, carboxim+thiram, tolyfluanid e fludioxonil+metalaxil-M (Tabela 6), indicando que estes fungicidas, além de reduzirem o número de nódulos, comprometem também o crescimento dos mesmos. De acordo com Souza et al. (2008), a matéria seca de

nódulos e da parte aérea de plantas coletadas no estágio R2 constitui conjunto mínimo de parâmetros para a avaliação da fixação biológica do nitrogênio com a cultura da soja em solos com baixo teor de N.

Do mesmo modo como verificado para a matéria seca de nódulos, observa-se redução significativa da matéria seca da parte aérea quando as sementes foram tratadas com thiabendazol+thiram, captan, carboxim+thiram, tolylfluanid e fludioxonil+metalaxil-M (Tabela 6). O menor crescimento das plantas provenientes de sementes tratadas com estes fungicidas pode ser explicado pela redução do número e matéria seca dos nódulos (Tabela 6) o que conseqüentemente pode ter reduzido o aporte de nitrogênio para a planta. O nitrogênio é um elemento essencial na nutrição de plantas, sendo constituinte de enzimas e componente estrutural de macromoléculas, como proteínas e ácidos nucleicos (Faquin, 2005). Assim, havendo deficiência deste elemento nos tecidos vegetais há um menor acúmulo de matéria seca na planta (Marschner, 1995).

Já para o comprimento da parte aérea, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos fungicidas avaliados (Tabela 6).

Também não se verificou diferença significativa entre sementes com e sem polímero para o número e matéria seca de nódulos, matéria seca da parte aérea e comprimento de plantas (Tabela 6). Esses resultados corroboram aqueles obtidos por Pereira (2005) onde o polímero estudado também não afetou a nodulação das plantas de soja em condições de campo e casa-de-vegetação.

Conclusões

1. O tratamento fungicida das sementes de soja não reduz a qualidade fisiológica das sementes.

2. O tratamento das sementes de soja com os fungicidas thiabendazol+thiram, captan, carboxim+thiram, tolylfluanid e fludioxonil+metalaxil-M reduz a nodulação e o crescimento das plantas.

3. A peliculização das sementes não interfere na qualidade fisiológica e sanitária, na nodulação e no crescimento das plantas de soja, independentemente do tratamento fungicida utilizado.

Referências

ABD EL-MONEM, A. M.; EL-SAWAH, M. Y. Evaluation of certain seed-dressing fungicides for control of soybean root rot and their extended effects on bacterial nodulation and yield. *Annals of Agricultural Science*, v. 21, n. 2, p.541-549. 1984.

ALVES, M. C. S.; GUIMARÃES, R. M.; CLEMENTE, F. M. V. T.; GONÇALVES, S. M.; PEREIRA, S. P.; OLIVEIRA, S. Germinação e vigor de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) peliculizadas e tratadas com fungicida. *Informativo ABRATES*, Londrina, v. 13, n. 3, p. 219, set. 2003.

ANDRÉS, J. A.; CORREA, N. S.; ROSAS, S. B. Alfafa and soybean seed and root exudates treated with thiram inhibition the expression of rhizobia nodulation genes. *Phyton*, Vicente Lopez, v. 62 n. 1-2, p. 47-53, 1998.

ANNAPURNA, K. *Bradyrhizobium japonicum*: Survival and nodulation of soybean as influenced by fungicide treatment. *Indian Journal of Microbiology*, New Delhi, v. 45, n. 4, p. 305-307, Dec. 2005.

BAYS, R.; BAUDET, L.; HENNING, A.A.; LUCCA FILHO, O. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v. 29, n. 2, ago. 2007.

- BARBERI, A.** Crescimento de *Bradyrhizobium elkanii* estirpe BR 29 em meio com diferentes valores de pH e desempenho de sua simbiose com soja (*Glycine max* (L.) Merrill). 2003. 43 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- 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*, Nairobi, v. 4, n. 7, p. 667-671, July 2005.
- 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.
- BRASIL.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sistemas em produção. Brasília, 2008. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VizualizarAnexo?id=10828>>. Acesso em: 15 abr. 2008.
- BRASIL.** Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de sementes. Brasília: SNAD/CLAV, 365 p. 1992.
- 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*, Maringá, v. 25, n. 1, p. 231-235, jan./jun. 2003.
- CÂMARA, G. M. S.; MARQUES, L. A.; LUCHETI, M. P.; PEDROSO, D. B.; NACAMURA, S. S.; BARROS, F. F.** Qualidade fisiológica de sementes de soja, provenientes de sementes inoculadas e tratadas com fungicidas e solução de micronutrientes no ano agrícola 2000/2001. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA E MERCOSOJA, 2., 2002, Foz do Iguaçu. *Anais...* Londrina: Embrapa Soja, 2002. p. 393.
- 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)

- CAMPO, J. R.; HUNGRIA, M.; ALBINO, U. B.; MORAES, J. Z.; SIBALDELLI, R. N. R. Estudo da compatibilidade em aplicação conjunta nas sementes, entre fungicidas, micronutrientes e inoculantes, sobre a sobrevivência de *Bradyrhizobium* e a eficiência de fixação biológica do nitrogênio. In: EMBRAPA SOJA. **Resultados de Pesquisa da Embrapa Soja 1999**. Londrina, 2000. 279 p. (Embrapa soja. Documentos, 142).
- CAMPO, J. R.; HUNGRIA, M.; LAURETO, E.; MIURA, L. M.; SIBALDELLI, R. N.; MORAIS, J. Z.; SOUZA, M. P. Compatibilidade de aplicação de inoculantes com defensivos agrícolas e micronutrientes. In: CAMPO, C. B. H.; SARAIVA, O. F. (Org.). **Resultados de pesquisa da Embrapa Soja-2002**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. p. 20-38. (Documentos, 216).
- CATTELAN, A. J.; SPOLADORI, C. L.; HENNING, A. A. Efeito do tratamento de sementes de soja com fungicidas recomendados sobre a fixação do nitrogênio atmosférico e a sobrevivência do *Bradyrhizobium japonicum* em casa-de-vegetação. In: MICROBIOLOGIA DO SOLO: DESAFIOS PARA O SÉCULO, 21.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 3.; REUNIÃO DE LABORATÓRIOS PARA RECOMENDAÇÃO DE ESTIRPES DE *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, 6., 1995. **Anais...** Londrina: IAPAR/EMBRAPA/CNPSo, 1995. p. 399-403.
- CLEMENTE, F. M. V. T.; OLIVEIRA, J. A.; ALVES, A. C. S.; GONÇALVES, S. M. , PEREIRA, S. P.; OLIVEIRA, S. Peliculização associada a doses de fungicida na qualidade fisiológica de sementes do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 13, n. 3, p. 219, set. 2003.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa, MG, 1999. 359 p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores da Agropecuária**. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf> Acesso em: 11 abr. 2008.
- DONOLO, A.; FABRA, A.; CASTRO, S. Influence of the fungicide Vitavax on the growth of *Bradyrhizobium* species. **Microbios**, Cambridge, v. 93, n. 374, p. 35-41, 1998.
- FANCELLI, M. I.; KIMATI, H. Efeito do tratamento de sementes com captan e thiabendazol no "stand" de germinação e nodulação da soja. **O solo**, Piracicaba, v. 78, n. 1, p. 36-38, dez./jan. 1986.

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. **Programas e Resumos....** São Carlos: UFSCAR, 2000. p. 235.

GIANASI, L.; FILHO, A. B.; FERNANDES, N.; LOURENÇO, S. A.; SILVA, C. L. da. Eficiência do fungicida captan associado a outros fungicidas no tratamento químico de sementes de soja. **Summa Phytopathologica**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 241-245, abr./jun. 2000.

GOULART, A.C. P. **Tratamento de sementes de soja com fungicidas: recomendações técnicas.** Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. 32 p. (Circular Técnica, 8).

GOULART, A. C. P.; ANDRADE, P.J.M.; BORGES, E,P, Controle de patógenos de soja pelo tratamento com fungicidas e efeitos na emergência e no rendimento de grãos. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 341-346, jul./set. 2000.

GOULART, A. C. P.; PAIVA, F. de A.; ANDRADE, P. J. M. Controle de fungos em sementes de soja (*Glycine Max*) pelo tratamento com fungicidas. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 21, n. 3-4, p. 239-244, ju./dez. 1995.

GOULART, A. C. P. Incidência e controle químico de fungos em sementes de soja em alguns municípios de Mato Grosso do Sul. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 6, p. 1457-1466, nov./dez. 2001

HENNING, A. A.; KRZYZANOWSKY, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; YORINORI, J. T. **Tratamento se sementes de soja com fungicidas.** Londrina: EMBRAPA/CNPSO, 1991. 4 p. (Comunicado técnico, 49).

HUNGRIA, M.; VARGAS, M. A. T.; SUHET, A. R.; PERES, J. R. R. Fixação biológica do nitrogênio em soja. In: ARAÚJO, R. S.; HUNGRIA, M. (Ed.). **Microrganismos de importância agrícola.** Brasília: EMBRAPA, 1994. p. 9-89.

INTERNATIONAL SEED TEST ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods.** 3. ed. Basserdorf, 1995. 117 p.

- LASCA, C. C.; VALARINI, P. J.; SCHIMIDT, J. R.; VECHIATO, M. H.; CHIBA, S. Tratamento de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com fungicidas no controle de *Phomopsis phaseoli* (Desm.) Sacc. *Summa Phytopathologica*, Jaguariúna, v. 13, n. 3-4, p. 222-233, jul./dez. 1987.
- LIMA, L. B.; MASETTO, T. E.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, J. A. Tratamento fungicida e peliculização de sementes de tomate. *Informativo ABRATES*, Londrina, v. 13, n. 3, p. 248, set. 2003a.
- LIMA, L. B.; SILVA, P. A.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A. Peliculização e tratamento químico de sementes de algodão. *Informativo ABRATES*, Londrina, v. 13, n. 3, p. 250, set. 2003b.
- LIMA, L.B.; SILVA, P.A.; GUIMARÃES, R.M.; OLIVEIRA, J.A. Peliculização e tratamento químico de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1091-1098, nov./dez., 2006.
- MAGGIONE, C. S.; LAM-SANCHEZ, A. Efeito do tratamento de sementes com thiabendazole em formulações simples e combinadas com captan, na germinação e nodulação de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill). *Científica*, Jaboticabal, v. 4, n. 2, p. 107-113, 1976.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. *Crop Science*, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, mar./Abr. 1962.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd ed. San Diego: Academic, 1995.
- MARZOCCA, M. C. Tratamiento de semillas de soja con fungicidas y su efecto sobre la nodulación. *Revista Investigaciones Agropecuaria*, Buenos Aires, v. 18, p. 301-307, 1983.
- MAUDE, R. Progressos recentes no tratamento de sementes. In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15., 1996, Gramado. *Memória... Passo Fundo: CISM*, 1998. p. 99-106.
- MENTEN, J. O. M.; MORAES, M. H. D.; ALMEIDA, R. R.; SOUZA, L.; GUNNEWIEK, R. A. K. Avaliação de fungicidas para o tratamento de sementes de soja. *Informativo ABRATES*, Curitiba, v. 7, n. 1-2, p. 139, jul./ago. 1997.

PARDESHI, V. F.; REDDY, V. G.; NALWANDIKAR, P. K. Effect of different fungicides on seedling vigour and seed viability in soybean. *Journal Maharashtra Agricultural Universities, Poona*, v. 14, n. 1, p. 33-36, 1989.

PEREIRA, C. E. Peliculização e tratamento fungicida de sementes de soja: efeitos no armazenamento e na inoculação com *Bradyrhizobium*. 2005. 95 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; EVANGELISTA, J. R. E.; BOTELHO, F. J. E.; OLIVEIRA, G. E.; TRENTINI, P. Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v. 31, n. 3, p. 656-665, maio/jun. 2007.

PIRES, L.L.; BRAGANTINI, C.; COSTA, J.L.D. Storage of dry bean seeds coated with polymers and treated with fungicides. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasv.* 39, n. 7, p. 709-715, jul. 2004.

REVELLIN, C.; LETERME, P.; CATROUX, G. Effect of some fungicide seed treatments on the survival of *Bradyrhizobium japonicum* and on the nodulation and yield of soybean [*Glycine max.* (L) Merr.]. *Biology and Fertility of Soils, Berlin*, v. 16, n. 3, p. 211-214, Aug. 1993.

ROBANI, H. Film coating horticultural seed. *Hort Technology, Alexandria*, v. 4, p.104-10, 1994.

SAMPAIO, N. V.; SAMPAIO, T. G. Sementes: com as cores da eficiência. *A granja do ano, Porto Alegre*, v. 54, n. 12, p. 16-18, 1998.

SILVEIRA, S. Recobertura como medida para proteção da semente. *Seed News, Pelotas*, n. 5, p. 34-35, 1998.

SMITH, S. Colorants and polymers: there is a difference. *Seed World, Chicago*, v. 135, n. 13, p. 26-27, 1997.

SOUZA, R. A.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; MACIEL, C. D.; CAMPO, R. J.; ZAIA, D. A. M. Conjunto mínimo de parâmetros para avaliação da microbiota do solo e da fixação biológica do nitrogênio pela soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília*, v. 43, n. 1, p. 83-91, jan. 2008.

TAYLOR, A. G.; KWIATKOWSKI, J.; BIDDLE, A. J. Polymer film coating decrease water uptake and water vapour movement into seeds and reduce imbibitional chilling injury. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM - SEED

TREATMENT CHALLENGES AND OPPORTUNITIES, 2001, Brunswick.
Proceedings... Brunswick: [s.n.], 2001. p. 215 – 220.

TRENTINI, P. **Peliculização: preservação da qualidade de sementes de soja e desempenho no estabelecimento da cultura em campo na região de Alto Garças, MT.** 2004. 134 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VITTI, A. J.; CARVALHO, M. L.; MENTEN, J. O. M. Efeito do tratamento químico no desempenho de sementes de soja. **Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 18, p. 75-83, out. 1993.

ZORATO, M.; HENNING, A. Influência de tratamentos fungicidas antecipados, aplicados em diferentes épocas de armazenamento, sobre a qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina, ABRATES. v.23, n.2, p. 236-244, 2001.

Artigo 2

Tratamento inseticida em sementes de soja via peliculização: Qualidade fisiológica das sementes e nodulação das plantas por *Bradyrhizobium* spp.

(Preparado de acordo com as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, exceto as referências bibliográficas)

Tratamento inseticida em sementes de soja via peliculização: Qualidade fisiológica das sementes e nodulação das plantas por *Bradyrhizobium*

RESUMO – O tratamento de sementes de soja com produtos químicos para controle de pragas pode comprometer a qualidade das sementes e o estabelecimento da simbiose bradirrizóbio-planta. Assim, objetivou-se avaliar o efeito do tratamento inseticida e da peliculização em sementes de soja sobre a qualidade fisiológica das sementes e a nodulação e crescimento das plantas. Para tanto, sementes da cultivar Conquista foram tratadas com os inseticidas carbosulfan, clotianidina, fipronil, imidaclopride e tiametoxan. Parte das sementes não foi tratada com inseticidas (testemunha). Utilizou-se, ainda, polímero Disco Agroblue L204[®] nas sementes submetidas ou não aos tratamentos inseticidas. Parte das sementes foi tratada sem polímero. Logo após, as sementes foram avaliadas por meio dos testes de germinação, de frio e de emergência em bandeja. As sementes foram, ainda, inoculadas com as estirpes BR86 e BR96, isoladamente, e semeadas em vasos Leonard. As plantas, em estágio R2, foram avaliadas por meio do número e matéria seca de nódulos e matéria seca da parte aérea. Concluiu-se que o tratamento inseticida com tiametoxam e carbosulfan pode reduzir a qualidade fisiológica das sementes de soja. O revestimento utilizando-se polímero não interfere na qualidade fisiológica, assim como na nodulação e crescimento das plantas. Os inseticidas estudados não interferem na nodulação e crescimento das plantas de soja quando se utiliza a estirpe BR86. Para a estirpe BR96, a matéria seca dos nódulos e da parte aérea é reduzidaa quando da aplicação dos inseticidas carbosulfan e imidaclopride.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, polímero, germinação, vigor, fixação biológica de nitrogênio, tratamento químico, inoculação.

Treatment of soybean seeds with insecticide via film coating: Seed physiological quality and plant nodulation by *Bradyrhizobium*

ABSTRACT – The treatment of soybean seeds with chemical products to control pests may decrease the seeds quality and the establishment of the rizobium-plant symbiosis. In this work it was aimed to evaluate the physiological quality of treated soybean seeds with insecticides and film coating, besides the nodulation and plant growth. Soybean seeds from the cultivar Conquista were treated with the insecticides carbosulfan, clotianidina, fipronil, imidacloprid and tiametoxan. Part of the seeds did no receive treatment (control). It was used polymer Disco Agroblue L204® during the seed treatment. Therefore, seed quality was evaluated by the germination test, cold test and seedling emergency. In addition, the seeds were inoculated with the strains BR86 and BR96, separately, and sowed in Leonard pot. The plants, in R2 stage, were evaluated by the number and dry matter of nodules and dry matter of the aerial part. It was conclude that the insecticide treatment with tiametoxan and carbosulfan reduced the physiological quality of the soybean seeds, while the coating with polymer did not interfere with the physiological quality of the seeds, nodulation and plant growth. The studied insecticides did not interfere in the nodulation and soybean plant growth when the strain BR86 was used,

while for strain BR96 the nodules dry matter and dry matter of the aerial part were reduced when the carbofuran and imidacloprid were applied.

KEY WORDS: *Glycine max*, polymer, germination, vigour, nitrogen biological fixation, chemical treatment, inoculation.

Introdução

O ataque às plantas de soja por insetos-praga pode ocorrer desde a emergência das plântulas até a colheita. Logo após a emergência, a ocorrência de lagarta elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*), cupim (*Procornitermes triacifer*), tamanduá da soja (*Sternechus subsignatus*) e *Julus* spp. pode reduzir o estande, comprometer o estabelecimento da cultura e, conseqüentemente, reduzir o rendimento de grãos da lavoura (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2008). Além disso, pragas como mosca-branca (*Bemisia tabaci*), brasileirinho (*Diabrotica speciosa*) e torrãozinho (*Aracanthus mourei*) podem prejudicar o crescimento e desenvolvimento da cultura desde o início da emergência das plântulas (Zucchi et al., 1993, Gallo et al., 2002, Embrapa, 2008).

Também, atualmente, com o aumento da área cultivada sob sistema de plantio direto, tem-se constatado um aumento na incidência de pragas, principalmente subterrâneas, já que neste sistema o solo é revolvido apenas no sulco em que as sementes são depositadas (Embrapa, 2008). Este é, provavelmente, um dos principais fatores a contribuir para a maior utilização de inseticidas no tratamento de sementes de soja.

A utilização de inseticidas sistêmicos ou de contato/ingestão no tratamento de sementes pode garantir uma população adequada de plantas no campo, principalmente em condições adversas, por meio do controle de pragas durante o início do desenvolvimento da cultura (Embrapa, 2008). Entretanto, o uso de inseticidas no tratamento de sementes está condicionado aos efeitos desta técnica sobre a qualidade fisiológica das sementes e sua interação com a inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio do gênero *Bradyrhizobium* nas sementes, além de sua eficiência no controle da praga alvo.

Neste sentido, tem-se observado que alguns inseticidas não afetam a qualidade das sementes, a exemplo dos carbamatos sistêmicos carbofuran e thiodicarb em arroz e algodão (Godoy et al., 1990) e fenitrothion, malation, pirimiphos-metil e deltametrin em sementes de soja (Pinto, 1991). Entretanto, alguns inseticidas podem reduzir a qualidade fisiológica, tais como sumicidin em sementes de soja (Saraswathi et al., 1996), thiodicarb e carbofuran em sementes de milho (Godoy et al., 1990) e carbofuran em sementes de trigo (Khalleq e Klantt, 1986) e milho (Oliveira & Cruz, 1986).

Juntamente com o tratamento químico, tem-se utilizado a aplicação de polímeros para o revestimento de sementes, o qual pode promover maior fixação dos produtos utilizados no tratamento das sementes, além de minimizar os riscos de fitotoxidez (Silveira, 1998; Pires et al., 2004).

Quanto ao efeito do tratamento de sementes com inseticidas sobre a inoculação das sementes com *Bradyrhizobium*, em levantamento de diversos trabalhos realizado por DePolli et al. (1986) foi observado que não é possível fazer generalizações. Neste mesmo trabalho, efeitos

prejudiciais foram apresentados por 40% dos inseticidas testados. Assim, Heinrichs (1977), estudando a associação do inseticida carbofuram à inoculação de sementes de soja, verificou que somente a maior dosagem avaliada causou inibição da nodulação em condições de campo. Também houve inibição do crescimento *in vitro* de *Bradyrhizobium* pelos produtos dieldrin, endrin e clorpirifós (Galli, 1959; Diatloff, 1970; Oblisami et al., 1975).

Entretanto, resultados contrários foram obtidos por alguns autores, os quais observaram que alguns inseticidas, quando aplicados às sementes, em associação à inoculação destas, não possuíam nenhum efeito negativo sobre a nodulação de *Bradyrhizobium* em plantas de soja, tais como dieldrin *in vitro* (Russell e Coaldrack, 1966) e clorpirifós em condições de casa-de-vegetação (Tu, 1977).

Trabalhos recentes sobre o efeito de inseticidas na nodulação não foram encontrados na literatura, havendo, portanto, necessidade de pesquisar novos inseticidas, principalmente neonicotinóides. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com diferentes inseticidas recomendados para a cultura da soja via peliculização, além da nodulação e do crescimento de plantas.

Material e Métodos

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura, bem como no Laboratório de Microbiologia do Solo e em casa-de-vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras.

Ensaio 1. Qualidade fisiológica das sementes.

Foram utilizadas sementes da cultivar Conquista, as quais foram submetidas ao tratamento com diferentes produtos inseticidas (Tabela 1). Como testemunha foram utilizadas sementes não tratadas com inseticidas.

TABELA 1. Inseticidas: princípio ativo, marca comercial, concentrações em formulações comerciais e respectivas doses utilizadas no tratamento das sementes de soja, segundo recomendações do fabricante. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Princípio ativo	Marca comercial	Concentração	Dosagem (ml/100kg de sementes)
Carbosulfan	Fênix [®]	250g/L	1000ml
Clotianidina	Poncho [®]	600g/L	100ml
Fipronil	Standak [®]	250g/L	200ml
Imidaclopride	Gaucho FS [®]	600g/L	200ml
Tiametoxam	Cruiser [®]	700g/kg	100ml

Associado ao tratamento inseticida, as sementes foram ainda submetidas ou não a peliculização com o polímero Disco Agrobblue L204[®] (Incotec), na dosagem de 200 ml/100 kg de sementes.

Em seguida, as sementes foram submetidas aos seguintes testes:

Teor água das sementes: método da estufa a 105°C, por 24 horas, sendo utilizadas duas subamostras com 40 g cada, por tratamento (Brasil, 1992);

Teste de germinação: foram utilizadas quatro subamostras com 50 sementes, semeadas em rolos de papel umedecido com 2,5 vezes o seu peso em água, as quais foram mantidas em germinador a 25°C e com fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram realizadas cinco dias após a

semeadura, computando-se o número de plântulas normais de acordo com as Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 1992);

Teste de emergência em bandeja: a semeadura foi realizada em bandejas plásticas com substrato areia + solo (2:1). Foram utilizadas quatro subamostras com 50 sementes cada. As bandejas foram mantidas em câmara de crescimento vegetal a 25°C e fotoperíodo de 12 horas, com irrigação diária. Foram realizadas avaliações diárias do número de plântulas emergidas até a estabilização, sendo considerados a porcentagem de plântulas normais aos 14 dias e o índice de velocidade de emergência, determinado segundo Maguire (1962);

Teste de frio: a semeadura foi realizada em bandejas plásticas com substrato areia + solo (2:1) com umidade de 70% da capacidade de retenção de água (International Seed Test Association, 1995). Foram utilizadas quatro subamostras com 50 sementes cada. As bandejas foram colocadas em câmara fria a 10°C por sete dias e, posteriormente, transferidas para câmara de crescimento vegetal a 25°C e fotoperíodo de 12 horas, onde foram mantidas por sete dias, quando se procedeu a avaliação das plântulas.

Ensaio 2. Crescimento e nodulação das plantas em casa-de-vegetação.

Após o tratamento das sementes (Ensaio 1), realizou-se a inoculação de parte das sementes com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* estirpes BR86 e outra parte com BR96, na dosagem de 2,5ml de inoculante/100g de sementes. Posteriormente, as sementes foram semeadas em vasos Leonard (0,7 litro) com substrato areia e

vermiculita (1:1), quatro sementes por vaso. Efetuou-se o desbaste deixando duas plantas por vaso. Para nutrição das plantas foi utilizada solução nutritiva de Jensen, composta por 10ml de K_2HPO_4 (2%), 10ml de $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (2%) + NaCl (2%), 30ml de $CaHPO_4$ (10%), 10ml de $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ (1,4%), 1ml de solução de micronutrientes (2,86g de H_3BO_3 , 2,03g de $MnSO_4 \cdot 4H_2O$, 0,22g de $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$, 0,08g de $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ e 0,09g de $NaMoO_4 \cdot H_2O$, por litro), completando-se o volume para quatro litros e corrigindo o pH para 6,7 (Vincent, 1970).

Durante o período de florescimento, estágio R2, avaliaram-se o número e matéria seca de nódulos e a matéria seca da parte aérea das plantas (Pereira, 2005).

Este ensaio foi constituído de um esquema fatorial 6x2 (sendo 6 inseticidas e com e sem polímero), com quatro repetições para os parâmetros de qualidade fisiológica das sementes e três repetições para os demais. Os dados referentes ao número de nódulos foram transformados para $\sqrt{X + 0.5}$ antes de serem submetidos à análise de variância. Os dados foram analisados utilizando o pacote computacional SISVAR, versão 4.0 (Ferreira, 2000). As médias do fator inseticida foram comparadas pelos testes de Tukey, para os parâmetros de qualidade das sementes, e de Scott-Knott para as médias de número e matéria seca de nódulos e matéria seca da parte aérea. As médias do fator polímero foram comparadas por meio do teste de F. Para todos os testes estatísticos foi utilizado o nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Ensaio 1. Qualidade fisiológica das sementes.

Pelos resultados apresentados na Tabela 2, observa-se que a porcentagem de germinação foi significativamente menor quando as sementes foram tratadas com tiametoxam e imidaclopride, em relação à testemunha, para sementes peliculizadas. Já para as sementes tratadas sem a adição de polímero, verifica-se que as sementes tratadas com tiametoxam tiveram significativamente menor porcentagem de germinação em relação às sementes não tratadas. Tem-se observado que alguns inseticidas podem ser fitotóxicos quando utilizados no tratamento de sementes, tais como sumicidin em soja (Saraswathi et al., 1996), thiodicarb e carbofuran em milho (Godoy et al., 1990) e carbofuran em trigo (Khalleq & Klantt, 1986) e milho (Oliveira e Cruz, 1986).

Para a porcentagem de emergência de plântulas em bandeja em condições controladas, não foram verificadas diferenças significativas para as sementes tratadas com inseticidas em relação às sementes não tratadas (Tabela 3).

TABELA 2. Resultados médios de porcentagem de germinação de sementes de soja tratadas com inseticidas e peliculizadas. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Inseticidas	Polímeros	
	Com	Sem
Sem tratamento	85 a A	81 ab A
Carbosulfan	78 ab A	72 bc A
Tiametoxam	73 b A	68 c A
Imidaclopride	74 b B	82 a A
Clotianidina	78 ab A	84 a A
Fipronil	81 ab A	77 abc A
CV(%)	6,3	

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

Pelos resultados de índice de velocidade de emergência, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos inseticidas quando este tratamento foi associado à peliculização (Tabela 3). Já para as sementes não revestidas, o tratamento das sementes com carbosulfan reduziu significativamente a velocidade de emergência em relação às sementes não tratadas.

TABELA 3. Resultados médios de porcentagem de emergência em bandeja (EB) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de soja tratadas com inseticidas e peliculizadas. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Inseticidas	EB	IVE	
		Polímeros	
		Com	Sem
Sem tratamento	68 ab	10,26 a A	10,56 a A
Carbosulfan	59 b	10,12 a A	8,25 b B
Tiametoxam	70 ab	10,86 a A	10,24 a A
Imidacloprid	70 ab	10,68 a A	10,01 a A
Clotianidina	70 ab	9,52 a B	11,09 a A
Fipronil	71 a	10,79 a A	10,45 a A
Polímero			
Com	67 a	-	-
Sem	68 a	-	-
CV(%)	10,9	6,8	

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

Para sementes tratadas sem o uso do polímero, a porcentagem de emergência após teste de frio foi reduzida significativamente quando as sementes foram tratadas com carbosulfan, imidacloprid, clotianidina e fipronil, quando comparadas à testemunha (Tabela 4). Provavelmente, o potencial fitotóxico de alguns inseticidas é insensificado em condições de estresse para a germinação das sementes, como no teste de frio.

TABELA 4. Resultados médios de porcentagem emergência, após teste de frio, de sementes de soja tratadas com inseticidas e peliculizadas. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Inseticidas	Polímeros	
	Com	Sem
Sem tratamento	57 a B	72 a A
Carbosulfan	60 a A	52 b A
Tiametoxam	63 a A	58 ab A
Imidacloprid	63 a A	53 b B
Clotianidina	60 a A	55 b A
Fipronil	58 a A	53 b A
CV(%)	11,4	

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

Entretanto, da mesma forma como no índice de velocidade de emergência, verificou-se que a porcentagem de emergência após o teste de frio, em sementes peliculizadas, não foi significativamente diferente entre os tratamentos do fator inseticida. A peliculização propicia maior retenção de produtos fitossanitários às sementes (Smith, 1997; Maude, 1998; Sampaio & Sampaio, 1998; Silveira, 1998). Assim, provavelmente, durante a absorção de água e, conseqüentemente, do inseticida aplicado, o polímero agiu como barreira, reduzindo a quantidade de inseticida absorvido pelas sementes, diminuindo a possibilidade de fitotoxidez destes produtos quando as sementes foram revestidas.

Para as sementes tratadas com carbosulfan, além da possibilidade de fitotoxidez pelo ingrediente ativo ou de adjuvantes utilizados na formulação do produto, o volume final de calda aplicado nas sementes foi

elevado (1000 ml/100 kg de sementes). Segundo Henning (2004), um volume ideal de calda não deve ultrapassar 600mL /100 kg de sementes. Também Bays et al. (2007), trabalhando com tratamento fungicida e peliculização de sementes de soja, verificaram que o volume final de calda 800 ml/100 kg de sementes teria prejudicado o desenvolvimento normal das plântulas.

Ensaio 2. Crescimento e nodulação das plantas em casa-de-vegetação.

Tanto o número e a matéria seca de nódulos como a matéria seca da parte aérea não foram afetados pela aplicação de inseticidas e polímero em sementes de soja inoculadas com estirpe BR86 (Tabela 5). Resultados semelhantes foram obtidos utilizando-se o inseticida clorpirifós em condições de casa-de-vegetação (Tu, 1977).

TABELA 5. Resultados médios de número de nódulos (NN), matéria seca de nódulos (MSN) e matéria seca da parte aérea (MSPA) de plantas de soja provenientes de sementes tratadas com inseticidas, peliculizadas e inoculadas com estirpe BR86. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Inseticidas	NN	MSN (g)	MSPA (g)
Sem tratamento	30 a	0,27 a	2,36 a
Carbosulfan	17 a	0,11 a	1,50 a
Tiametoxam	29 a	0,12 a	1,50 a
Imidacloprid	27 a	0,14 a	1,88 a
Clotianidina	47 a	0,17 a	1,52 a
Fipronil	38 a	0,17 a	1,50 a
Polímero			
Com	25 a	0,13 a	1,82 a
Sem	37 a	0,18 a	1,60 a
CV (%)	-	45,6	32,8

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott, para os tratamentos inseticidas, e pelo teste de F para as médias do fator polímero, a 5% de probabilidade.

Do mesmo modo como observado para a estirpe BR86, para as sementes inoculadas com a estirpe BR96 não foram observadas diferenças significativas no número de nódulos quando as sementes de soja foram tratadas com inseticidas (Tabela 6). Entretanto, a matéria seca dos nódulos foi significativamente menor quando as sementes foram tratadas com os inseticidas carbosulfan e imidaclopride, em relação às sementes não tratadas.

TABELA 6. Resultados médios de número de nódulos (NN), matéria seca de nódulos (MSN) e matéria seca da parte aérea (MSPA) de plantas de soja provenientes de sementes tratadas com inseticidas, peliculizadas e inoculadas com estirpe BR96. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Inseticidas	NN	MSN	MSPA
Sem tratamento	59 a	0,581 a	3,10 a
Carbosulfan	30 a	0,120 b	1,50 b
Tiametoxam	75 a	0,496 a	2,80 a
Imidaclopride	43 a	0,184 b	2,03 b
Clotianidina	65 a	0,557 a	2,31 b
Fipronil	70 a	0,544 a	4,09 a
Polímero			
Com	52 a	0,374 a	2,46 a
Sem	62 a	0,453 a	2,81 a
CV (%)	-	55,1	44,36

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Scott-Knott, para os tratamentos inseticidas, e pelo teste de F para as médias do fator polímero, a 5% de probabilidade.

A matéria seca da parte aérea foi menor, em relação à testemunha, quando as sementes foram tratadas com carbosulfan, imidaclopride e clotianidina (Tabela 6). Provavelmente, devido à redução na matéria seca de nódulos nos tratamentos com carbosulfan e imidaclopride, houve redução no aporte de nitrogênio para as plantas, e por este nutriente afetar diretamente o crescimento das plantas (Marschner, 1995), houve menor matéria seca da parte aérea em plantas provenientes destas sementes. Também, Döbereiner (1966) demonstra uma relação direta e positiva entre matéria seca de nódulos e conteúdo de nitrogênio em plantas de soja.

Assim como observado para as sementes inoculadas com a estirpe BR86, os parâmetros de nodulação e crescimento das plantas de soja não foram afetados significativamente pela aplicação do polímero nas sementes inoculadas com a estirpe BR96 (Tabela 6). De forma semelhante, Pereira (2005), trabalhando com a associação de fungicidas e polímero no tratamento de sementes de soja, constatou que a peliculização não interfere na nodulação das plantas.

Conclusões

1. O tratamento inseticida com tiametoxam e carbosulfan pode reduzir a qualidade fisiológica das sementes de soja.

2. O revestimento utilizando polímero não interfere na qualidade fisiológica das sementes de soja, bem como na nodulação e crescimento das plantas.

3. Os inseticidas estudados não interferem na nodulação e no crescimento das plantas de soja quando se utiliza a estirpe BR86, enquanto, para BR96, a matéria seca dos nódulos e da parte aérea é reduzida pela aplicação de carbosulfan e imidaclopride.

Referências

BAYS, R.; BAUDET, L.; HENNING, A.A.; LUCCA FILHO, O. Recobrimento de sementes de soja com micronutrientes, fungicida e polímero. *Revista Brasileira de Sementes*, Pelotas, v. 29, n. 2, p. 60-67, ago. 2007.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/CLAV, 365 p. 1992.

DEPOLLI, H.; SOUTO, S. M.; FRANCO, A. A. **Compatibilidade de agrotóxicos com *Rhizobium* spp. e a simbiose das leguminosas.** Embrapa – UAPNPBS, Seropédica. 1986. 75p.

DIATLOFF, A. The effects of some pesticides on root nodule bacteria and subsequent nodulation. **Australian Journal of Experimental Agricultural Animal Husbandry**, Victoria, v. 10, n. 46, p. 562-567, Oct. 1970.

DÖBEREINER, J. Evaluation of nitrogen fixation in legumes by the regression of total plant nitrogen with nodule weight. **Nature**, London, v. 210, n. 5038, p. 850-852, May. 1966.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologia de Produção de Soja Região Central do Brasil 2003.** Londrina, 2008. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/ Soja CentralBrasil2003/manejoj.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/SojaCentralBrasil2003/manejoj.htm)> Acesso em: 25 jun. 2008.

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. **Programas e Resumos....** São Carlos: UFSCAR, 2000. p. 235.

GALLI, F. **Contribuição ao estudo da ação de herbicidas e inseticidas sobre a nodulação em soja.** 1959. 43 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIN, J. D.; MARCHINE, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola.** Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GODOY, J. R. de; CROCOMO, W. B.; NAKAGAWA, J. et al. Efeito do armazenamento sobre a qualidade fisiológica de sementes tratadas com inseticidas sistêmicos. **Científica**, Jaboticabal, v. 18, n. 1, p. 81-93, 1990.

HEINRICHS, E. A. Inseticidas sistêmicos e endrin aplicados no controle de *Elasmopalpus lignosellus* e seus efeitos sobre a soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 12, p. 119-124, 1977.

HENNING, A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais.** Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 2004, 51 p. (EMBRAPA- Documentos 235).

INTERNATIONAL SEED TEST ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. 3. ed. Basserdorf, 1995. 117 p.

KHALLEQ, B.; KLANTT, A. Effects of various fungicides and insecticides on emergence of three wheat cultivars. **Agronomy Journal**, Madison, v. 78, n. 6, p. 967-970, 1986.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, mar./Abr. 1962.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2nd ed. San Diego: Academic, 1995.

MAUDE, R. Progressos recentes no tratamento de sementes. In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15., 1996, Gramado. **Memória...** Passo Fundo: CESM, 1998. p. 99-106.

OBLISAMI, G.; BALARAMAN, K.; VENKATARAMANAN, C. V.; RANGASWAMI, G. Effect of three granular insecticides on the growth of *Rhizobium* from redgram. **Rhizobium Newsletter**, Sydney, v. 20, p. 143, 1975.

OLIVEIRA, L. J.; CRUZ, I. Efeito de diferentes inseticidas e dosagens na germinação de sementes de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 6, p. 759-785, jun. 1986.

PEREIRA, C. E. **Peliculização e tratamento fungicida de sementes de soja: efeitos no armazenamento e na inoculação com *Bradyrhizobium***. 2005. 95 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PINTO, N. F. J. A. **Tratamento de sementes**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1991. 10 p.

PIRES, L.L.; BRAGANTINI, C.; COSTA, J.L.D. Storage of dry bean seeds coated with polymers and treated with fungicides. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasv. 39, n. 7, p. 709-715, jul. 2004.

RUSSELL, M. J.; COALDRAKE, J. E. The effects of some chlorinated hydrocarbon insecticides on nodulation of *Medicago sativa* and *Glicine javanica*. **The Journal of The Australian Institute of Agricultural Science**, Victoria, v. 10, n. 32, p. 214-216, 1966.

SAMPAIO, N. V.; SAMPAIO, T. G. Sementes: com as cores da eficiência. **A granja do ano**, Porto Alegre, v. 54, n. 12, p. 16-18, 1998.

SARASWATHI, U.; JAYAPRAGASAM, M.; SULOCHANA, N. Effect of some pesticides on germinating soybean seeds. **Pestology**, Bangalore, v. 20, n. 6, p. 10-15, 1996.

SILVEIRA, S. Recobertura como medida para proteção da semente. **Seed News**, Pelotas, n. 5, p. 34-35, 1998.

SMITH, S. Colorants and polymers: there is a difference. **Seed World**, Chicago, v. 135, n. 13, p. 26-27, 1997.

TU, C. M. Effects of pesticide seed treatments on Rhizobium japonicum and its symbiotic relationship with soybean. **Bulletin of Environmental Contamination Toxicology**, New York, v. 18, n. 2, p. 190-199, 1977.

VINCENT, J.M. **A manual for practical study of the root-nodule bacteria**. Oxford: Scientific, 1970. 164p.

ZUCCHI, R. A.; SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. Piracicaba: FEALQ, 1993. 139 p.

Artigo 3

Tratamento fungicida em sementes de soja via peliculização: Qualidade fisiológica e sanitária das sementes e crescimento das plantas após inoculação das sementes com *Colletotrichum truncatum*

(Preparado de acordo com as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira)

Tratamento fungicida em sementes de soja via peliculização: Qualidade fisiológica e sanitária das sementes e crescimento das plantas após inoculação das sementes com *Colletotrichum truncatum*

RESUMO – A qualidade sanitária das sementes de soja, associada ao potencial fisiológico, é fator determinante para o estabelecimento de estandes adequados e lavouras com alto potencial produtivo. Assim, objetivou-se avaliar a qualidade fisiológica e sanitária das sementes e o crescimento das plantas após inoculação das sementes de soja com *Colletotrichum truncatum* e tratamento fungicida via peliculização. Para tanto, sementes de soja foram inoculadas, na proporção de 20%, com *C. truncatum* utilizando técnica de restrição hídrica em meio BDA com manitol (-1,0 MPa). Posteriormente, as sementes foram tratadas com os fungicidas carbendazin, fludioxonil+metalaxil-M, thiabendazole+thiram, tiofanato metílico ou caboxin+thiram. Parte das sementes não foi tratada com fungicidas. Durante o tratamento das sementes foi utilizado polímero Disco Agroblye L204[®]. A qualidade fisiológica e sanitária das sementes foi avaliada pelo teste de germinação, teste de frio, emergência em bandeja e teste de sanidade. As sementes foram, ainda, inoculadas com as estirpes SEMIA 5079 e 5019, e semeadas em vasos com substrato solo:areia. As plantas em estágio R2 foram avaliadas por meio do número e matéria seca de nódulos, comprimento da parte aérea e matéria seca de raízes e da parte aérea. Verificam-se maior controle de *C. truncatum* e melhor desempenho fisiológico nas sementes tratadas com fludioxonil+metalaxil-M e thiabendazole+thiram. O tratamento das sementes de soja com tiofanato metílico reduz seu vigor e o crescimento das plantas. A peliculização não afeta a qualidade das sementes de soja e promove uma maior aderência dos inseticidas.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, polímero, germinação, vigor, antracnose, tratamento químico.

Treatment of soybean seeds with fungicide via film coating: Seed physiological and sanitary quality and plant growth after seed inoculation with *Colletotrichum truncatum*

ABSTRACT – The sanitary quality of the soybean seed associated to physiological potential is the decisive factor for the establishment of appropriate stands and gives crops with high productive potential. It was aimed to evaluate the quality of soybean seeds inoculated with *Colletotrichum truncatum* and treated with fungicides by film-coating. Soybean seeds, cultivar Conquista, were inoculated in a proportion of 20% with *C. truncatum* by water restriction technique with PDA medium and mannitol (-1,0 MPa). After, the seeds were treated with the fungicides carbendazin, fludioxonil+metalaxil-M, thiabendazole+thiram, tiofanato metílico or caboxin+thiram, and part of the seeds was not treated with fungicides (control). During the seed treatment it was used polymer Disco Agroblue L204[®]. The physiological and sanitary quality of the seeds were evaluated by the germination test, cold test, seedling emergency, index of emergency speed and Blotter test. A broader control of *C. truncatum* and higher physiological quality of the seeds were verified in the treatments with fludioxonil+metalaxil-M and thiabendazole+thiram. The treatment of soybean seeds with tiofanato metílico reduced the seed vigour and

plant growth. The film-coating did not affect the quality of soybean seeds and promoted higher adherence of the insecticides.

KEY WORDS: *Glycine max*, polymer, germination, vigour, anthracnose, chemical treatment.

Introdução

A soja é a principal cultura de exportação nacional, contribuindo com cerca de 60 milhões de toneladas, em uma área cultivada de 21158,5 mil ha na safra 07/08 (Conab, 2008). Entretanto, considerando as perdas provocadas por doenças, a produção anual nacional poderia ser de 15 a 20% maior (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1999).

As sementes são o principal veículo de transmissão de fungos fitopatogênicos de importância econômica na cultura da soja, os quais podem reduzir a germinação e o vigor das sementes (Krzyzanowski & França Neto, 2003) e originar focos primários de doença (Machado, 2000).

Entre as doenças dessa cultura, a antracnose, agente causal *Colletotrichum dematium* var. *truncata* (Goulart, 1997) compromete o desenvolvimento das vagens já em início de formação, podendo reduzir a qualidade fisiológica das sementes (Menten, 1991; Hamawaki et al., 2002; Galli et al., 2007). Além disso, a elevada incidência deste patógeno pode ocasionar perda total da produção ou alta redução do número de vagens e indução à retenção foliar e haste verde (Embrapa, 2003).

O tratamento de sementes com fungicidas é uma prática que tem sido recomendada para o controle de fungos associados às sementes de soja, visando melhorar seu desempenho germinativo (Machado, 2000), originando plantas mais vigorosas e sadias (Mentem, 1991).

Neste sentido, os fungicidas sistêmicos benomyl, carbendazin, thiabendazole, tiofanato-metílico e fuberidazole têm sido indicados para o controle de *Colletotrichum truncatum* (Machado, 2000), além de misturas entre fungicidas de contato (tolylfluanid, thiram ou captan) e sistêmicos (Embrapa, 2000).

Assim, trabalhos têm sido realizados para avaliar a eficiência do tratamento de sementes com fungicidas no controle de *C. truncatum* (Goulart, 2001; Gianasi et al., 2000; Goulart, 1998). Reduções significativas na incidência deste patógeno em sementes de soja foram obtidas com os tratamentos tolylfluanid + tiofanato metílico, thiabendazole + thiram e tiofanato metílico + thiram (Goulart, 2001), thiram + benomyl e thiabendazole (Goulart, 1998), e thiabendazole + quintozene (Gianasi et al., 2000).

Em consequência do controle de patógenos, verificam-se aumentos significativos na germinação e vigor de sementes de soja quando foram tratadas com thiabendazole + thiram (Goulart & Melo Filho, 2000), carboxin + thiram, carbendazim + thiram, thiabendazole + thiram, benomyl (Lopes e Barros, 1997), thiram, benomyl, thiabendazole e captan (Vitti et al., 1993), bem como acréscimo de produtividade quando as sementes foram tratadas com thiabendazole + thiram (Goulart & Melo Filho, 2000; Goulart, 1998), e thiabendazole + captan (Goulart, 1998).

Também, juntamente com o tratamento fungicida, tem-se realizado a peliculização das sementes de soja, buscando principalmente uma melhor retenção dos produtos fitossanitários aplicados às sementes (Smith, 1997; Maude, 1998; Sampaio e Sampaio, 1998; Silveira, 1998). Assim, o uso de polímeros promove maior segurança durante o manuseio das sementes (Robani, 1994), não interferindo, porém, na ação dos fungicidas (Lima et al., 2003a; Lima et al., 2003b; Pereira et al., 2007), bem como na a germinação e vigor das sementes (Pereira, 2005; Trentini, 2004; Alves et al., 2003; Clemente et al., 2003; Lima et al., 2006).

Neste trabalho, objetivou-se estudar a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de soja e o crescimento das plantas após inoculação das sementes com *Colletotrichum truncatum* e tratamento fungicida via peliculização.

Material e Métodos

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Análise de Sementes e casa-de-vegetação do Departamento de Agricultura e no Laboratório de Patologia de Sementes do Departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Lavras.

Ensaio 1. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes.

Sementes de soja da cultivar Conquista foram inicialmente avaliadas por meio do teste de sanidade para se obter a porcentagem inicial de *C. truncatum*. Posteriormente, as sementes foram inoculadas com este patógeno, obtido a partir de vagens infectadas e cultivado em

placas de Petri em meio BDA, e incubadas a 25°C e fotoperíodo de 12 horas para se proceder o isolamento.

A inoculação de *C. truncatum* foi realizada via técnica de restrição hídrica utilizando-se meio BDA com manitol (-1,0 MPa). A concentração de manitol no meio para obtenção do potencial hídrico -1,0MPa foi determinada utilizando-se o software SPPM (Michel e Radcliffe, 1995). Ao substrato foi misturada uma suspensão de esporos e micélio de colônias de *C. truncatum* em pleno desenvolvimento, mantendo-o, posteriormente, a 25°C e fotoperíodo de 12 horas. Após o desenvolvimento do patógeno, as sementes foram colocadas sobre as colônias, em camada única, onde permaneceram por cinco dias a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas.

Posteriormente, as sementes foram secadas em condições ambientes e misturadas na proporção de 20% às sementes que permaneceram nestas mesmas condições, porém em meio estéril. Após homogeneização, as sementes foram tratadas com os fungicidas nas dosagens recomendadas pelos fabricantes (Tabela 1), e parte das sementes não foi tratada com fungicidas (testemunha).

Associado ao tratamento fungicida, foi utilizado polímero Disco Agroblue L204[®] (Incotec), na dosagem de 200mL/100kg de sementes, sendo parte tratada sem peliculização.

TABELA 1. Fungicidas: princípio ativo, marca comercial, concentrações em formulações comerciais e respectivas doses utilizadas no tratamento das sementes de soja. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Princípio ativo	Marca Comercial	Concentração	Dosagem (ml ou g/100kg de sementes)
Carbendazim	Derosal 500 SC®	500g/L	100ml
Carboxin+thiram	Vitavax-thiram WM®	375g/kg + 375g/kg	200g
Fludioxonil + metalaxil-M	Maxim XL®	25g/L	200ml
Thiabendazol + thiram	Tegram®	85g/L + 350g/L	200ml
Tiofanato-metilico	Topsin 500®	500g/L	150ml

Posteriormente, as sementes foram avaliadas por meio de:

Teor água das sementes: método da estufa a 105°C, por 24 horas, sendo utilizadas duas subamostras com 40 g cada por tratamento (Brasil, 1992);

Teste de germinação: foram utilizadas quatro subamostras com 50 sementes, semeadas em rolos de papel umidecido com 2,5 vezes seu peso em água e mantidas em germinador a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram realizadas cinco dias após a semeadura, computando-se o número de plântulas normais de acordo com as Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 1992);

Teste de emergência em bandeja: a semeadura foi realizada em bandejas plásticas com substrato solo + areia (2:1), utilizando-se quatro subamostras com 50 sementes cada. As bandejas foram mantidas em câmara de crescimento vegetal a 25°C e fotoperíodo de 12 horas, com

irrigação diária. Foram realizadas avaliações diárias do número de plântulas emergidas até a estabilização. Foram considerados a porcentagem de plântulas normais aos 14 dias e o índice de velocidade de emergência, determinado segundo Maguire (1962);

Teste de frio: a semeadura foi realizada em bandejas plásticas com substrato areia + solo (2:1) com umidade de 70% da capacidade de retenção de água (International Seed Test Association, 1995). Foram utilizadas quatro subamostras com 50 sementes cada. As bandejas foram mantidas em câmara fria a 10°C por sete dias e, posteriormente, transferidas para câmara de crescimento vegetal a 25°C e fotoperíodo de 12 horas, onde foram mantidas por sete dias, quando se procedeu a avaliação das plântulas;

Teste de sanidade: as sementes foram incubadas em placas de Petri de 15 cm de diâmetro contendo duas folhas de papel de filtro umedecido com água + 2,4-D (2,4-diclorofenoxiacetato de sódio) a 0,02%. Foram utilizadas 25 sementes de cada tratamento por placa, num total de oito subamostras. As placas foram mantidas em sala de incubação a 20°C e fotoperíodo de 12 horas, por sete dias, para então serem avaliadas quanto à presença de patógenos.

Ensaio 2. Crescimento das plantas em casa-de-vegetação.

Após o tratamento, as sementes foram semeadas em vasos (5L), com substrato solo + areia (2:1), com oito sementes por vaso, sendo posteriormente realizado o desbaste deixando-se duas plantas por vaso. Na semeadura, realizou-se a inoculação das sementes com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Utilizou-se inoculante turfoso com as estirpes

TABELA 1. Fungicidas: princípio ativo, marca comercial, concentrações em formulações comerciais e respectivas doses utilizadas no tratamento das sementes de soja. UFPA, Lavras, MG, 2008.

Princípio ativo	Marca Comercial	Concentração	Dosagem (ml ou g/100kg de sementes)
Carbendazim	Derosal 500 SC [®]	500g/L	100ml
Carboxin+thiram	Vitavax-thiram WM [®]	375g/kg + 375g/kg	200g
Fludioxonil + metalaxil-M	Maxim XL [®]	25g/L	200ml
Thiabendazol + thiram	Tegram [®]	85g/L + 350g/L	200ml
Tiofanato-metílico	Topsin 500 [®]	500g/L	150ml

Posteriormente, as sementes foram avaliadas por meio de:

Teor água das sementes: método da estufa a 105°C, por 24 horas, sendo utilizadas duas subamostras com 40 g cada por tratamento (Brasil, 1992);

Teste de germinação: foram utilizadas quatro subamostras com 50 sementes, semeadas em rolos de papel umedecido com 2,5 vezes seu peso em água e mantidas em germinador a 25°C, com fotoperíodo de 12 horas.

As avaliações foram realizadas cinco dias após a semeadura, computando-se o número de plântulas normais de acordo com as Regras para Análise de Sementes - RAS (Brasil, 1992);

Teste de emergência em bandeja: a semeadura foi realizada em bandejas plásticas com substrato solo + areia (2:1), utilizando-se quatro subamostras com 50 sementes cada. As bandejas foram mantidas em câmara de crescimento vegetal a 25°C e fotoperíodo de 12 horas, com

irrigação diária. Foram realizadas avaliações diárias do número de plântulas emergidas até a estabilização. Foram considerados a porcentagem de plântulas normais aos 14 dias e o índice de velocidade de emergência, determinado segundo Maguire (1962);

Teste de frio: a semeadura foi realizada em bandejas plásticas com substrato areia + solo (2:1) com umidade de 70% da capacidade de retenção de água (International Seed Test Association, 1995). Foram utilizadas quatro subamostras com 50 sementes cada. As bandejas foram mantidas em câmara fria a 10°C por sete dias e, posteriormente, transferidas para câmara de crescimento vegetal a 25°C e fotoperíodo de 12 horas, onde foram mantidas por sete dias, quando se procedeu a avaliação das plântulas;

Teste de sanidade: as sementes foram incubadas em placas de Petri de 15 cm de diâmetro contendo duas folhas de papel de filtro umedecido com água + 2,4-D (2,4-diclorofenoxiacetato de sódio) a 0,02%. Foram utilizadas 25 sementes de cada tratamento por placa, num total de oito subamostras. As placas foram mantidas em sala de incubação a 20°C e fotoperíodo de 12 horas, por sete dias, para então serem avaliadas quanto à presença de patógenos.

Ensaio 2. Crescimento das plantas em casa-de-vegetação.

Após o tratamento, as sementes foram semeadas em vasos (5L), com substrato solo + areia (2:1), com oito sementes por vaso, sendo posteriormente realizado o desbaste deixando-se duas plantas por vaso. Na semeadura, realizou-se a inoculação das sementes com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*. Utilizou-se inoculante turfoso com as estirpes

SEMIA 5079 e SEMIA 5019 em concentração mínima de 4×10^9 células viáveis/grama, numa dosagem de 220 g do inoculante /50 kg de sementes pré-umidecidas com 300 ml de solução de sacarose a 10%. Também foi realizada a inoculação do solo na dosagem de 1 g do inoculante /vaso.

A necessidade de calagem e adubação foi calculada seguindo as recomendações da Comissão... (1999), por meio da análise do solo (Tabela 2). A fertilização com nitrogênio não foi realizada.

TABELA 2. Resultados da análise química de amostras do solo utilizado nos experimentos com sementes de soja inoculadas com *Colletotrichum truncatum* e tratadas com fungicidas via peliculização⁽¹⁾. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Características	Valores	Interpretação
pH em água (1:2,5)	7,5	Alcalinidade fraca
P (mg/dm ³)	2,8	Muito baixo
K (mg/dm ³)	39	Baixo
Ca ²⁺ (cmol _c /dm ³)	3,1	Bom
Mg ²⁺ (cmol _c /dm ³)	0,1	Muito baixo
Al ³⁺ (cmol _c /dm ³)	0,0	Muito baixo
H + Al (cmol _c /dm ³)	1,0	Muito baixo
SB (cmol _c /dm ³)	3,3	Médio
t (cmol _c /dm ³)	3,3	Médio
T (cmol _c /dm ³)	4,3	Baixo
m (%)	0	Muito baixo
V (%)	76,7	Bom
MO (dag/kg)	1,4	Baixo
P-rem (mg/L)	5,6	-

⁽¹⁾ Análises realizadas nos Laboratórios do Departamento de Ciência do Solo da UFLA e interpretação de acordo com Comissão... (1999). SB: soma de bases, t: CTC efetiva, T: CTC a pH 7,0, m: índice de saturação de alumínio, V: porcentagem de saturação por bases da CTC a pH 7,0, MO: matéria orgânica e P-rem: fósforo remanescente.

Durante o período de florescimento, estágio R2, as plantas foram avaliadas utilizando os seguintes parâmetros: número e matéria seca de nódulos, matéria seca da parte aérea e de raízes e comprimento da parte aérea.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 6x2. Os dados de número de nódulos foram transformados para $\sqrt{N+0.5}$ antes de serem submetidos à análise de variância. Os dados foram analisados utilizando o pacote computacional SISVAR, versão 4.0 (Ferreira, 2000). As médias de fungicidas foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott, enquanto as médias do fator polímero foram comparadas por meio do teste de F. Para todos os testes estatísticos utilizou-se o nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Ensaio 1. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes.

Houve uma alta incidência de *Colletotrichum truncatum* no lote de sementes após inoculação do patógeno e homogeneização das sementes, quando não foi realizado o tratamento fungicida (Figura 1). Assim, constata-se a eficiência da técnica de restrição hídrica na inoculação de sementes de soja com este fitopatógeno. Também Machado et al. (2001), utilizando a restrição hídrica para inoculação de sementes de soja com *C. truncatum*, verificaram a eficiência desta técnica com quase 100% de infecção em 48 horas de incubação das sementes.

Observou-se também que o lote de sementes, mesmo utilizando-se apenas 20% de sementes inoculadas com *C. truncatum*, teve uma

incidência acima deste valor (Figura 1). Isto provavelmente ocorreu durante a homogeneização das sementes, quando houve contaminação das sementes, não inoculadas, por *C. truncatum* presente nas sementes submetidas à inoculação.

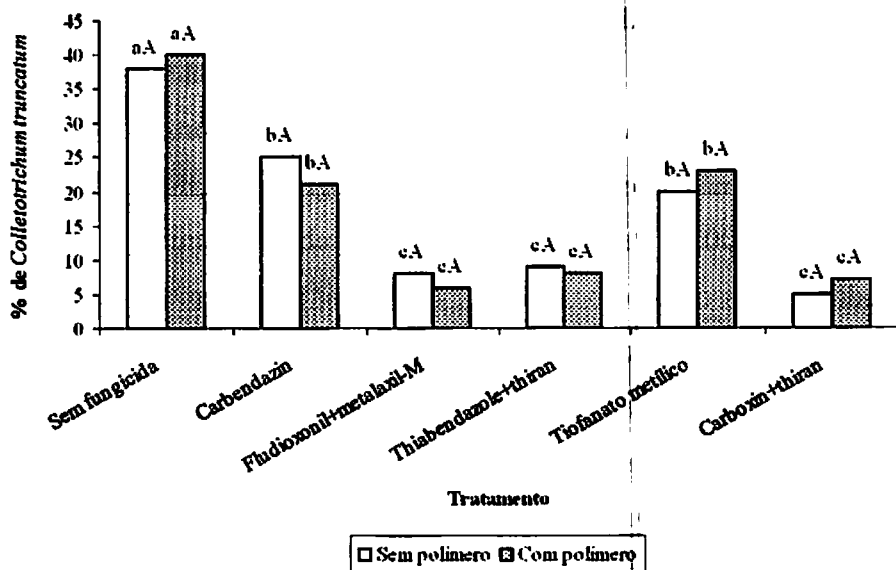


FIGURA 1. Porcentagem de *Colletotrichum truncatum* em sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas após inoculação com este patógeno. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, dentro de cada tratamento fungicida, e minúscula, dentro polímero, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de F e de Scott-Knott, respectivamente, a 5% de probabilidade (CV = 22,8%).

O tratamento das sementes com fludioxonil+metalaxil-M, thiabendazole+thiram e carboxim+thiram reduziu, em média, 82% a ocorrência de *C. truncatum* nas sementes, enquanto os fungicidas carbendazim e tiofanato metílico tiveram uma eficiência menor (Figura

1). Resultados semelhantes foram obtidos com os tratamentos thiabendazole + thiram (Goulart, 2001), thiram + benomyl e thiabendazole (Goulart, 1998), e thiabendazole + quintozene (Gianasi et al., 2000), carboxin +thiram (Henning et al., 1998; Goulart et al., 2000), para os quais houve um eficiente controle de *C. truncatum*.

A incidência de *C. truncatum* não foi afetada pela aplicação de polímero nas sementes (Figura 1) independentemente do tratamento fungicida e, assim como em outras pesquisas, constatou-se que a peliculização não interfere na ação dos fungicidas (Lima et al., 2003a, Lima et al., 2003b; Pereira et al., 2007). Também Henning et al. (2003), estudando a associação polímeros e fungicidas no tratamento de sementes de soja, concluíram que a peliculização deve ser realizada juntamente com o tratamento fungicida, pois os polímeros, isoladamente, não asseguram uma emergência de plântulas adequada.

Verificou-se uma baixa porcentagem de germinação quando as sementes não foram tratadas com fungicidas (Tabela 3), independentemente da peliculização, devido à alta incidência de *C. truncatum* (Figura 1). Há uma correlação negativa entre a germinação de sementes de soja e a incidência de *C. truncatum*, indicando efeito patogênico desse fungo, interferindo diretamente sobre a qualidade fisiológica das sementes (Hamawaki et al., 2002).

Ainda pelos resultados do teste de germinação verificaram-se, nas sementes tratadas com carbendazin, fludioxonil+metalaxil-M, thiabendazole+thiram, tiofanato metílico e carboxin+thiram, maiores porcentagens de germinação em relação às sementes não tratadas com fungicidas (testemunha), quando não foram peliculizadas (Tabela 3). Para

as sementes revestidas com polímero, a porcentagem de germinação foi significativamente maior, em relação à testemunha, quando as sementes foram tratadas com fludioxonil+metalaxil-M, thiabendazole+thiram, tiofanato metílico e carboxin+thiram.

TABELA 3. Resultados médios de porcentagem de germinação de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas após inoculação com *Colletotrichum truncatum*. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Fungicidas	Polímero	
	Sem	Com
Sem fungicida	24 d A	23 d A
Carbendazin	40 c A	31 d B
Fludioxonil+metalaxil-M	51 b B	63 a A
Thiabendazole+thiram	74 a A	59 a B
Tiofanato metílico	37 c A	39 c A
Carboxin+thiram	51 b A	51 b A
CV (%)	21,9	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de F e de Scott-Knott, respectivamente, a 5% de probabilidade.

A infecção de sementes de soja com *Colletotrichum truncatum* pode reduzir a qualidade fisiológica das sementes (Menten, 1991; Hamawaki et al., 2002; Galli et al., 2007). Neste sentido, tem-se observado que fungicidas eficientes no controle de patógenos podem aumentar significativamente o desempenho fisiológico das sementes de soja (Vitti et al., 1993; Lopes & Barros, 1997; Goulart & Melo Filho, 2000).

Nas sementes tratadas com carbendazin e thiabendazole+thiram, observou-se porcentagem de germinação menor quando foram peliculizadas, enquanto, para sementes tratadas com fludioxonil+metalaxil-M, a porcentagem de germinação foi menor quando as sementes não foram peliculizadas (Tabela 3). Esta interação, não observada nos demais testes realizados, ocorreu, provavelmente, devido à menor difusão destes produtos químicos nas condições de realização do teste de germinação.

Pelos resultados do teste de emergência, verificou-se que o tratamento das sementes com fludioxonil+metalaxil-M, thiabendazole+thiram e carboxin+thiram aumentou significativamente a porcentagem de emergência em relação às sementes sem tratamento fungicida (Tabela 4). Entretanto, a porcentagem de emergência foi menor para sementes tratadas com tiofanato metílico quando comparadas à testemunha.

Também no índice de velocidade de emergência (IVE), verificou-se que o tratamento das sementes com fludioxonil+metalaxil-M e thiabendazole+thiram aumentou de modo significativo a velocidade de emergência em relação às sementes sem tratamento fungicida (Tabela 4). Já nas sementes tratadas com tiofanato metílico, houve menor velocidade de emergência quando comparadas à testemunha.

Houve uma baixa porcentagem de emergência no teste de frio quando as sementes não foram tratadas com fungicidas. Assim como constatado, também, por Goulart & Melo Filho, 2000; Bradley, 2008, a redução da emergência de plântulas em condições de estresse pode ser agravada caso o tratamento de sementes com fungicidas não seja

realizado devido à maior suscetibilidade a estresses de sementes infectadas/contaminadas com patógenos (Machado, 2000).

TABELA 4. Resultados médios de porcentagem de emergência em bandeja (EB), índice de velocidade de emergência (IVE) e porcentagem de emergência no teste de frio (TF) de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas após inoculação com *Colletotrichum truncatum*. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Fungicidas	EB	IVE	TF
Sem fungicida	50 b	7,83 b	35 b
Carbendazin	53 b	8,20 b	44 a
Fludioxonil+metalaxil-M	63 a	9,23 a	47 a
Thiabendazole+thiram	69 a	9,59 a	47 a
Tiofanato metílico	43 c	7,09 c	25 c
Carboxin+thiram	61 a	8,27 b	38 b
Polímero			
Com	56 a	8,29 a	38 a
Sem	57 a	8,45 a	40 a
CV (%)	15,5	12,1	17,3

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Scott-Knott para os tratamentos fungicida, e pelo teste de F para as médias do fator polímero, a 5% de probabilidade.

Assim, sementes tratadas com carbendazin, fludioxonil+metalaxil-M e thiabendazole+thiram tiveram, significativamente, maior porcentagem de emergência no teste de frio do que as sementes não tratadas com fungicidas (Tabela 4).

Como observado no teste de emergência e índice de velocidade de emergência, no teste de frio o tratamento das sementes com tiofanato

metílico reduziu significativamente a porcentagem de emergência em relação à testemunha (Tabela 4), indicando, provavelmente, fitotoxidez deste fungicida sobre as sementes. Também Goulart et al. (2002) relatam redução da germinação e vigor de sementes de soja tratadas com fungicidas benzimidazóis, como tiofanato metílico.

Tanto para os testes de emergência e de frio como para o índice de velocidade de emergência, não foram observadas diferenças significativas entre sementes peliculizadas e sementes não peliculizadas (Tabela 4). Também não houve interferência do polímero utilizado sobre a germinação e vigor das sementes nos trabalhos realizados por Alves et al. (2003), Clemente et al. (2003), Trentini (2004), Pereira (2005) e Lima et al. (2006).

Ensaio 2. Crescimento das plantas em casa-de-vegetação.

Quanto ao número e matéria seca de nódulos, não foram observadas diferenças significativas para nenhuma das fontes de variação, possibilitando o isolamento do possível efeito dos fungicidas sobre a nodulação das plantas, o que poderia comprometer as demais avaliações.

Pelos resultados do ensaio em casa-de-vegetação, observou-se que não houve acréscimo em comprimento de plantas ou matéria seca da parte aérea e de raízes com o tratamento das sementes com os fungicidas (Tabela 5).

Assim como observado nos parâmetros de qualidade fisiológica das sementes, quando as sementes foram tratadas com tiofanato metílico, o comprimento de plantas e a matéria seca da parte aérea e de raízes foram reduzidos significativamente em relação às sementes não tratadas

(Tabela 5). O vigor das sementes pode afetar a produção de matéria seca e a taxa de crescimento das plantas (Schuch et al. 2000; Machado, 2002; Höfs, 2003; Kolchinski et al., 2005). Assim, provavelmente a redução no vigor das sementes por tiofanato metílico, verificada nos teste de emergência e de frio, além do índice de velocidade de emergência (Tabela 4), refletiram no menor crescimento das plantas.

TABELA 5. Resultados médios de comprimento de plantas (CP), matéria seca da parte aérea (MSPA) e de raízes (MSR) de plantas de soja provenientes de sementes tratadas com fungicidas e peliculizadas após inoculação com *Colletotrichum truncatum*. UFLA, Lavras, MG, 2008.

Fungicidas	CP (cm)	MSPA (g)	MSR (g)
Sem fungicida	41,71 a	11,33 a	7,11 a
Carbendazin	41,55 a	11,42 a	6,85 a
Fludioxonil+metalaxil-M	40,00 a	11,69 a	7,08 a
Thiabendazole+thiram	42,89 a	12,83 a	7,78 a
Tiofanato metílico	34,62 b	8,27 b	4,03 b
Carboxin+thiram	41,40 a	12,97 a	7,56 a
Polímero			
Com	40,95 a	11,35 a	6,34 a
Sem	39,79 a	10,94 a	6,02 a
CV (%)	11,8	26,7	36,8

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo Teste de Scott-Knott para os tratamentos fungicida, e pelo teste de F para as médias do fator polímero, a 5% de probabilidade.

Não foram verificadas diferenças significativas entre sementes peliculizadas e não peliculizadas para os parâmetros avaliados em casa-de-vegetação (Tabela 5).

Conclusões

1. Os tratamentos de sementes de soja com fludioxonil+metalaxil-M e thiabendazole+thiram são eficientes no controle de *Colletotrichum truncatum* e não prejudicam o desempenho fisiológico das sementes.
2. O vigor das sementes de soja e o crescimento das plantas são reduzidos quando as sementes são tratadas com tiofanato metílico.
3. A peliculização não afeta a qualidade das sementes de soja.

Referências

- ALVES, M. C. S.; GUIMARÃES, R. M.; CLEMENTE, F. M. V. T.; GONÇALVES, S. M.; PEREIRA, S. P.; OLIVEIRA, S. Germinação e vigor de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) peliculizadas e tratadas com fungicida. *Informativo ABRATES*, Londrina, v. 13, n. 3, p. 219, set. 2003.
- BRADLEY, C. A. Effect of fungicide seed treatments on stand establishment, seedling disease, and yield of soybean in north Dakota. *Plant Disease*, St. Paul, v. 92, n. 1, p. 120-125, Jan. 2008.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/CLAV, 365p. 1992.
- CLEMENTE, F. M. V. T.; OLIVEIRA, J. A.; ALVES, A. C. S.; GONÇALVES, S. M. , PEREIRA, S. P.; OLIVEIRA, S. Peliculização associada a doses de fungicida na qualidade fisiológica de sementes do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). *Informativo ABRATES*, Londrina, v. 13, n. 3, p. 219, set. 2003.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação.** Viçosa, MG, 1999. 359 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores da Agropecuária.** Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo_safra.pdf> Acesso em: 11 abr. 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 1999/2000.** Londrina: Embrapa Soja, 1999. (Embrapa Soja. Documentos, 131).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja região central do Brasil.** Londrina: Embrapa Soja, 2003. 32 p. (Sistema de Produção n.1).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Resultados de pesquisa da Embrapa soja 1999.** Londrina: Embrapa Soja, 2000. 279 p.

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. **Programas e Resumos....** São Carlos: UFSCAR, 2000. p. 235.

GALLI, J. A.; PANIZZI, R. C.; VIEIRA, R. D. Efeito de *Colletotrichum dematium* var. *truncata* e *Phomopsis sojae* na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 1, p. 40-46, jan./mar. 2007.

GIANASI, L.; FILHO, A. B.; FERNANDES, N.; LOURENÇO, S. A.; SILVA, C. L. da. Eficiência do fungicida captan associado a outros fungicidas no tratamento químico de sementes de soja. **Summa Phytopathologica**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 241-245, abr./jun. 2000.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja: detecção e importância.** Dourados: EMBRAPA/CPAO, 1997. 58 p.

GOULART, A. C. P. Incidência e controle químico de fungos em sementes de soja em alguns municípios de Mato Grosso do Sul. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 6, p. 1457-1466, nov./dez. 2001.

- GOULART, A. C. P. Tratamento de sementes de soja com fungicidas para o controle de patógenos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 127-131, jun. 1998.
- GOULART, A. C. P.; ANDRADE, P.J.M.; BORGES, E.P, Controle de patógenos de soja pelo tratamento com fungicidas e efeitos na emergência e no rendimento de grãos. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 341-346, jul./set. 2000.
- GOULART, A. C. P.; MELO FILHO, G. A. de. Quanto custa tratar as sementes de soja, milho e algodão com fungicidas? Dourados: EMBRAPA/CPAO, 2000. 23 p. (EMBRAPA/CNPSo. Documentos, 11).
- GOULART, A. C. P.; PAIVA, F. de A.; ANDRADE, P. J. M. Controle de fungos em sementes de soja (*Glycine Max*) pelo tratamento com fungicidas. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v. 21, n. 3-4, p. 239-244, ju./dez. 1995.
- HAMAWAKI, O. T.; JULIATTI, F. C.; GOMES, G. M.; RODRIGUES, F. A.; SANTOS, V. L. M. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de genótipos de soja do ciclo precoce/médio em Uberlândia, Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 201-205, abr./jun. 2002.
- HENNING, A. A.; CAMPO, R. J.; SFREDO, G. J. Tratamento com fungicidas, aplicação de micronutrientes e inoculação de sementes de soja. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, 1998. (Encarte Técnico, n. 82).
- HENNING, A. A.; FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKY, F. C.; COSTA, N. P. Avaliação de corantes, polímeros, pigmentos e fungicidas para o tratamento de sementes de soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 13., 2003, Londrina. Anais... Londrina: ABRATES, 2003. 538 p.
- HÖFS, A. **Vigor de sementes de arroz e desempenho da cultura**. 2003. 44f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- ISTA - INTERNATIONAL SEED TEST ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. 3. ed. Basserdorf, 1995. 117 p.
- KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1248-1256, nov./dez. 2005.

KRZYŻANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B. Agregando valor à semente de soja. *Seed News*, v. 7, n. 5, set./out. 2003.

LIMA, L. B.; MASETTO, T. E.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, J. A. Tratamento fungicida e peliculização de sementes de tomate. *Informativo ABRATES*, Londrina, v. 13, n. 3, p. 248, set. 2003a.

LIMA, L. B.; SILVA, P. A.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A. Peliculização e tratamento químico de sementes de algodão. *Informativo ABRATES*, Londrina, v. 13, n. 3, p. 250, set. 2003b.

LIMA, L. B.; SILVA, P. A.; GUIMARÃES, R. M.; OLIVEIRA, J. A. Peliculização e tratamento químico de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1091-1098, nov./dez., 2006.

LOPES, M. E. B. M.; BARROS, B. C. Eficiência de fungicidas no controle de fungos em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v. 72, n. 1, p. 85-98, jun. 1997.

MACHADO, J. C. *Tratamento de sementes no controle de doenças*. Lavras: LAPS/UFLA/FAEPE, 2000. 138 p.

MACHADO, R.F. *Desempenho de aveia-branca (*Avena sativa* L.) em função do vigor de sementes e população de plantas*. 2002. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MACHADO, J. C.; OLIVEIRA, J. A.; VIEIRA, M. G. G. C.; ALVES, M. C. Inoculação artificial de sementes de soja por fungos, utilizando solução de manitol. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 23, n. 2, p. 95-101, 2001.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. *Crop Science*, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, Mar./Apr. 1962.

MAUDE, R. Progressos recentes no tratamento de sementes. In: SEMINÁRIO PANAMERICANO DE SEMILLAS, 15., 1996, Gramado. *Memória... Passo Fundo*: CESM, 1998. p. 99-106.

- MENTEN, J. O. M. Importância do tratamento de sementes. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PATOLOGIA DE SEMENTES, 2., 1991, Piracicaba. Anais.... Piracicaba: ESALQ/FEALQ, 1991. p. 203-224.
- MICHEL, B. E.; RADCLIFFE, D. A computer program relating solute potencial to solution composition for five solutes. *Agronomy Journal*, Madison, v. 87, n. 1, p. 131-136, Jan./Feb. 1995.
- PEREIRA, C. E. **Peliculização e tratamento fungicida de sementes de soja: efeitos no armazenamento e na inoculação com *Bradyrhizobium***. 2005. 95 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- PEREIRA, C. E.; OLIVEIRA, J. A.; EVANGELISTA, J. R. E.; BOTELHO, F. J. E.; OLIVEIRA, G. E.; TRENTINI, P. Desempenho de sementes de soja tratadas com fungicidas e peliculizadas durante o armazenamento. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 3, p. 656-665, maio/jun., 2007.
- ROBANI, H. Film coating horticultural seed. *Hort Technology*, Alexandria, v. 4, p. 104-105, 1994.
- SAMPAIO, N. V.; SAMPAIO, T. G. Sementes: com as cores da eficiência. *A Granja do Ano*, Porto Alegre, v. 54, n. 12, p. 16-18, 1998.
- SCHUCH, L. O. B. Vigor de sementes e análise de aveia preta. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 305-312, abr./jun. 2000.
- SILVEIRA, S. Recobertura como medida para proteção da semente. *Seed News*, Pelotas, n.5, p. 34-35, 1998.
- SMITH, S. Colorants and polymers: there is a difference. *Seed World*, Chicago, v. 135, n. 13, p. 26-27, 1997.
- TRENTINI, P. **Peliculização: preservação da qualidade de sementes de soja e desempenho no estabelecimento da cultura em campo na região de Alto Garças, MT**. 2004. 134 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- VITTI, A. J.; CARVALHO, M. L.; MENTEN, J. O. M. Efeito do tratamento químico no desempenho de sementes de soja. *Ecossistema*, Espírito Santo do Pinhal, v. 18, p. 75-83, out. 1993.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na associação do tratamento químico de sementes de soja com a inoculação com bactérias fixadoras de nitrogênio é importante que os benefícios advindos de cada prática sejam preservados. Assim, dada a interação existente entre fungicidas ou inseticidas e a nodulação da cultura da soja, cuidados devem ser tomados visando assegurar a proteção das sementes, plântulas e plantas sem, contudo, prejudicar o estabelecimento da simbiose planta-bradirrízóbio e, conseqüentemente, o aporte de nitrogênio para a cultura. Neste sentido, fatores como a necessidade de tratamento químico das sementes, as estirpes de *Bradyrizobium* aplicadas, entre outros, devem ser considerados na tomada de decisão.

Pelos resultados obtidos nesta pesquisa, bem como em trabalhos anteriores, é possível selecionar fungicidas e inseticidas a serem utilizados no tratamento das sementes, com menor risco de fitotoxidez e toxidez a *Bradyrizobium*, dada a disponibilidade, no mercado nacional, de vários produtos e ingredientes ativos registrados para o tratamento de sementes de soja.

Também, a possibilidade do uso de polímeros para peliculização das sementes, durante o tratamento fungicida ou inseticida, deve ser analisada por aumentar a retenção destes produtos fitossanitários, tornando mais seguro o manuseio das sementes tratadas, sem afetar aspectos relacionados à qualidade das sementes e à nodulação das plantas de soja.

Entretanto, estudos envolvendo novos produtos fitossanitários, seleção de estirpes resistentes, formas de aplicação de fungicidas e

inseticidas, bem como ensaios em diferentes ambientes e em condições de campo, são necessários para dar solidez às recomendações que envolvam o tratamento químico e a inoculação de sementes de soja com *Bradyrhizobium*.