

## TRATAMENTO DE SEMENTES COM INSETICIDA E A QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA<sup>1</sup>

LILIAN GOMES DE MORAES DAN<sup>2\*</sup>, HUGO DE ALMEIDA DAN<sup>2</sup>, GLEBERSON GUILLEN PICCININ<sup>2</sup>, THIAGO TOSHIO RICCI<sup>2</sup>, ALEX HENRIQUE TIENE ORTIZ<sup>3</sup>

**RESUMO** - O tratamento de sementes com inseticidas é uma prática rotineira que auxilia no controle de pragas iniciais de campo. No entanto são escassas as informações sobre os efeitos dos inseticidas sobre qualidade fisiológica de sementes de soja. Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do tratamento de sementes com inseticidas sobre a germinação e vigor de sementes de soja. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado composto de sete tratamentos com quatro repetições. As sementes do cultivar M-soy-6101 foram tratadas com os inseticidas tiametoxam na dose de 0,15 kg de i.a./100 kg de sementes, fipronil 0,37 kg de i.a./100 kg de sementes, imidacloprido na dose de 0,10 kg de i.a./100 kg de sementes; [imidacloprido + tiodicarbe] na dose de 0,14 + 0,13 kg de i.a. ha<sup>-1</sup>, carbofuran na dose de 0,52 kg de i.a./100 kg de sementes, acefato na dose de 0,75 kg de i.a./100 kg de sementes e uma testemunha sem tratamento. As variáveis analisadas foram: germinação, velocidade de emergência, comprimento de raiz e de plântula e porcentagem de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado. Em casa de vegetação (vasos de 6 dm<sup>3</sup> de solo), foram obtidos os níveis de fitotoxicidade, altura e massa seca da parte aérea. O tratamento com os inseticidas tiametoxam, fipronil e imidacloprido proporcionam adequada qualidade fisiológica das sementes, não interferindo negativamente no desenvolvimento inicial das plantas. Os inseticidas [imidacloprido + tiodicarbe], acefato e carbofuran prejudicam a germinação e o vigor de sementes de soja.

**Palavras-chave:** *Glycine max*. Tratamento de sementes. Vigor. Germinação.

### INSECTICIDE TREATMENT AND PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SOYBEAN SEEDS

**ABSTRACT** - Seed treatment with insecticides is a routine practice that helps control initial field pests. However there is little information on the effects of insecticides on physiological quality of soybean seeds. Thus, this paper was to evaluate the effect of seed treatment with insecticides on the germination and vigor of soybean seeds. The design was completely randomized consisting of 7 treatments with 4 repetitions. The seeds of the cv. M-soy-6101 were treated with the insecticide thiamethoxam on the rate of 0.15 kg of a.i./100 kg of seeds, fipronil in the rate of 0.37 kg of a.i./100 kg of seeds, imidacloprid in the rate of 0.10 kg of a.i./100 kg of seeds; [thiodicarb + imidacloprid] at a rates of 0.14 + 0.13 kg of a.i./ha<sup>-1</sup>, carbofuran of rate 0.52 kg of a.i./100 kg of seeds, acephate at a rate of 0.75 kg of i.a./100 kg of seeds and a control without treatment. The variables analyzed were: germination, emergence speed, root length and seedling and percentage of normal seedlings in the accelerated aging. In the greenhouse (pot of 6 dm<sup>3</sup> of soil) were obtained levels of phytotoxicity, height and dry mass of shoots. Treatment with insecticides thiamethoxam, fipronil and imidacloprid provides adequate quality of the seeds and do not negatively affect the early development of plants. Insecticides [imidacloprid + thiodicarb], acephate and carbofuran affect the germination and vigor of soybean seeds.

**Keywords:** *Glycine max*. Seed treatment. Vigor. Germination.

\* Autor para correspondência.

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 14/02/2011; aceito em 28/08/2011.

<sup>2</sup>Eng. Agrº., pós graduandos em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Departamento de Agronomia, av. Colombo 5790, 87020-90, Maringá - PR; liliangmdan@yahoo.com.br; halmeidadan@gmail.com; guillen.piccinin@hotmail.com; thiagotoshiorici@hotmail.com

<sup>3</sup>Eng. Agrº., pós graduando em Genética e Melhoramento Vegetal, Universidade Estadual de Maringá-UEM; alexortiz@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

O aumento da produção de soja e sua consequente expansão nos últimos anos, associada ao monocultivo, favoreceu em grande escala ao aumento na incidência de pragas. Estas podem atacar durante todas as fases da cultura, podendo assim reduzir significativamente a produtividade dessa oleaginosa, limitando a lucratividade e o êxito da produção (REICHERT; COSTA, 2003).

A fim de evitar possíveis perdas decorrentes da ação de pragas de solo e da parte aérea, que danificam as sementes e as plântulas jovens, tem-se como alternativa, o uso de inseticidas no tratamento de sementes (MARTINS et al., 2009). Segundo Peske (2007), o tratamento inseticida pode custar de 16 a 22% do valor total necessário para a aquisição de sementes de soja no Brasil. Além de ser uma operação segura e ágil, muitas vezes tratamento das sementes é capaz proteger a semente e as plântulas contra o ataque inicial de pragas específicas no solo, garantindo o estande e o estabelecimento inicial das plântulas. Segundo Menten (2005) o tratamento de sementes com inseticidas é uma prática que na maioria dos casos possibilita reduzir o número de aplicações de inseticida após emergência da cultura.

Apesar do tratamento de sementes se constituir em uma operação rotineira, pouco se conhece sobre a influência dos inseticidas na germinação e no vigor das sementes de soja. Alguns resultados de pesquisa têm mostrado que certos produtos quando aplicados nas sementes de algumas culturas, podem em determinadas situações, ocasionar redução na germinação e na sobrevivência das plântulas (CRUZ, 1996; SILVEIRA et al., 2001; FESSEL et al., 2003). Por outro lado, alguns inseticidas podem conferir além do efeito protetor, certos tipos de efeitos fisiológicos, auxiliando tanto no crescimento inicial quanto no desenvolvimento das plantas.

Considerando-se a importância do tratamento fitossanitário das sementes contra a ação de insetos e a importância do uso de sementes de alta qualidade para a obtenção de uma lavoura com estande adequado e plântulas vigorosas, esta pesquisa teve por objetivo avaliar o efeito do tratamento de sementes com inseticidas sobre a germinação e vigor de sementes, assim como seus efeitos sobre o desenvolvimento inicial das plântulas de soja em experimentos realizados em condições controladas de laboratório e casa-de-vegetação.

## MATERIAL E MÉTODOS

Em casa de vegetação o cultivo ocorreu em vasos com capacidade de 6 dm<sup>3</sup>, preenchido com subsolo classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, de textura argilosa, cujas médias das características químicas e físicas do solo foram: pH (H<sub>2</sub>O) 6,8, saturação por bases de 76%, 5,2 cmol<sub>c</sub>

dm<sup>-3</sup> de Ca, 1,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg, 0,20 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K, e 3,4 g kg<sup>-1</sup> de matéria orgânica. O solo recebeu ainda uma adubação de manutenção de 30 kg por ha<sup>-1</sup> de nitrogênio na forma de (sulfato de amônio), 60 kg ha<sup>-1</sup> de potássio na forma de cloreto de potássio e 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup> na forma de super fosfato triplo. Cada unidade experimental constou de 6 kg de solo em vasos com capacidade de 10 kg.

As sementes do cultivar M-soy 6101 oriundas da safra agrícola 2008/2009 foram submetidas ao tratamento de sementes com os inseticidas descritos na Tabela 1. Para essa operação utilizou-se 0,5 kg de semente por tratamento. Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado composto de 7 tratamentos com quatro repetições.

Por ocasião da aplicação dos inseticidas, no laboratório de sementes, as quantidades de cada produto foram diluídas em água destilada, formando uma calda homogênea, a fim de proporcionar o total recobrimento das sementes. A testemunha recebeu somente água destilada como calda. A homogeneização da calda com as sementes foi realizada em sacos de plástico de 2 kg de capacidade. O conjunto foi agitado por 2 minutos a fim de homogeneizar a cobertura, com posterior secagem a sombra. As sementes foram utilizadas logo após esse processo.

Os testes relacionados a seguir foram realizados no laboratório de sementes e no canteiro de areia, e foram utilizados a fim de avaliar a germinação e o vigor das sementes de soja.

Teste de germinação - realizado em quatro repetições de 50 sementes para cada amostra, colocadas para germinar em substrato de papel de germinação ("germitest"), previamente umedecido em água utilizando-se 2,5 vezes a massa do papel seco, e mantido à temperatura de 25 °C. As avaliações foram efetuadas conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009) e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais, anormais, e mortas.

Velocidade de emergência - este teste foi realizado a partir da semeadura em canteiros de areia em quatro repetições de 50 sementes para cada amostra. As plântulas emergidas foram contadas diariamente entre o início (5 dias após a instalação) da emergência e momento (10 dias após a instalação) de estabilização numérica das contagens. Os resultados foram expressos em índice de velocidade de emergência, conforme Maguire (1962).

Envelhecimento acelerado - para realização do teste foi utilizado caixa gerbox com tela metálica horizontal fixada na posição mediana. Foram adicionadas 0,04 litros de água destilada (para obtenção de, aproximadamente, 100% U.R.) ao fundo de cada caixa gerbox, e sob a tela foram distribuídas as sementes de cada tratamento a fim de cobrir a superfície da tela, constituindo uma única camada. Em seguida, as caixas contendo as sementes foram tampadas e acondicionadas em incubadora tipo BOD, a 41 °C, onde permaneceram por 48 horas (MARCOS

FILHO et al., 2001). Após este período, as sementes foram colocadas para germinar nas mesmas condições utilizadas no teste de germinação. Paralelamente, foi efetuada a determinação do teor de água das sementes antes e após o envelhecimento, pelo método da estufa a  $105 \pm 3$  °C/24h, com o objetivo de monitorar os procedimentos usados no teste.

Comprimento de raiz e plântula – para realização deste teste, 4 sub-amostras de 20 sementes por repetição de cada tratamento foram distribuídas em rolos de papel-toalha umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 por 1 (mL de água destilada por massa do papel seco em gramas) e mantidos em um germinador a 25 °C, por cinco dias (NAKAGAWA 1999). Sobre o papel-toalha umedecido foi traçado uma linha no terço superior, no sentido longitudinal, onde as sementes foram colocadas direcionando-se a micrópila para baixo. O comprimento das plântulas e de raiz consideradas normais (BRASIL, 2009) foi determinado ao final do quinto dia, com o auxílio de régua milimetrada.

Em casa de vegetação, as sementes foram semeadas a 2,5 cm de profundidade e logo após a emergência foi estabelecido um estande de 3 plantas por unidade experimental. Nestes foram realizadas avaliações de fitointoxicação aos 7, 14 e 21 dias após a emergência (DAE), através de notas visuais na escala de 0 a 100 (0 para ausência de sintomas e 100 para morte das plantas). A coleta dos dados referentes à altura de plantas (medição do colo até a inserção do último trifólio) e massa seca da parte aérea foi coletada aos 30 dias após a emergência das plântulas. A matéria seca foi obtida em estufa com ventilação forçada de ar com temperatura controlada a 65 °C por 72 horas.

Os dados obtidos foram submetidos à transformação arco seno da raiz quadrada para seguir os pressupostos da análise de variância, e a análise estatística realizada através do programa estatístico Sisvar. As médias significativas foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela 1.** Relação dos inseticidas utilizados no tratamento de sementes de soja.

Tratamentos	Nome comercial	Dose kg de i.a. para 100 kg de sementes	Dose L ou kg p.c. para 100 kg de sementes
Testemunha não tratada	Testemunha		0
Tiametoxam	Cruiser®	0,175	0,25
Fipronil	Standak®	0,375	0,15
Imidacloprido	Gaucho®	0,105	0,15
Imidacloprido + tiodicarbe	CropStar <sup>®*</sup>	0,450 + 0,135*	0,30*
Carbofuram	Furadan®	0,525	1,50
Acefato	Orthene®	0,750	1,00

Dose por hectare

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que as sementes tratadas com os inseticidas tiametoxam, fipronil e imidacloprido apresentaram padrões de germinação semelhantes aos encontrados pela testemunha sem tratamento (Tabela 2). Resultados semelhantes a este demonstram também ausência de interferências negativas para o potencial de germinação das sementes de soja, para o inseticida imidacloprido conforme Castro et al. (2008), também para o inseticida tiametoxam (TAVARES et al., 2007) no tratamento de sementes de soja.

Os inseticidas [imidacloprido + tiodicarbe], acefato e carbofuram apresentaram 90,50; 89,00 e 88,50% de germinação, respectivamente, sendo estes percentuais inferiores aos demais tratamentos. Reduções significativas de germinação em sementes de milho, tratadas com carbofuram e colocadas para germinar no dia do tratamento, também foram verificadas por Oliveira e Cruz (1986).

Decréscimos no potencial fisiológico de sementes tratadas com inseticidas podem estar associados a formação de radicais livres, como resposta ao estresse exógeno produzidos por inseticidas do grupo dos carbamatos e organofosforados (SOARES; MACHADO, 2007). Radicais livres proporcionam a modificação oxidativa de proteínas; lesões no DNA; peroxidação de lipídeos de membranas. Muitas dessas espécies reativas ao oxigênio são formadas quando da metabolização de xenobióticos a um ou mais de seus intermediários reativos (DELGADO, 2006). Vários praguicidas, como organoclorados, (endossulfano) e organofosforados (acefato), exercem efeitos tóxicos envolvendo os radicais livres. A indução do estresse oxidativo (desequilíbrio entre produção e catalisação de radicais livres) e a alteração do sistema antioxidante por carbamatos têm sido mostradas por vários autores, (BRAGUINI, 2005). Apesar dos resultados apresentados pelos inseticidas [imidacloprido + tiodicarbe], acefato e carbofuram, é possível observar que todos os tratamentos apresentaram adequados níveis de germinação ( $\geq 80\%$ ), portanto dentro dos padrões aceitos para comerciali-

**Tabela 2.** Porcentagem de plântulas normais e anormais no teste de germinação das sementes de soja tratadas com diferentes inseticidas.

Tratamentos	Dose (kg de i.a. 100 kg sementes)	Germinação (%)	Plântulas anormais (%)
Testemunha não tratada	-	93,00 a	6,00 b
Tiametoxam	0,175	92,00 a	6,50 b
Fipronil	0,375	93,50 a	6,50 b
Imidacloprido	0,105	93,50 a	7,00 b
Imidacloprido + tiodicarbe	0,450 + 0,135 <sup>1</sup>	90,50 b	9,50 a
Carbofuram	0,525	87,50 b	12,50 a
Acefato	0,750	89,00 b	11,00 a
Média		90,21	6,89
CV (%)		2,89	12,18
F (calculado)		10,07*	3,65*

Médias de tratamentos seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott  $p < 0,05$ . <sup>1</sup>Dose por hectare. \* Significativo pelo teste F ( $\alpha = 0,05$ ). Dados transformados arco seno da raiz quadrada.

**Tabela 3.** Índice de velocidade de emergência, comprimento da radícula e de plântulas de soja oriundas de sementes tratadas com diferentes inseticidas.

Tratamentos	Dose (kg de i.a. 100 kg sementes)	IVE	Comprimento radícula (cm)	Comprimento plântula (cm)
Testemunha não tratada	-	14,20 a	24,19 a	10,92 a
Tiametoxam	0,175	13,96 a	24,02 a	11,00 a
Fipronil	0,375	14,09 a	23,58 b	10,44 b
Imidacloprido	0,105	14,06 a	23,46 b	10,49 b
Imidacloprido + Tiodicarbe	0,450 + 0,135 <sup>1</sup>	13,74 b	22,82 d	9,33 c
Carbofuram	0,525	13,44 c	21,69 e	7,90 e
Acefato	0,750	13,84 b	23,15 c	8,69 d
Média		13,94	23,39	9,85
CV (%)		2,06	10,21	11,98
F (calculado)		8,54*	20,07*	50,03*

Médias de tratamentos seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott  $p < 0,05$ . <sup>1</sup>Dose por hectare. \* Significativo pelo teste F ( $\alpha = 0,05$ ). Dados transformados arco seno da raiz quadrada.

**Tabela 4.** Porcentagem de plântulas normais, anormais e mortas após o teste de envelhecimento acelerado das sementes tratadas com diferentes inseticidas.

Tratamentos	Dose (kg de i.a. 100 kg sementes)	Plântulas normais (%)	Plântulas anormais (%)	Mortas (%)
Testemunha não tratada		95,33 a	4,66 c	0,00 b
Tiametoxam	0,175	93,33 a	7,33 c	0,66 b
Fipronil	0,375	91,33 a	8,00 c	0,66 b
Imidacloprido	0,105	88,66 a	8,00 c	0,66 b
Imidacloprido + tiodicarbe	0,450 + 0,135 <sup>1</sup>	94,00 a	6,00 c	0,00 b
Carbofuram	0,525	82,00 b	14,00 b	4,00 b
Acefato	0,750	26,66 c	43,33 a	33,33 a
Média		80,54	12,43	4,76
CV (%)		3,97	7,70	24,62
F (calculado)		298,43*	89,22*	23,13*

Médias de tratamentos seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott  $p < 0,05$ . <sup>1</sup>Dose por hectare. \* Significativo pelo teste F ( $\alpha = 0,05$ ). Dados transformados arco seno da raiz quadrada.

zação de sementes de soja no Brasil (BRASIL, 2003).

Os maiores percentuais de plântulas anormais foram obtidos pelas sementes tratadas com os inseticidas [imidacloprido + tiodicarbe], acefato e carbofuram. Segundo Marcos Filho (2005), a incidência de plântulas anormais está diretamente relacionada com o aumento da deterioração das sementes. Observa-se que o tratamento das sementes de soja com carbofuram obteve duas vezes mais plântulas anormais que a testemunha, podendo assim influenciar negativamente a obtenção de um estande adequado e uniforme de plantas.

Quanto ao vigor, determinado pelo índice velocidade de emergência (Tabela 3), constatou-se que não houve diferença significativa entre os inseticidas tiametoxam, fipronil e imidacloprido com relação a testemunha. No entanto, estes tratamentos apresentaram maiores índices de velocidade de emergência (IVE), quando comparados com [imidacloprido + tiodicarbe], acefato e carbofuram. O maior IVE é um indicativo de maior vigor da semente, o que resultará em uma emergência mais rápida e uniforme em nível de campo. Desta forma, pode-se inferir ausência de efeitos danosos no tratamento com os inseticidas tiametoxam, fipronil e imidacloprido para o vigor das sementes de soja, o que garante em nível de campo bom estabelecimento da cultura. Segundo Castro et al. (2008), o tratamento de semente com imidacloprido não ocasionou redução no IVE de sementes de soja. Para o inseticida tiametoxam, Horii e Shetty (2007) verificaram que este pode auxiliar na rota metabólica da pentose fosfato, auxiliando na hidrólise de reservas e aumentando a disponibilidade de energia para o processo de germinação e emergência da plântula, garantido assim uma plântula com arranque inicial mais acentuado, fato não observado no presente ensaio. Grisi et al. (2009), também não evidenciaram alteração no vigor e na emergência das sementes de girassol tratadas com tiametoxam e fipronil.

Por outro lado, observa-se que o inseticida carbofuram apresentou efeito negativo sobre a velocidade de emergência das plântulas, reduzindo assim o vigor das sementes de soja (Tabela 3). A mesma tendência pode ser apresentada pelos inseticidas [imidacloprido + tiodicarbe] e acefato. Godoy et al. (1990), constataram menores porcentagens e velocidade de emergência quando as sementes de milho foram tratadas com inseticida carbofuram. Esta redução no vigor das sementes, novamente pode ser esclarecida devido aos efeitos tóxicos exercidos por estes inseticidas, envolvendo a formação de radicais livres (SOARES E MACHADO, 2007).

Com relação ao comprimento de radícula e de plântula (Tabela 3), é possível observar, que somente o inseticida tiametoxam não diferiu da testemunha, indicando que esse inseticida não apresentou efeito fisiológico sobre as plântulas de soja. Tavares et al. (2007) não encontraram diferença no desenvolvimento do hipocótilo e radícula de plântulas de soja,

submetida a cinco doses de tiametoxam, no tratamento de sementes de soja. Segundo Nunes (2006), o efeito do tiametoxam sobre a germinação da semente produz plantas com maior alongamento da raiz e maior fasciculação, ao mesmo tempo em que se constata maior crescimento da parte aérea, fatos esses não observados no presente ensaio.

Os demais inseticidas apresentaram sensível redução no comprimento de radícula, sendo essa redução de forma acentuada nos tratamentos [imidacloprido + tiodicarbe] e carbofuram. Para comprimento das plântulas, os inseticidas carbofuram e acefato apresentaram maior interferência negativa sobre esta variável. Averigua-se que esses inseticidas apresentaram menor toxicidade ao processo de germinação, emergência e desenvolvimento inicial das plântulas de soja.

Para o teor de água das sementes, determinado antes do teste de envelhecimento acelerado, observou-se variação de até 1,8 pontos percentuais entre os tratamentos, ficando entre 15,5 e 17,3%, e estando dentro da amplitude máxima aceita que é de 1 a 2 pontos percentuais (Marcos Filho, 1999). Segundo Marcos Filho (2005) este fato é importante na execução dos testes, pois considera-se que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e obtenção de resultados consistentes.

Após a realização do teste de envelhecimento acelerado pode-se observar que o teor de água das sementes de soja obteve variação de 4,0% entre os tratamentos, ficando entre 24,3 e 28,3%. Segundo Marcos Filho (2005) variações no teor de água de 3 a 4% são consideradas toleráveis. Os dados de teor de água não foram analisados estatisticamente, servindo apenas para caracterização do teste.

Sementes tratadas com carbofuram e acefato apresentaram menor porcentagem de plântulas normais, quando comparados aos demais tratamentos, denotando assim a interferência negativa destes inseticidas sobre o vigor das sementes de soja (Tabela 4). Os demais tratamentos inseticidas apresentaram percentuais de plântulas normais semelhantes a testemunha, indicando que os inseticidas tiametoxam, fipronil e imidacloprido não prejudicam o vigor das sementes de soja semeadas no dia do tratamento.

Analisando a porcentagem de plântulas anormais (Tabela 4), observa-se que o inseticida acefato apresentou maior incidência de plântulas anormais, o que indica que, pelo menos em laboratório, o tratamento de sementes com este inseticida proporcionou alterações fisiológicas, interferindo negativamente no desenvolvimento inicial das plantas. Os efeitos na qualidade fisiológica das sementes geralmente são traduzidos pelo decréscimo na porcentagem de germinação, no aumento de plântulas anormais e por uma redução de vigor de plântulas (VIEIRA et al., 2000).

Conforme Tabela 4, o tratamento de sementes de soja com o inseticida acefato também apresentou maior porcentagem de plântulas mortas, quando submetido a condições de estresse, evidenciando que

**Tabela 5.** Acúmulo de massa seca, altura de plantas e fitointoxicação apresentadas pelas plantas de soja aos 30 dias após a semeadura.

Tratamentos	Dose (kg de i.a. ha <sup>-1</sup> )	Fitointoxicação 7 DAE (%)	Altura de plan- ta (cm)	Massa seca (g)
Testemunha não tratada		0,0 b	18,40 a	7,13 a
Tiametoxam	0,175	0,9 b	19,30 a	7,51 a
Fipronil	0,375	0,0 b	19,26 a	7,01 a
Imidacloprido	0,105	0,7 b	19,20 a	7,71 a
Imidacloprido + tiodicarbe	0,450 + 0,135 <sup>1</sup>	2,3 b	17,60 b	6,18 a
Carbofuram	0,525	7,9 a	17,76 b	6,20 a
Acefato	0,750	3,2 b	17,00 b	6,40 a
Média		1,66	18,06	7,47
CV (%)		27,24	3,48	7,72
F (calculado)		26,19*	18,54*	3,28*

Médias de tratamentos seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott  $p < 0,05$ . <sup>1</sup>Dose por hectare. \* Significativo pelo teste F ( $\alpha = 0,05$ ). Dados transformados arco seno da raiz quadrada.

esse tratamento pode causar estande desuniforme e de baixo vigor. Conforme Marcos Filho (2005) os decréscimos da viabilidade e do vigor podem ser atribuídos às danificações nas membranas dos mitocôndrios, promovendo decréscimo da respiração aeróbica e da produção de ATP e acréscimos de etanol, que constituem importantes indicadores da intensidade da respiração e disponibilidade de energia para o processo de germinação. Assim, além da perda da compartimentalização celular, a desintegração do sistema de membranas, causada por algum fator externo (neste caso o tratamento com o inseticida acefato), promovem descontrole do metabolismo e das trocas de água e solutos entre as células e o meio exterior, determinando a queda da viabilidade da semente.

Em condição de casa de vegetação (Tabela 5), observou-se que o inseticida carbofuram promoveu maior sintomas de fitotoxicidade as plantas de soja. Apesar da leve clorose, das folhas e necrose nos cotilédones observado aos 7 dias após a emergência (DAE), os sintomas não evoluíram, desaparecendo completamente aos 14 e 21 DAE (dados não apresentados), indicando a grande capacidade de recuperação da espécie. Segundo Moterle et al. (2009) a simples utilização de práticas culturais como o melhor posicionamento do adubo em relação a semente pode contribuir para o melhor desempenho da cultura da soja, favorecendo a recuperação em relação a determinados tipos de estresse.

Em relação à altura de plantas (Tabela 5), os tratamentos tiametoxam, fipronil e imidacloprido apresentaram semelhantes resultados quando comparados a testemunha. Entretanto as plantas oriundas das sementes tratadas com [imidacloprido + tiodicarbe], carbofuram e acefato obtiveram redução significativa para essa variável.

Embora tenham sido constatadas algumas alterações em relação ao vigor, fitointoxicação e altura de plantas, não foram observadas diferenças

significativas para acúmulo de massa seca da parte aérea das plantas de soja obtidas aos 30 dias após a semeadura.

## CONCLUSÕES

O tratamento com os inseticidas tiametoxam, fipronil e imidacloprido proporciona adequada qualidade fisiológica de sementes de soja, não interferindo negativamente no desenvolvimento inicial das plantas;

Os inseticidas [imidacloprido + tiodicarbe], acefato e carbofuram prejudicam a germinação e o vigor de sementes de soja, principalmente em condições de estresse;

Em condições controladas (cultivo em casa de vegetação) o acúmulo de massa seca durante o desenvolvimento inicial das plantas de soja não é afetado pelos tratamentos avaliados.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, F. R. et al. Efeito do controle químico da mosca-branca na incidência do vírus-do-mosaico-dourado e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 1, p. 879-883, 2002.
- BARROS, R. G.; BARRIGOSI, J. A. F.; COSTA, J. L. S. Efeito do armazenamento na compatibilidade de fungicidas e inseticidas, associados ou não a um polímero no tratamento de sementes de feijão. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 3, p. 459-465, 2005.
- BITTENCOURT, S. R. M. et al. Desempenho de sementes de milho tratadas com inseticidas sistêmicos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 86-93, 2000.



- BRAGUINI, W. L. **Efeitos da deltametrina e do glifosato, sobre parâmetros do metabolismo energético mitocondrial, sobre membranas artificiais e naturais e experimentos *in vivo***. Curitiba: UFP, 2005. 191 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- BRASIL. Lei nº 10.711, de 05 de agosto de 2003. Dispõe sobre o sistema nacional de sementes e mudas e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 05 ago. 2003.
- CASTRO, G. S. A. et al. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 10, p. 1311-1318, 2008.
- CRUZ, I. Efeito do tratamento de sementes de milho com inseticidas sobre o rendimento de grãos. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 25, n. 2, p. 181-189, 1996.
- DELGADO, E. H. B. **Disfunção respiratória mitocondrial e estresse oxidativo após exposição crônica ao malathion**. 2006. 55 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2006.
- FESSEL, S. A.; MENDONÇA, E. A. F.; CARVALHO, R. V. Efeito do tratamento químico sobre a conservação de semente de milho durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 25-28, 2003.
- GRISI, P. U. et al. Qualidade das sementes de girassol tratadas com inseticidas e fungicidas. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 4, p. 28-36, 2009.
- GODOY, J. R. 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.
- HORII, P. M.; SHETTY, K.. Enhancement of seed vigour following insecticide and phenolic elicitor treatment. **Bioresource Technology**, v. 98, n. 3, p. 623-632, 2007.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.
- MARCOS FILHO, J.; NOVEMBRE, A. D. C.; CHAMMA, H. M. C. P. Testes de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação do vigor de sementes de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 421-426, 2001.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. p. 317-322.
- MARTINS, G. M. et al. Inseticidas químicos e microbianos no controle da lagarta-do-cartucho na fase inicial da cultura do milho. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 170-174, 2009.
- MENTEN, O. J. Tratamento de sementes no Brasil. **Revista Seed News**, Pelotas, v. 1, n. 5, p. 30-32, 2005.
- MOTERLE, L. M. et al. Influência da adubação com fósforo e potássio na emergência das plântulas e produtividade da cultura da soja. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 256-265, 2009.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C. VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, cap. 3, p. 1-24.
- NUNES, J. C., Bioativador de plantas. **Revista Seeds News**, Pelotas, v. 3, n. 5, p. 30-31, 2006.
- PESKE, S. Cresce a percepção do valor da semente. **Revista Seeds News**, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 8-9, 2007.
- REICHERT, J. L.; COSTA, E. C. Desfolhamentos contínuos e seqüenciais simulando danos de pragas sobre a cultivar de soja BRS 137. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 1, p.1-6, 2003.
- SOARES, A. M. S.; MACHADO, O. L. T. Defesa de plantas: sinalização química e espécies reativas de oxigênio. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 1, n. 1, p. 9-19, 2007.
- OLIVEIRA, L. J.; CRUZ, I. Efeito de diferentes inseticidas e dosagens na germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 578-585, 1986.
- TAVARES, S. et al. Avaliação dos efeitos fisiológicos de thiametoxan no tratamento de sementes de soja. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 82, n. 1, p. 47-54, 2007.
- VIEIRA, A. R. et al. Alterações fisiológicas e enzimáticas em sementes dormentes de arroz armazenadas em diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 53-61, 2000.