

## AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997

v.6, n.2, p.215-222, abr.-jun., 2011

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI:10.5039/agraria.v6i2a939

Protocolo 939 - 12/05/2010 \*Aprovado em 10/03/2011

Lilian G. de M. Dan<sup>1,3</sup>

Hugo A. Dan<sup>1,4</sup>

Alessandro de L. e Braccini<sup>1,5</sup>

Leandro P. Albrecht<sup>2</sup>

Thiago T. Ricci<sup>1</sup>

Gleberson G. Piccinin<sup>1</sup>

# Desempenho de sementes de soja tratadas com inseticidas e submetidas a diferentes períodos de armazenamento

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho fisiológico de sementes de soja armazenadas sob tratamento com inseticidas. Para tanto, as sementes de soja da cultivar M-SOY 6101 foram submetidas a quatro períodos de armazenamento (0, 3, 5 e 7 dias após o tratamento) e sete inseticidas. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 7, com quatro repetições. As sementes foram tratadas com os inseticidas thiamethoxam, fipronil, imidacloprid, imidacloprid + thiodicarb, acefato e uma testemunha, sem tratamento. As variáveis analisadas foram: germinação, velocidade de emergência, comprimento de raiz e de plântula, redução de matéria seca e porcentagem de plântulas normais no teste de envelhecimento acelerado. A aplicação dos inseticidas carbofuran, acefato, imidacloprid e imidacloprid + thiocarb é prejudicial à qualidade fisiológica das sementes de soja, cultivar M-SOY 6101, armazenadas por um período de até 7 dias. As sementes de soja tratadas com os inseticidas thiamethoxam e fipronil alcançaram níveis adequados de germinação e vigor, independentemente do período de armazenamento.

**Palavras-chave:** Armazenagem, germinação, tratamento de sementes, vigor.

## Performance of soybean seeds treated with insecticides and subjected to different storage periods

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the physiological performance of soybean seeds stored under treatment with insecticides. The seeds of the cultivar M-SOY 6101 were subjected to four storage periods (0, 3, 5 and 7 days after treatment) and seven insecticides. The experimental design was completely randomized in a 4 x 7 factorial scheme with four replications. The seeds were treated with the insecticides thiamethoxam, fipronil, imidacloprid, imidacloprid + thiodicarb, acephate and a control without treatment. The analyzed variables were: germination, emergence speed, root and seedling length, dry matter reduction and normal seedlings percentage in the accelerated aging test. The application of the insecticides acephate, carbofuran, imidacloprid and imidacloprid + thiodicarb is harmful to the physiological quality of soybean seeds, cultivar M-SOY 6101, stored for a period up to seven days. Soybean seeds treated with the insecticides thiamethoxam and fipronil reached proper germination and vigor levels, regardless of the storage period.

**Key words:** Storage, germination, seeds treatment, vigor.

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Maringá, Avenida Colombo, Bloco J45, Zona 07, CEP 87020-900, Maringá-PR, Brasil. Fone: (44) 3261-8963. Fax: (44) 3261-8916. E-mail: liliangmdan@yahoo.com.br; halmeidadan@gmail.com; albraccini@uol.com.br; thiagotoshioricci@hotmail.com; guillen.piccinin@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Paraná, Campus de Palotina, Rua Pioneiro, 2153, Jardim Dallas, CEP 85950-000, Palotina-PR, Brasil. Fone: (44) 3211-8560. E-mail: lpalbrecht@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Bolsista de Mestrado do CNPq

<sup>4</sup> Bolsista de Doutorado do CNPq

<sup>5</sup> Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

## INTRODUÇÃO

Dentre os fatores bióticos que interferem no estabelecimento da cultura da soja, está o ataque de diferentes espécies de insetos-praga. Desde a implantação da cultura, a ação de pragas de solo pode causar falhas na lavoura, por estas se alimentarem das sementes após a semeadura, das raízes após a germinação e da parte aérea das plântulas após a emergência, sendo evidente na fase em que a planta em formação está mais suscetível a danos e morte (Baudet & Peske, 2007).

Para evitar possíveis perdas decorrentes das ações de pragas do solo e da parte aérea, tem-se como alternativa o uso preventivo de inseticidas no tratamento de sementes (Silva, 1998). Essa prática vem sendo amplamente adotada, pois confere à planta condições de defesa, possibilitando maior potencial para o desenvolvimento inicial da cultura e contribuindo para a obtenção do estande inicial almejado (Baudet & Peske, 2007).

A semente é um insumo de grande relevância no processo produtivo e sua qualidade é indispensável à implantação de lavouras conduzidas tecnicamente. No entanto, embora o uso de inseticidas no tratamento de sementes seja considerado um dos métodos mais eficientes de utilização deste tipo de defensivo (Gassen, 1996; Ceccon et al., 2004), resultados de pesquisas têm evidenciado que alguns produtos, quando aplicados às sementes, podem, em determinadas situações, ocasionar redução na germinação destas e na sobrevivência das plântulas, devido ao efeito de fitointoxicação (Oliveira & Cruz, 1986; Kashypa et al., 1994; Nascimento et al., 1996). Reduções significativas de vigor foram provocadas pelo Carbofuran em sementes de milho, após o tratamento e armazenamento por um período de 30 dias (Bittencourt et al., 2000). Sementes de milho tratadas com os inseticidas deltametrina e pirimiphos-methyl, em doses elevadas, conforme Fessel et al. (2003), reduziram a longevidade, o vigor e a velocidade de emergência das plântulas. No tratamento de sementes de milho, reduções no desenvolvimento radicular de plântulas foram provocadas pelo inseticida fipronil (Silveira et al., 2001).

Na cultura da soja, é comum a realização do tratamento de sementes nos momentos que antecedem a semeadura. No entanto, devido às condições climáticas adversas, em muitos

casos, as sementes tratadas são armazenadas por um curto período de tempo para uma posterior utilização, até que as condições se tornem favoráveis para a semeadura. Geralmente, o ambiente de armazenamento também não atende às condições ideais de armazenagem, ou seja, as sementes tratadas são armazenadas em ambientes naturais, expostas eventualmente a altas temperaturas e elevada umidade, podendo assim comprometer seu desempenho fisiológico.

Existe, pois, uma carência de informações concernentes aos possíveis efeitos do tratamento de sementes de soja com inseticidas sobre sua qualidade fisiológica, principalmente quando armazenadas. Alguns problemas foram discutidos por Menten (1996), quanto à utilização de tratamento antecipado.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desempenho fisiológico das sementes de soja tratadas com diversos inseticidas, e armazenadas durante 0, 3, 5 e 7 dias após o tratamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes da Faculdade de Agronomia, da Universidade de Rio Verde (FESURV), Fazenda Fontes do Saber, localizada no município de Rio Verde – GO, com as coordenadas 17° 48' 113 de latitude Sul e 55° 52' 213 de longitude Oeste, e altitude de 760 metros.

As sementes de soja, cultivar M-SOY 6101, produzidas na 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 sementes por tratamento. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 7 com quatro repetições, tendo como fatores quatro períodos de armazenamento (0, 3, 5 e 7 dias após o tratamento das sementes de soja) e sete inseticidas para o tratamento das sementes.

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

**Tabela 1.** Relação dos inseticidas utilizados no tratamento das sementes de soja. Rio Verde, GO. 2009

*Table 1.* List of the insecticides used in the treatment of soybean seeds. Rio Verde, Goiás, Brazil, 2009

Inseticidas	Nome comercial	Dose (g de i.a.) 100 kg <sup>-1</sup> de sementes	Dose (L ou kg p.c.) 100 kg <sup>-1</sup> de sementes
Testemunha não tratada	Testemunha	0	0
Thiamethoxam	Cruiser	175,00	0,25
Fipronil	Standak	37,50	0,15
Imidacloprid	Gaucho	105,00	0,15
Imidacloprid + thiodicarb	CropStar*	45,00 + 135,00*	0,30*
Carbofuran	Furadan	525,00	1,50
Acefato	Orthene	750,00	1,00

\*Dose por hectare

agitado por 2 minutos a fim de homogeneizar a cobertura, com posterior secagem à sombra. Depois, as sementes foram embaladas em sacos de papel unifoliado e armazenadas em uma sala, no laboratório de sementes, em condições ambientais não controladas ( $\pm 28^\circ\text{C}$  e 70% UR). Os testes realizados no laboratório de sementes e em canteiro de areia foram utilizados para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes de soja. A metodologia dos testes empregados está descrita a seguir:

**Germinação** - realizado em quatro repetições de 50 sementes para cada amostra, colocadas 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  $25^\circ\text{C}$ . As avaliações foram efetuadas conforme as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009) e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

**Velocidade de emergência** - foi conduzido 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 (5º dia) da emergência e momento de estabilização numérica das contagens (10º dia após a instalação). Os resultados foram expressos em índice de velocidade de emergência, conforme Maguire (1962).

**Envelhecimento acelerado** - foi utilizada caixa gerbox com tela metálica horizontal fixada na posição mediana. Foram adicionados 40 mL de água destilada ao fundo de cada caixa gerbox, e sobre 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 do tipo BOD, a  $41^\circ\text{C}$ , onde permaneceram por 48 horas (Marcos Filho, 1999). Após este período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente. Este teste foi realizado apenas no período de zero dias após o tratamento das sementes de soja, devido ao curto período de armazenamento avaliado, objetivando assim apenas a avaliação por ocasião da semeadura no dia do tratamento de sementes. Paralelamente, foi efetuada a determinação do teor de água das sementes antes e após o

envelhecimento, pelo método da estufa a  $105\pm 3^\circ\text{C}/24\text{h}$ .

**Comprimento de raiz e plântula** - cinco amostras de 20 sementes 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  $25^\circ\text{C}$ , por cinco dias (Nakagawa, 1999). Sobre o papel-toalha umedecido foi traçada uma linha no terço superior, na direção longitudinal, em que as sementes foram colocadas de modo a direcionar a micrópila para baixo. O comprimento da raiz primária e das plântulas consideradas normais (Brasil, 2009) foi determinado ao final do quinto dia, com o auxílio de régua milimetrada.

Em casa de vegetação o cultivo ocorreu em vasos com capacidade de  $6\text{ dm}^{-3}$ , preenchidos com subsolo classificado como Latossolo vermelho distroférrico, de textura argilosa, cujas médias das características químicas e físicas do solo foram: pH ( $\text{H}_2\text{O}$ ) 6,8, saturação por bases de 76%,  $5,2\text{ cmolc dm}^{-3}$  de Ca,  $1,9\text{ cmolc dm}^{-3}$  de Mg,  $0,20\text{ cmolc dm}^{-3}$  de K, e  $3,4\text{ g kg}^{-1}$  de matéria orgânica. O solo recebeu uma adubação de manutenção de  $30\text{ kg por ha}^{-1}$  de nitrogênio na forma de (sulfato de amônio),  $60\text{ kg ha}^{-1}$  de potássio na forma de cloreto de potássio e  $100\text{ kg P}_2\text{O}_5\text{ ha}^{-1}$  na forma de superfosfato triplo.

Em casa de vegetação, as sementes foram semeadas a 2,5 cm de profundidade e logo após a emergência foi estabelecido um estande de três plantas por unidade experimental. A coleta dos dados referentes à biomassa seca da parte aérea foi coletada aos 30 dias após a emergência das plântulas. A biomassa seca foi obtida em estufa com ventilação forçada de ar com temperatura controlada a  $65^\circ\text{C}$  por 72 horas.

Todos os dados obtidos foram submetidos à transformação  $\text{arc sen} \sqrt{x}$  para atender os pressupostos da análise de variância, e a análise estatística foi realizada por meio do programa Sisvar (Ferreira, 2000). Foram ajustados modelos lineares de regressão, os quais foram plotados por meio do programa Sigma Plot. Para a variável envelhecimento acelerado as médias significativas foram comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância, com os quadrados médios, para as variáveis: germinação, índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de raiz e de plântulas e biomassa seca da parte aérea (BMS) obtidas em sementes de soja tratadas com inseticidas e submetidas a diferentes períodos de armazenamento

**Table 2.** Summary of the analysis of variance with mean squares for the variables: germination, emergence speed index (IVE), root and seedlings length and shoot dry matter obtained from soybean seeds treated with insecticides and subjected to different storage periods

F.V.	G.L	Germinação	IVE	Comprimento		BMS
				Raiz	Plântula	
Inseticidas	6	104,997*	5,060*	26,901*	29,723*	2421,201*
Período	3	132,734*	6,325*	66,475*	32,403*	193,519*
I x P	18	12,234*	0,638*	6,574*	1,443*	10,719*
Resíduo	84	2,375	1,158	0,922	0,134	4,857
Média		44,21	13,91	21,67	8,70	37,01
CV%		3,58	7,75	24,43	4,25	5,9

\* significativo a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

ns não-significativo pelo teste F.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância (Tabela 2) indicaram que houve diferença significativa a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ) para as variáveis germinação, índice de velocidade de emergência (IVE), comprimento de raiz e plântula e biomassa seca da parte aérea (BMS). Além disso, a interação entre os inseticidas e o período de armazenamento também foi significativa.

Os resultados obtidos com relação à germinação das sementes (Figura 1A) indicaram que, com exceção do thiamethoxam, fipronil e imidacloprid, os tratamentos inseticidas reduziram significativamente a germinação das sementes, no decorrer do armazenamento, em comparação com a testemunha. Tavares et al. (2007) não observaram diferença de germinação e de vigor, quando utilizaram diferentes doses de thiamethoxam no tratamento de sementes de soja. Barros et al. (2001) também não observaram redução da germinação em relação à testemunha quando utilizaram thiamethoxam na cultura do feijão. Os resultados obtidos no presente trabalho corroboram os resultados obtidos naqueles trabalhos.

Com até 3 dias de armazenamento, nota-se que todos os tratamentos inseticidas alcançaram um nível adequado de germinação para as sementes de soja, com porcentagens de germinação acima de 80%, valor mínimo referenciado por Brasil (2005), o que caracteriza ausência de efeitos danosos ou efeitos danosos tolerados sobre esta variável, por ocasião da semeadura até 3 dias após o tratamento das sementes.

Houve redução da porcentagem de germinação das sementes conforme foi aumentando o período de armazenamento, após o tratamento com os inseticidas (Figura 1A), com destaque para o carbofuran e acefato aos 7 dias de armazenamento, os quais condicionaram as sementes percentuais de germinação inferiores a 80%. O acefato foi o inseticida que causou maior redução na germinação das sementes dentro dos períodos de armazenamento, proporcionando uma redução de 3,089 pontos percentuais (pp) na germinação para cada dia em que as sementes ficam armazenadas. Esses resultados indicam que esse inseticida provocou efeito negativo sobre a germinação das sementes de soja, e este efeito aumentou linearmente com o prolongamento do período de armazenamento, conforme também relatado por Oliveira & Cruz (1986), em sementes de milho.

O tratamento de sementes com o inseticida à base de imidacloprid + thiodicarb seguiu a mesma tendência dos resultados obtidos pelo carbofuran e acefato, porém apresentando menor redução na germinação das sementes de soja, quando comparado com estes. É importante lembrar que a germinação é um processo fundamental para garantir um bom estado final de plantas. Assim, sementes de soja armazenadas ou tratadas com o carbofuran ou o acefato podem resultar, por ocasião da semeadura, em falhas no estado de plantas e, por consequência, em reduções no rendimento da cultura.

No entanto, nota-se que no final do período de armazenamento (7 dias) os tratamentos com os inseticidas fipronil, thiametoxam, imidacloprid e imidacloprid + thiodicarb

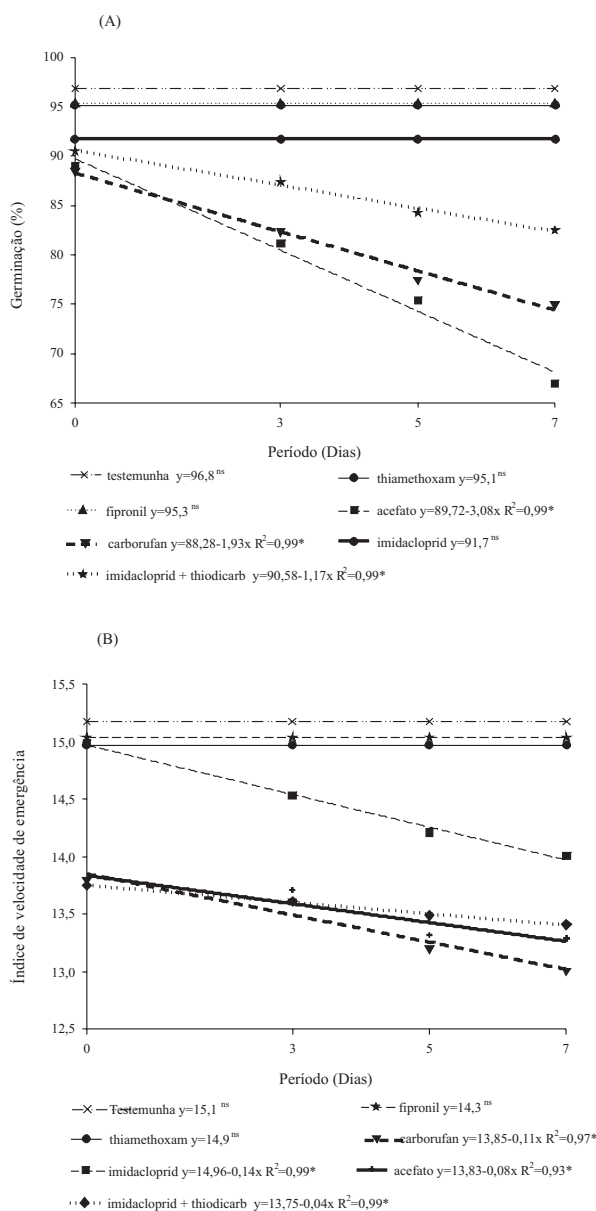


Figura 1. Porcentagem de germinação (A) e índice de velocidade de emergência (B) após os tratamentos com inseticidas em quatro períodos de armazenamento

Figure 1. Germination percentage (A) and emergence speed index (B) after the treatments with insecticides in four storage periods

apresentaram ainda percentuais de germinação acima de 80%.

Quanto ao vigor, determinado pelo índice de velocidade de emergência (IVE) (Figura 1B), observa-se que tanto para a testemunha não tratada quanto para os tratamentos fipronil e thiamethoxam, o IVE não foi afetado pelos respectivos tratamentos, quando submetidos aos períodos de armazenamento. É importante salientar que a velocidade de emergência é um fator preponderante para um rápido estabelecimento das plântulas em condições de campo. Plântulas com maior IVE possuem maior desempenho e, conseqüentemente, maior capacidade de resistir a estresses que por ventura possam interferir no crescimento e no

desenvolvimento da planta. Para Horii et al. (2007), inseticidas como o thiamethoxam podem auxiliar na rota metabólica da pentose fosfato, favorecendo a hidrólise de reservas e aumentando a disponibilidade de energia para o processo de germinação e emergência da plântula. Grisi et al. (2009) também não constataram alteração no vigor e na emergência das sementes de girassol tratadas com thiamethoxam e fipronil.

Nota-se redução no índice de velocidade de emergência (IVE) conforme se aumenta o período de armazenamento, para

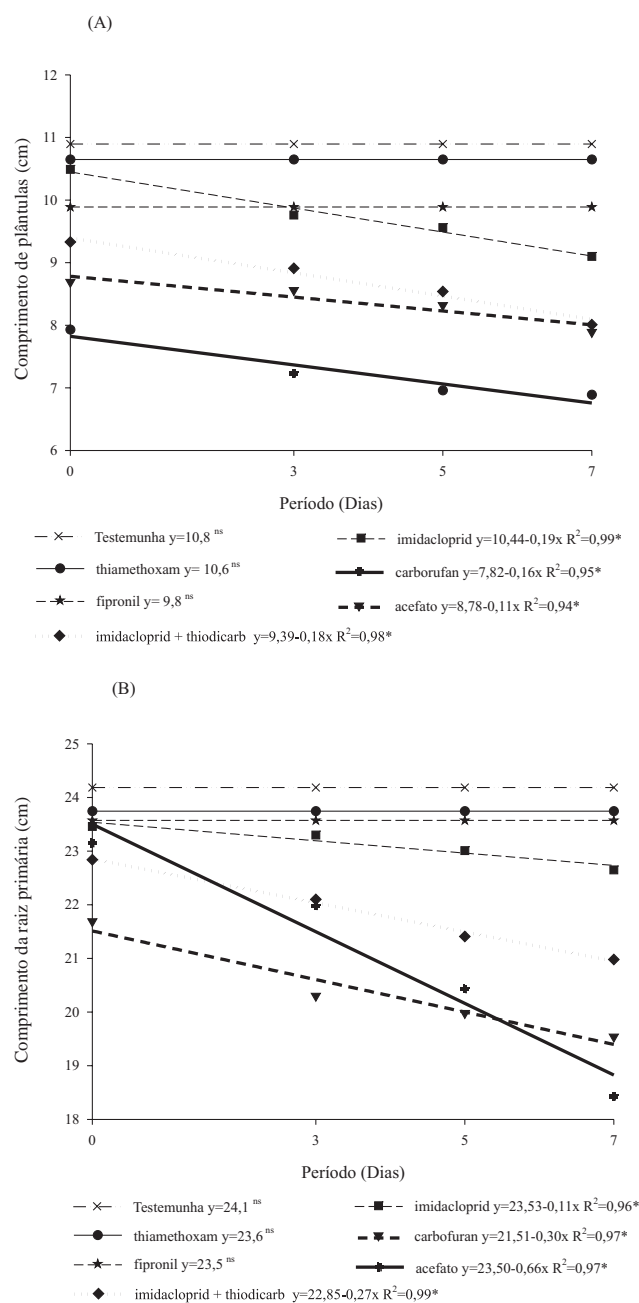


Figura 2. Comprimento de plântulas de soja (cm) (A) e comprimento da raiz primária (cm) (B) após os tratamentos com inseticidas em quatro períodos de armazenamento

Figure 2. Soybean seedling length (cm) (A) and primary root length (cm) (B) after treatments with insecticides in four storage periods

os tratamentos imidacloprid, imidacloprid + thiodicarb, carborufan e acefato. Entretanto, dos tratamentos de sementes avaliados, as sementes tratadas com o inseticida imidacloprid apresentaram maior redução no índice de velocidade de emergência para cada dia de armazenamento, chegando a 0,141 unidade de redução. Todavia, Castro et al. (2008) observaram maior vigor das sementes de soja tratadas com imidacloprid. Bittencourt et al. (2000) também não encontraram efeitos dos inseticidas thiodicarb, imidacloprid + thiodicarb na emergência de plântulas de milho. Contudo, nestes trabalhos, as sementes tratadas não foram armazenadas.

Considerando-se o inseticida carborufan, observa-se taxa de redução de 0,11 % para cada dia em que as sementes foram armazenadas. Tal fato desencadeou redução de 5,8% no IVE em 7 dias de armazenamento.

Quanto ao comprimento das plântulas (Figura 2A), concomitantemente ao observado para porcentagem de germinação e IVE, também não foram observadas reduções nos tratamentos com os inseticidas thiamethoxam e fipronil, durante o período de armazenamento. Tavares et al. (2007) não observaram diferença no desenvolvimento do hipocótilo e raiz primária de plântulas de soja, no tratamento de sementes com cinco doses de thiamethoxam.

Dos tratamentos inseticidas avaliados, o imidacloprid apresentou a maior taxa de redução no comprimento de plântulas de soja, da ordem de 0,191 cm por dia de armazenamento. Na sequência, os inseticidas, imidacloprid + thiodicarb, carborufan e acefato apresentaram reduções de 0,185; 0,152; 0,110 cm a cada dia após o tratamento das sementes, respectivamente. Contudo, em todos os períodos de armazenamento, o tratamento de sementes à base de carborufan apresentou o menor comprimento de plântulas de

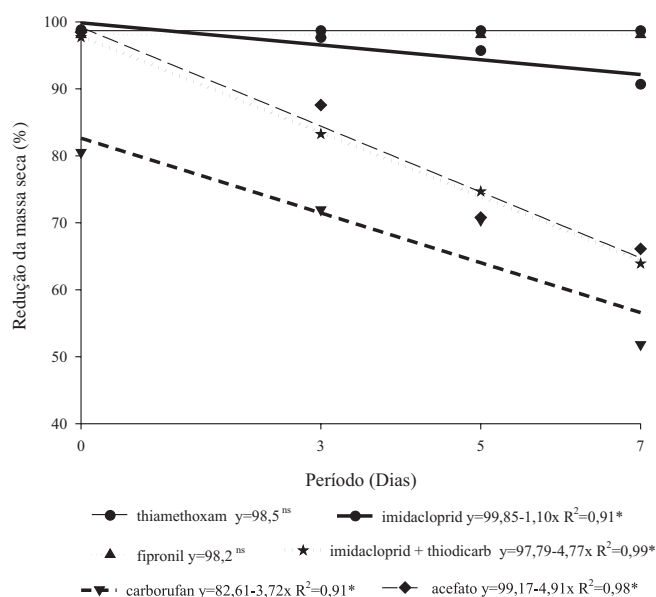


Figura 3. Redução da massa seca da parte aérea de plantas de soja (em relação à testemunha), provenientes das sementes tratadas com os inseticidas em quatro períodos de armazenamento

Figure 3. Shoot dry matter reduction in soybean plants (compared to control) obtained from the seeds treated with insecticides in four storage periods

soja, apresentando-se assim mais fitotóxico para as sementes. Segundo Guimarães et al. (2005), o tratamento das sementes de feijão preto com carbofuran também diminuiu a altura de plântulas.

Os resultados obtidos com relação ao comprimento da raiz primária de plântulas de soja encontram-se na Figura 2B. Com exceção da testemunha, thiamethoxam e fipronil, todos os tratamentos inseticidas influenciaram negativamente o crescimento radicular das plântulas de soja. Este fato ocorreu principalmente quando as sementes tratadas foram armazenadas. Para o thiamethoxam, Nunes (2006) avaliou que o efeito deste inseticida sobre a germinação da semente de soja produz plantas com maior alongamento da raiz e maior fasciculação, ao mesmo tempo em que se constata maior crescimento da parte aérea.

O tratamento acefato apresentou a maior taxa de redução no comprimento da raiz primária com o aumento no período de armazenamento, com reduções chegando a 0,667 cm a cada dia.

Com referência ao acúmulo de matéria seca da parte aérea em relação à testemunha (Figura 3) das plantas em casa de vegetação, observa-se que, com exceção dos tratamentos thiamethoxam e fipronil, os tratamentos causaram redução em relação ao acúmulo de matéria seca da parte aérea. Para o fipronil, Silva & Silva (2009), no tratamento de sementes de milho, encontraram semelhante massa de caule em relação à testemunha, corroborando assim os resultados obtidos neste trabalho.

Assim, ressaltam-se os tratamentos com os inseticidas acefato e imidacloprid + thiodicarb, os quais apresentaram as maiores taxas de reduções no acúmulo de massa da matéria seca a cada dia de armazenamento, na ordem de 4,919 e 4,777 %, respectivamente. Enquanto o inseticida carbofuran, em todos os períodos de armazenamento, apresentou o menor acúmulo de matéria seca, comparado à testemunha. Os efeitos deletérios deste inseticida foram observados mesmo em condições em que a semeadura foi realizada logo após o tratamento de sementes.

Para o tempo zero (Tabela 3), ou seja, quando as sementes de soja foram semeadas no dia da realização do tratamento

inseticida, as sementes tratadas com os inseticidas thiamethoxam, fipronil e imidacloprid mantiveram padrões de germinação semelhante aos encontrados pela testemunha sem tratamento. Resultados semelhantes foram encontrados por Castro et al. (2008), para o inseticida imidacloprid no tratamento de sementes de soja.

Os inseticidas [imidacloprid + thiodicarb], acefato e carbofuran com 90,50, 89,00 e 88,50% de germinação respectivamente, apresentaram percentuais inferiores aos demais tratamentos. Os resultados mostram que todos os tratamentos apresentaram adequados níveis de germinação (>80%), estando, portanto, dentro dos padrões aceitos para comercialização de sementes de soja (Brasil, 2003).

Quanto ao vigor, determinado pelo teste de velocidade de emergência (Tabela 3), constatou-se que não houve diferença significativa entre os inseticidas thiamethoxam, fipronil e imidacloprid com relação à testemunha, para a semeadura no dia do tratamento de sementes. No entanto, estes tratamentos apresentaram maiores Índices de Velocidade de Emergência (IVE), quando comparados com [imidacloprid + thiodicarb], acefato e carbofuran. O IVE é um indicativo de maior vigor da semente, que resultará em uma emergência mais rápida e uniforme em nível de campo. Por outro lado, observa-se que o inseticida carbofuran promoveu efeito negativo sobre a velocidade de emergência das plântulas, reduzindo assim o vigor das sementes de soja (Tabela 3). A mesma tendência foi apresentada pelos inseticidas [imidacloprid + thiodicarb] e acefato.

Com relação ao comprimento de radícula e de plântula (Tabela 3), é possível observar que somente o inseticida thiamethoxam não diferiu da testemunha, mostrando que esse inseticida não apresentou o chamado “efeito fisiológico”. Os demais inseticidas apresentaram sensível redução no comprimento de radícula, sendo essa redução de forma acentuada nos tratamentos [imidacloprid + thiodicarb] e carbofuran. Já para o comprimento das plântulas (Tabela 3), os inseticidas carbofuran e acefato apresentaram maior interferência negativa sobre esta variável, quando as sementes de soja foram semeadas no dia do tratamento inseticida.

**Tabela 3.** Porcentagem de germinação, índice de velocidade de emergência, comprimento da radícula e de plântulas de soja para a semeadura realizada no dia do tratamento inseticida (tempo zero de armazenamento)

**Table 3.** Germination percentage, emergence speed index, radicle and soybean seedlings length for sowings made on the day of the insecticide treatment (zero time of storage)

Tratamentos	Germinação (%)	IVE	Comprimento radícula (cm)	Comprimento plântula (cm)
Testemunha não tratada	93,00a	14,20a	24,19a	10,92a
Thiamethoxam	92,00a	13,96a	24,02a	11,00a
Fipronil	96,50a	14,09a	23,58b	10,44b
Imidacloprid	93,50a	14,06a	23,46b	10,49b
Imidacloprid + thiodicarb	90,50b	13,74b	22,82c	9,33c
Carbofuran	87,50b	13,44c	21,69d	7,90d
Acefato	89,00b	13,84b	23,15c	8,69c
CV%	2,89	2,06	10,21	11,98

Médias de tratamentos não seguidas de mesma letra diferem pelo teste de Scott-Knott  $p < 0,05$ .

**Tabela 4.** Efeito dos tratamentos inseticidas sobre a porcentagem de plântulas normais, anormais e sementes mortas de soja após o envelhecimento acelerado, realizado no dia do tratamento de sementes**Table 4.** Effect of insecticide treatments on the percentage of normal and abnormal soybean seedlings and dead seeds after the accelerated aging, held on the day of the seed treatment

Tratamentos	Dose (kg de i.a. 100 kg <sup>-1</sup> sementes)	Plântulas normais (%)	Plântulas anormais (%)	Sementes mortas (%)
Testemunha não tratada		95,33a	4,66c	0,00b
Thiamethoxam	0,175	93,33a	7,33c	0,66b
Fipronil	0,375	91,33a	8,00c	0,66b
Imidacloprid	0,105	88,66a	8,00c	0,66b
Imidacloprid + thiodicarb	0,450 + 0,135*	94,00a	6,00c	0,00b
Carbofuran	0,525	82,00B	14,00b	4,00b
Acefato	0,750	26,66c	43,33a	33,33a
CV%		3,97	7,70	24,62

Médias de tratamentos não seguidas de mesma letra diferem pelo teste de Scott-Knott p<0,05. \*Dose por hectare

Nos dados obtidos para o teor de água das sementes antes do teste de envelhecimento acelerado, foram obtidas variações de até 1,8 pontos percentuais, ficando entre 15,5 e 17,3 %, estando dentro da amplitude máxima aceita que é de 1 a 2 pontos percentuais (Marcos Filho, 1999). Segundo Marcos Filho et al. (1987), este fato é importante na execução dos testes, pois considera que a uniformização do teor de água das sementes é imprescindível para a padronização das avaliações e para a obtenção de resultados consistentes.

Após a realização do teste de envelhecimento acelerado observou-se que o teor de água das sementes de soja obteve variação de 4,0 pp, ficando entre 24,3 e 28,3%. Segundo Marcos Filho (1999) variações no teor de água de 3 a 4 pp são consideradas toleráveis. Os dados de teor de água não foram analisados estatisticamente, servindo apenas para a caracterização do teste.

Sementes tratadas com carbofuran e acefato apresentaram menor porcentagem de plântulas normais (Tabela 4), quando comparadas aos demais tratamentos, denotando assim a interferência negativa destes inseticidas sobre o vigor das sementes de soja. Os demais tratamentos inseticidas apresentaram percentuais de plântulas normais semelhantes à testemunha, indicando que os inseticidas thiamethoxam, fipronil, imidacloprid e imidacloprid + thiodicarb 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 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 a Tabela 3, o tratamento de sementes de soja com o inseticida acefato também apresentou maior porcentagem de sementes mortas, quando submetido a

condições de estresse, evidenciando que este tratamento pode causar estande desuniforme e de baixo vigor.

É importante salientar que, atualmente, também têm sido utilizados outros produtos no tratamento de sementes como fungicidas, biorreguladores e alguns micronutrientes, sendo assim, há suposições de que possa existir alguma interação com o tratamento inseticida, influenciando por consequência na qualidade fisiológica da semente de soja. Desta forma, são necessárias maiores informações a respeito desta interação e do momento mais adequado para se tratar as sementes.

## CONCLUSÕES

O tratamento de sementes de soja com os inseticidas thiamethoxam e fipronil promove adequados níveis de germinação e vigor, durante todo o período de armazenamento (7 dias).

A aplicação dos inseticidas carbofuran, acefato, imidacloprid e imidacloprid + thiodicarb é prejudicial à qualidade fisiológica das sementes de soja cultivar M-SOY 6101, armazenadas por um período de até 7 dias.

## LITERATURA CITADA

- Barros, R.G.; Yokoyama, M.; Costa, J.L. da S. Compatibilidade do inseticida thiamethoxan com fungicidas utilizados no tratamento de sementes de feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.31, n.2, p.153-157, 2001.
- Baudet, L.; Peske, F. Aumentando o desempenho das sementes. *Seed News*, v.9, n.5, p.22-24, 2007.
- Bittencourt, S.R.M.; Fernandes, M.A.; Ribeiro, M.C.R.; Vieira, R.D. Desempenho de sementes de milho tratadas com inseticidas sistêmicos. *Revista Brasileira de Sementes*, v.22, n.2, p.86-93, 2000.
- 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, 6 ago. 2003.*

- Brasil. Instrução Normativa n.25, de 16 de dezembro de 2005. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 dez. 2005. p.18.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.
- Castro, G.S.A.; Bogiani, J.C.; Silva, M.G.; Gazola, E.; Rosolem, C.A. Tratamento de sementes de soja com inseticidas e um bioestimulante. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.43, n.10, p.1311-1318, 2008.
- Ceccon, G.; Raga, A.; Duarte, A.P.; Siloto, R.C. Efeito de inseticidas na semeadura sobre pragas iniciais e produtividade de milho safrinha em plantio direto. Bragantia, v.63, n.2, p.227-237, 2004. [Crossref](#)
- 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. Anais. São Carlos: UFSCar, 2000. p.255-258.
- Fessel, S.A.; Mendonca, E.A.F.; Carvalho, R.V. Effect of chemical treatment on corn seeds conservation during storage. Revista Brasileira de Sementes, v.25, n.1, p.25-28, 2003. [Crossref](#)
- Gassen, D.N. Manejo de pragas associadas à cultura do milho. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 134p.
- Grisi, P.U.; Santos, C.M.; Fernandes, J.J.; Sá Júnior, A. Qualidade das sementes de girassol tratadas com inseticidas e fungicidas. Bioscience Journal, v.25, n.4, p.28-36, 2009.
- Guimarães, R.N.; Porto, T.B.; Pereira, J.M.; Barbosa, L.A.; Fernandes, P.M.; Costa, R.B.; Barros R.G. Efeito do tratamento de sementes com inseticidas na emergência e altura de plântulas de feijão. In: Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, 8., 2005, Goiânia. Anais. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p.94-99.
- Horii, P.M.; McCue, P.; Shetty, K. Enhancement of seed vigour following insecticide and phenolic elicitor treatment. Bioresource Technology, v.98, n.3, p.623-632, 2007. [Crossref](#)
- Kashyap, R.K.; Chaudhary, O.P.; Sheoran, I.S. Effects of insecticide seed treatments on seed viability and vigour in wheat cultivars. Seed Science and Technology, v.22, n.3, p.503-517, 1994.
- 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. [Crossref](#)
- Marcos Filho, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D.; França Neto, J.B. (Eds.) Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-24.
- Marcos Filho, J.; Cícero, S.M.; Silva, W.R. Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.
- Nakagawa, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D.; França Neto, J.B. (Eds.) Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: ABRATES, 1999. p.1-24.
- Nascimento, W.M.O.; Oliveira, B.J.; Fagioli, M.; Sader, R. Fitotoxicidade do inseticida carbofuran 350 FMC na qualidade fisiológica de sementes de milho. Revista Brasileira de Sementes, v.18, n.2, p.242-245, 1996.
- Nunes, J.C. Bioativador de plantas, Seeds News, v.3, n.5, p.30-31, 2006.
- Oliveira, L.J.; Cruz, I. Efeito de diferentes inseticidas e dosagens na germinação de sementes de milho (*Zea mays* L.). Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.21, n.6, p.578-585, 1986.
- Silva, M.M.; Silva, T.R.B. Qualidade fisiológica de sementes de milho em função do tratamento com inseticidas. Cultivando o Saber, v.2, n.1, p.91-98, 2009.
- Silva, M.T.B. Inseticidas na proteção de sementes e plantas. Seed News, v.2, n.5, p.26-27, 1998.
- Silveira, R.E.; Maccari, M.; Marquezi, C.F. Avaliação do efeito de inseticidas aplicados via tratamento de sementes sobre o desenvolvimento de raízes de milho, na proteção de pragas do solo. In: Reunião Sul-Brasileira sobre Pragas de Solo, 8., 2001, Londrina. Anais. Londrina: Embrapa Soja, 2001. p.246-249.
- Tavares, S.; Castro, P.R.C.; Ribeiro, R.V.; Aramaki, P.H. Avaliação dos efeitos fisiológicos de thiametoxan no tratamento de sementes de soja. Revista de Agricultura, v.82, n.1, p.47-54, 2007.
- Vieira, A.R.; Vieira, M. das G. G. C.; Oliveira, J.A.; Santos, C.D. Alterações fisiológicas e enzimáticas em sementes dormentes de arroz armazenadas em diferentes ambientes. Revista Brasileira de Sementes, v.22, n.2, p.53-61, 2000.