BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO

186

ISSN *1679-0154*
Junho / 2019

Eficiência de Inseticidas Alternativos para Controle do Caruncho-do-milho

Embrapa

ISSN *1679-0154*
Junho/2019

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Milho e Sorgo
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO 186

Eficiência de Inseticidas Alternativos para Controle do Caruncho-do-milho

Marco Aurélio Guerra Pimentel
Ivênio Rubens de Oliveira
Walter José Rodrigues Matrangolo
Deyse Kele Silva Fernandes
Gabrielle Cecília Pereira Ramos

Embrapa Milho e Sorgo
Sete Lagoas, MG
2019

Esta publicação está disponível no endereço:
https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes

Embrapa Milho e Sorgo
Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
www.embrapa.br/fale-conosco/sa

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo
Elena Charlotte Landau

Membros
Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia Maria Borges Damasceno, Maria Lúcia Ferreira Simeone, Roberto dos Santos Trindade e Rosângela Lacerda de Castro

Revisão de texto
Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica
Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

Tratamento das ilustrações
Tânia Mara Assunção Barbosa

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Tânia Mara Assunção Barbosa

Foto da capa
Marco Aurélio Guerra Pimentel

1ª edição
Publicação digitalizada (2019)

Todos os direitos reservados.
A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Nome da unidade catalogadora

Eficiência de inseticidas alternativos para controle do caruncho-do-milho / Marco Aurélio Guerra Pimentel... [et al.]. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2019.
19 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 186).

1. Praga de produto armazenado. 2. *Sitophilus zeamais*. 3. Controle químico. 4. Toxidez. I. Pimentel, Marco Aurélio Guerra. II. Oliveira, Ivênio Rubens de. III. Matrangolo, Walter José Rodrigues. IV. Fernandes, Deyse Kele Silva. V. Ramos, Gabrielle Cecília Pereira. VI. Título. VII. Série.

CDD 632.9 (21. ed.)

Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

© Embrapa, 2019

Sumário

Resumo 4

Abstract 6

Introdução.....7

Material e Métodos 8

Resultados e Discussão 12

Conclusões.....17

Referências 17

Eficiência de Inseticidas Alternativos para Controle do Caruncho-do-milho

Marco Aurélio Guerra Pimentel[1]
Ivênio Rubens de Oliveira[2]
Walter José Rodrigues Matrangolo[3]
Deyse Kele Silva Fernandes[4]
Gabrielle Cecília Pereira Ramos[5]

Resumo – O controle do caruncho-do-milho, *Sitophilus zeamais*, é comumente realizado utilizando-se inseticidas convencionais residuais, como os inseticidas dos grupos químicos piretroides e organofosforados. Na agricultura familiar e mesmo em grandes unidades armazenadoras, as falhas de controle e a busca por inseticidas menos agressivos ao ambiente e com resíduo que não contamine o produto são demandas recorrentes. O objetivo do trabalho foi avaliar a toxicidade de produtos formulados à base dos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana*, óleo de nim (*Azadiractha indica*) e terra de diatomáceas sobre *S. zeamais,* em comparação com a toxicidade dos inseticidas protetores convencionais. Adultos de *S. zeamais* foram expostos a grãos de milho pulverizados com seis diferentes inseticidas formulados em diferentes doses, por 10, 30 e 100 dias. O inseticida formulado à base de terra de diatomácea apresentou-se eficiente no controle de *S. zeamais*, com mortalidade média superior a 90% após 100 dias de armazenamento dos grãos. O percentual máximo de perda de massa dos grãos foi de 4,5% após 100 de armazenamento nos grãos tratados com o inseticida Boveril, enquanto o menor percentual de perda foi nos grãos tratados com inseticida Actellic. Os tratamentos com maiores percentuais de perda de massa dos grãos apresentaram menor mortalidade média dos insetos. A aplicação de produto formulado à base de terra de diatomáceas representa uma alternativa aos

[1] Eng.-Agrôn., Doutor em Entomologia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo.

[2] Eng.-Agrôn., Doutor em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo.

[3] Eng.-Agrôn., Doutor em Ecologia e Recursos Naturais, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo.

[4] Estudante Ciências Biológicas, Centro Universitário de Sete Lagoas – UNIFEMM.

[5] Biológa, Centro Universitário de Sete Lagoas – UNIFEMM.

inseticidas organo-sintéticos convencionais no manejo integrado de pragas de grãos armazenados.

Termos para indexação: *Sitophilus zeamais*, *Beauveria bassiana*, óleo de nim, terra de diatomáceas, perdas, controle químico, armazenamento de grãos.

Efficiency of Alternative Insecticides for Control of Maize Weevil

Abstract – The maize weevil, *Sitophilus zeamais*, control is commonly performed using conventional residual insecticides, such as insecticides of the pyrethroid and organophosphorus chemical groups. In family farming and even in large storage units, control failures and the search for insecticides less aggressive to the environment and with residues that do not contaminate the product are recurrent demands. The objective of this work was to evaluate the toxicity of formulated products based on the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana*, neem oil (*Azadiractha indica*) and diatomaceous earth on *S. zeamais*, in comparison to the toxicity of conventional protective insecticides. Adults of *S. zeamais* were expose to corn kernels sprayed with six different insecticides formulated at different doses for 10, 30 and 100 days. The insecticide formulated with diatomaceous earth was efficient in the control of *S. zeamais*, with average mortality higher than 90% after 100 days of grain storage. The maximum percentage of mass loss of the grains was 4.5% after 100 days of storage of the grains treated with the Boveril insecticide, while the lowest percentage of loss was in the grains treated with Actellic insecticide. The treatments with higher percentages of mass loss of the grains showed lower average mortality of the insects. Application of a diatomaceous earth product is an alternative to conventional organo-synthetic insecticides in the integrated management of stored grain pests.

Index terms: *Sitophilus zeamais*, *Beauveria bassiana*, neem oil, diatomaceous earth, losses, chemical control, grain storage.

Introdução

A proteção dos grãos de milho durante o armazenamento é importante etapa para a prevenção contra perdas, devido ao ataque de insetos-pragas. As perdas por esse ataque de pragas no milho durante o armazenamento podem chegar a 15% da produção de grãos no Brasil (Santos, 2008), demandando pesquisas no manejo de pragas. Entre as espécies que podem causar danos aos grãos de milho, destaca-se o caruncho-do-milho *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), que é uma espécie polífaga, cosmopolita, que pode infestar os grãos ainda na lavoura, antes da colheita (Rees, 1996; Santos, 2008; Mantovani; Pimentel, 2017).

A principal tática de controle do caruncho-do-milho *S. zeamais* é uso de inseticidas protetores (piretróides e organofosforados) e o tratamento curativo ou expurgo dos grãos com fosfina (White; Leesch, 1996; Guedes et al., 2008; Lorini, 2008). Apesar da eficiência de controle, o uso contínuo destes inseticidas, por mais de quatro décadas, tem resultado na resistência do caruncho-do-milho a inseticidas (Pereira et al., 2009; Pimentel et al., 2008, 2009). Assim, a busca de agentes de controle faz-se necessária para o controle de pragas, oferecendo maior segurança, seletividade, biodegradabilidade, viabilidade econômica e aplicabilidade em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) com baixo impacto ambiental (Guedes et al., 2008; Michereff Filho et al., 2009).

Dentre as alternativas aos inseticidas químicos disponíveis atualmente no mercado destaca-se o uso de agentes de controle biológico como fungos entomopatogênicos (Moore et al., 2000; Batta, 2005; Cherry et al., 2005; Alves et al., 2008; Shams et al., 2011), os inseticidas botânicos, que são formulados a partir de extratos de plantas com ação inseticida, como o nim indiano (Brower et al., 1996; Weaver; Subramanyam, 2000), e os pós inertes, que são inseticidas de ação física, como os produtos formulados à base de terra de diatomáceas (Fields; Muir, 1996; Subramanyam; Roesli, 2000).

O controle de insetos-pragas de grãos armazenados com agentes de controle alternativos aos inseticidas convencionais, apresenta vantagens por não ser poluente ambiental, apresentar baixa toxicidade a humanos, apresentar efeito residual, prolongando a proteção dos grãos armazenados, e possuir potencial de uso para agricultura familiar e de pequena escala que

utiliza os grãos para consumo próprio. A maioria dos inseticidas alternativos disponíveis no mercado pode ser aplicado com equipamentos convencionais, já existentes e de uso cotidiano dos agricultores (Guedes et al., 2008; Michereff Filho et al., 2009), o que facilita a adoção e não onera a produção sem necessidade de aquisição de equipamentos novos.

Ainda são escassos na literatura trabalhos que avaliam a eficácia de produtos comerciais formulados à base destes fungos entomopatogênicos e formulações à base de óleo de nim em aplicação protetora diretamente aos grãos de milho, simulando as aplicações realizadas nas unidades de armazenamento de grãos e sementes. Desta forma, dados atualizados sobre a toxicidade destes produtos à base de fungos, botânicos, além de pó inerte, à base de terra de diatomáceas, podem orientar o produtor quanto a possibilidade de uso como táticas no âmbito do MIP de grãos armazenados, visando reduzir as perdas e manter o produto armazenado com melhor qualidade possível. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a toxicidade de produtos formulados à base dos fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana*, óleo de nim (*Azadiractha indica*) e terra de diatomáceas sobre *S. zeamais,* em comparação com a toxicidade dos inseticidas protetores convencionais.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no laboratório de Pragas de Grãos Armazenados da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. Os bioensaios foram realizados utilizando-se insetos adultos e não sexados de *S. zeamais* (Figura 1) que apresentavam entre sete e dez dias de emergidos, obtidos de uma criação mantida em laboratório, sob temperatura e UR ambiente utilizando milho como substrato alimentar (aproximadamente 13,5% de conteúdo de água).

Os inseticidas alternativos avaliados foram terra de diatomáceas (Insecto®), nas dosagens de 0,5 e 1,0 kg ton^{-1}; óleo de nim (*Azadiractha indica*), produtos Bioneem e Nim-I-Go, nas dosagens de 10 e 20% v/v; Boveril WP PL63 (*Beauveria bassiana*), nas dosagens de 10 e 20 g L^{-1}. Em comparação aos inseticidas alternativos testados foram utilizados bifentrina (Prostore® 25 EC), nas dosagens de 8 e 16 ml ton^{-1}; pirimifós-metílico (Actellic® 500 EC), nas

dosagens de 8 e 16 ml ton^{-1}; e a mistura de ambos (Prostore + Actellic), na dosagem de 32 ml ton^{-1} (Tabela 1) (Brasil, c2003).

Figura 1. Indivíduo adulto de caruncho-do-milho, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel.

As caldas foram preparadas para cada inseticida isoladamente, utilizando água destilada, e os grãos foram tratados via pulverização, utilizando-se atomizador manual, com vazão de calda igual a 20,7 L h^{-1}. O atomizador foi calibrado em teste preliminar, em uma superfície de 1,0 m^2 de área com 10 kg de grãos de milho, ajustando-se o volume de 2,0 mL de calda para cada quilo de grãos de milho, fornecendo volume de calda aplicado de 1,0 L ton^{-1}. Para a pulverização os grãos, de cada tratamento, foram distribuídos uniformemente em uma lona plástica sob superfície plana, de modo a se obter uma camada uniforme.

Após realizar este procedimento, os grãos foram pulverizados a 20 cm de altura da massa de grãos, em local protegido do vento. Após a pulverização os grãos foram homogeneizados por agitação manual, por dois minutos, separados e identificados em embalagens de plástico. Os bioensaios foram realizados utilizando-se frascos de vidro (1,7 L), com cerca de 1,25 kg de grãos de milho e infestados com 70 insetos adultos por frasco. Os grãos do tratamento controle (testemunha) foram submetidos ao procedimento descrito anteriormente aplicando-se de água destilada sem inseticida.

As avaliações de mortalidade foram realizadas aos 10, 30 e 100 dias após a infestação, contando-se o número de insetos mortos em cada tratamento. O peso volumétrico e o conteúdo de água dos grãos de milho foram determinados antes da infestação com os insetos adultos e ao final do período de avaliação (100 dias de armazenamento). Os dados obtidos de peso volumétrico, inicial e final, foram corrigidos para conteúdo de água de 13%. Após a correção dos valores de peso volumétrico foi estimado o percentual de perda de peso para cada tratamento. O percentual médio de conteúdo de água nos grãos inicial foi de 16,9%, variando de 15,3% a 18,8%, enquanto o percentual médio de conteúdo de água nos grãos, ao final dos 100 dias de armazenamento foi de 13,6%, com variação entre 11,8% a 14,9%.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial, composto de quatorze tratamentos (Tabela 1), três períodos de exposição e quatro repetições. Os dados de mortalidade dos insetos foram corrigidos pela mortalidade apresentada na testemunha e em seguida foram submetidos à análise de variância por intermédio do programa SAS (Sas Institute, 2002). Os dados de peso volumétrico e perda de peso foram submetidos à análise de variância e as médias de perda de peso foram submetidos ao teste Tukey ($p<0,05$), todos os testes e análises por intermédio do programa SAS (Sas Institute, 2002). Os dados de mortalidade, aos 10, 30 e 100 dias, e os dados de peso volumétrico foram correlacionados com os valores de perdas de peso ($p<0,05$) por intermédio do programa PAST (Hammer et al., 2001).

Tabela 1. Ingredientes ativos, produtos comerciais, doses, classificação toxicológica e grupo químico dos inseticidas avaliados para controle de *Sitophilus zeamais* em grãos de milho armazenados.

Tratamentos	Ingrediente ativo	Produto comercial (p.c.)	Dose (p.c.)	Classificação Toxicológica	Grupo Químico
1	Bifentrina	Prostore® 25 EC	16 mL ton^{-1}	III Mediamente Tóxico	Piretróide
2	Bifentrina	Prostore® 25 EC	8 mL ton^{-1}	III Mediamente Tóxico	Piretróide
3	Pirimifós-metílico	Actellic® 500 EC	16 mL ton^{-1}	III Mediamente Tóxico	Organofosforado
4	Pirimifós-metílico	Actellic® 500 EC	8 mL ton^{-1}	III Mediamente Tóxico	Organofosforado
5	Pirimifós-metílico + Bifentrina	Actellic® 500 EC + Prostore® 25 EC	16 mL ton^{-1} + 16 mL ton^{-1}		Organofosforado + Piretróide
6	Terra de diatomáceas	Insecto®	1,0 kg ton^{-1}	IV Pouco tóxico	Inorgânico
7	Terra de diatomáceas	Insecto®	0,5 kg ton^{-1}	IV Pouco tóxico	Inorgânico
8	Óleo de nim (*Azadiractha indica*)	Bioneem®	10% v/v	n.i.	Inseticida botânico
8	Óleo de nim (*Azadiractha indica*)	Bioneem®	20% v/v	n.i.	Inseticida botânico
10	Óleo de nim (*Azadiractha indica*)	Nim-I-Go®	10% v/v	n.i.	Inseticida botânico
11	Óleo de nim (*Azadiractha indica*)	Nim-I-Go ®	20% v/v	n.i.	Inseticida botânico
12	Fungo *Beauveria bassiana*	Boveril® WP PL63	10 g L^{-1}	III Mediamente Tóxico	Biológico
13	Fungo *Beauveria bassiana*	Boveril® WP PL63	20 g L^{-1}	III Mediamente Tóxico	Biológico

n.i.=Não informado. Fonte: Brasil (c2003).

Resultados e Discussão

A mortalidade de *S. zeamais* foi significativamente diferente entre os tratamentos (inseticidas), períodos de exposição (tempo) e interação entre os dois fatores (Tabela 2). Os tratamentos com os inseticidas residuais, bifentrina, pirimifós-metílico e a mistura de ambos apresentou 100% de mortalidade já aos 10 dias de avaliação, em todas as repetições, até a última avaliação aos 100 dias. Dessa forma, estes tratamentos foram retirados da análise de variância e das representações gráficas, visto que o objetivo destes tratamentos era a comparação com a eficiência de controle em relação aos tratamentos alternativos.

Tabela 2. Análise de variância em relação a mortalidade de insetos (%) e desdobramento da interação inseticidas x período de exposição.

Fontes de variação	GL	Quadrado médio	F	Pr>F
Inseticidas	8	9659,11	307,33	0,0001
Período de Exposição	2	1383,69	44,03	0,0001
Inseticidas*Período de exposição	16	617,51	19,65	0,0001
Controle*Período de exposição	2	8,45	0,27	0,7650
Terra Diat. 0,5 kg*Período de exposição	2	1645,94	52,37	0,0001
Terra Diat. 1,0 kg*Período de exposição	2	4213,03	134,05	0,0001
Bioneem 10%*Período de exposição	2	268,52	8,54	0,0004
Bioneem 20%*Período de exposição	2	32,67	1,04	0,3583
Nim-I-Go 10%*Período de exposição	2	1,40	0,04	0,9566
Nim-I-Go 20%*Período de exposição	2	41,85	1,33	0,2697
Boveril 10 g L^{-1}*Período de exposição	2	89,71	2,85	0,0634
Boveril 20 g L^{-1}*Período de exposição	2	22,24	0,71	0,4958

Os produtos formulados à base de óleo de nim (*Azadiractha indica*) não apresentaram mortalidade média superior a 30% (Figura 2) e o período de exposição não apresentou interação significativa entre os tratamentos e o tempo, exceto para o tratamento de Bioneem a 10% v/v (Tabela 2). Isto significa que o tempo de exposição dos insetos aos inseticidas não afeta sua mortalidade, no caso do tratamento dos grãos de milho. O produto formulado Bioneem apresentou melhor eficiência na concentração de 10% v/v em relação a concentração superior de 20% v/v, no entanto, em nenhum dos dois tratamentos apresentou mortalidade superior a 30% (Figura 2). O produto formulado Nim-I-Go apresentou baixa eficiência de controle, com mortalidade média inferior a 15%, mesmo no maior período de exposição. Dentre os produtos avaliados o produto formulado Nim-I-Go apresentou a menor eficiência relativa (Figura 2).

O produto à base do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*, Boveril WP PL63, apresentou mortalidade média abaixo de 20%, apresentando baixa eficiência no controle do caruncho-do-milho, *S. zeamais* (Figura 2). O tratamento com Boveril também não apresentou efeito significativo da interação tempo e tratamentos realizados (Tabela 2), ou seja, não houve incremento ou decréscimo na mortalidade com o aumento do tempo de exposição.

Excetuando os inseticidas residuais convencionais, piretróides e organofosforados, o tratamento com melhor eficiência agronômica foi com aplicação de produto à base de terra de diatomáceas (Figura 2). No tratamento com terra de diatomáceas houve interação significativa entre o período de exposição dos insetos aos grãos tratados e os tratamentos, em ambas as doses (Tabela 2). Tal fato pode ser explicado pelo fato do produto ter ação por contato físico entre os insetos e os grãos tratados, assim, quanto maior o tempo de exposição dos insetos maior a mortalidade média (Figura 2). Os períodos de exposição de 30 e 100 dias não apresentaram diferença significativa, pois há sobreposição dos intervalos de confiança para os dois períodos (Figura 2). A maior diferença entre mortalidade média foi entre o período de exposição de 10 dias e 30 dias, o que revela que com 30 dias de exposição os insetos já apresentam mortalidade superior a 90% na dosagem recomendada do produto comercial (1,0 kg ton^{-1}). Assim, o tratamento dos grãos de milho com terra de diatomáceas na dosagem recomendada do

produto comercial (1,0 kg ton^{-1}) foi o tratamento mais eficiente no controle do caruncho-do-milho, *S. zeamais*, em grãos de milho armazenados.

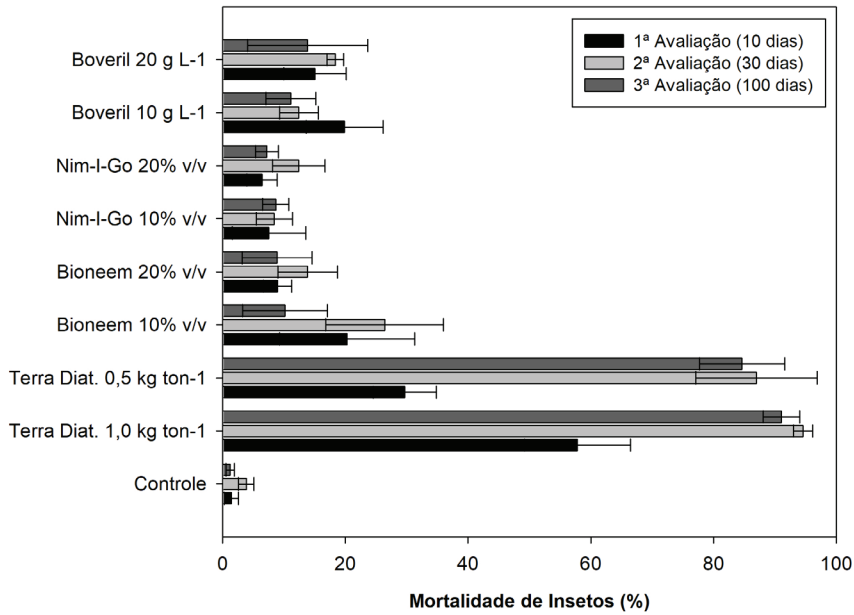

Figura 2. Percentual médio de mortalidade (±EP) de insetos adultos de *Sitophilus zeamais* para os diferentes inseticidas avaliados.

Os pesos volumétrico inicial ($F_{13,55}$=10,75; P<0,0001) e final ($F_{13,55}$=52,43; P<0,0001) dos grãos de milho, nos diferentes tratamentos, variaram significativamente (Figura 3). O peso volumétrico inicial entre os tratamentos variou de 774,1 kg m^{-3} a 732,2 kg m^{-3}, e o peso volumétrico final variou de 766,3 kg m^{-3} a 708,8 kg m^{-3} (Figura 3). A perda de massa dos grãos nos diferentes tratamentos com os inseticidas variou significativamente ($F_{13,55}$=6,00; P<0,0001), sendo observadas as menores perdas nos tratamentos com os inseticidas residuais convencionais e as maiores perdas nos tratamentos com o inseticida Boveril (Figura 4). O percentual médio de perdas variou de 0,6% no tratamento com inseticida Actellic, na dose 16 mL ton^{-1}, a 4,5% no tratamento com o inseticida Boveril, na dose de 10 g L^{-1}, ao final de 100 dias de armazenamento (Figura 4).

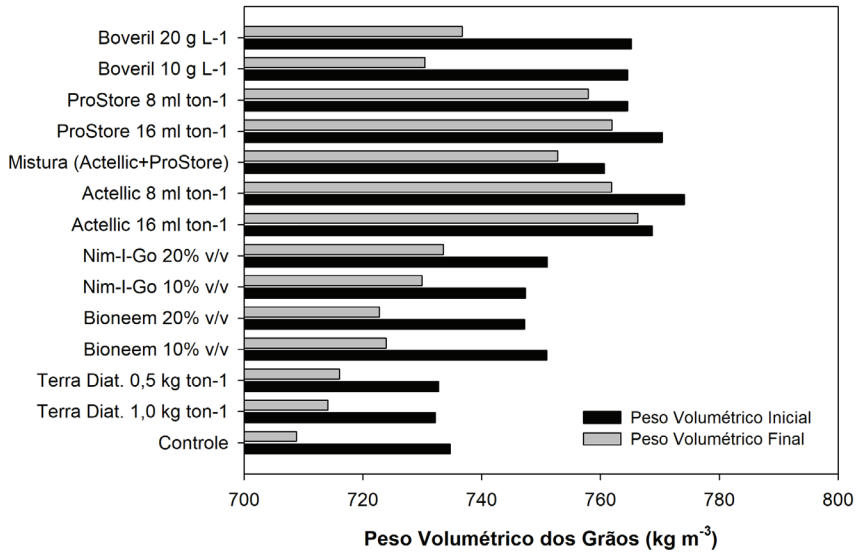

Figura 3. Peso volumétrico (±EP) inicial e final, após 100 dias de avaliação, de diferentes inseticidas avaliados.

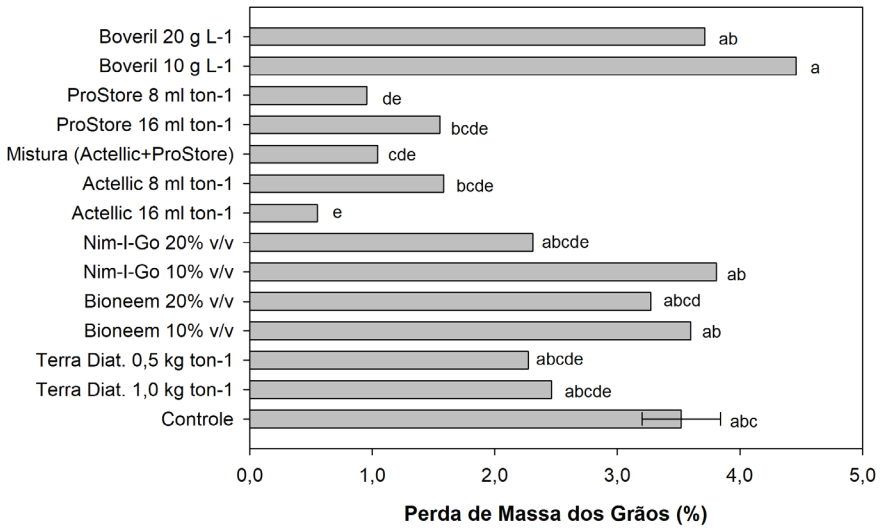

Figura 4. Perda de massa (±EP) dos grãos de milho tratados com os diferentes inseticidas após 100 dias de armazenamento e infestação por *Sitophilus zeamais*. Médias seguidas de mesma letra não diferem ente si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

As análises de correlação entre percentual de perda de massa dos grãos e mortalidade média nos diferentes tratamentos indicam correlação significativa e negativa entre os dois fatores nos três períodos de avaliação, 10 dias (r=-0,8705; P<0,0001), 30 dias (r=-0,8655; P<0,0001) e 100 dias (r=-0,8687; P<0,0001). Estes resultados indicam que quanto menor e eficiência dos inseticidas, menor a mortalidade média e maior o percentual de perda de peso dos grãos, causada pela infestação pelos insetos. Deve-se salientar que as perdas provocadas pelos insetos, além de perda de peso, que pode ser de até 4,5% em 100 dias de armazenamento, podem ser qualitativas reduzindo o padrão comercial do produto, que pode sofrer rejeição de diversos potenciais mercados pela desclassificação do produto por causa do alto índice de infestação. De acordo com a Instrução Normativa n° 60, de 22/12/2011 (Brasil, 2011), que estabelece o regulamento técnico do milho, o percentual máximo de infestação permitido em um lote de milho seria de 4,0% para ser enquadrado como milho tipo 3. Assim, o controle de insetos durante o armazenamento constitui ferramenta fundamental para o sucesso desta etapa, evitando-se perdas que oneram o produtor e que geram um produto de pior qualidade para o consumidor afetando diretamente a segurança alimentar da população.

A aplicação de produtos formulados à base de terra de diatomáceas em grãos de milho pode ser uma alternativa ao MIP de grãos armazenados, pois pode ser aplicado nas condições atuais das estruturas armazenadoras, sem grandes modificações estruturais, e oferece boa proteção por ter eficiência agronômica determinada.

Conclusões

O inseticida formulado à base de terra de diatomácea apresentou-se eficiente no controle de *S. zeamais*, com mortalidade média superior a 90% após 100 dias de armazenamento dos grãos. Estes resultados foram similares aos obtidos com os inseticidas residuais convencionais. O percentual máximo de perda de massa dos grãos foi de 4,5% após 100 de armazenamento nos grãos tratados com o inseticida Boveril, enquanto o menor percentual de perda foi nos grãos tratados com inseticida Actellic. Os tratamentos com maiores percentuais de perda de massa dos grãos apresentaram menor mortalidade média dos insetos.

Referências

ALVES, S. B.; LOPES, R. B.; VIEIRA, S. A.; TAMAI, M. A. Fungos entomopatogênicos usados no controle de pragas na América Latina. In: ALVES, S. B.; LOPES, R. B. (Ed.). **Controle microbiano de pragas na América Latina**. Piracicaba: FEALQ, 2008. p. 69-110.

BATTA, Y. A. Control of the lesser grain borer (*Rhyzopertha dominica* (F.), Coleoptera: Bostrichidae) by treatments with residual formulations of *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin (Deuteromycotina: Hyphomycetes). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 41, n. 2, p. 221-229, 2005.

BRASIL. Instrução Normativa n° 60, de 22 de dezembro de 2011. Estabelece o Regulamento Técnico do Milho. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 246, 23 dez. 2011. Seção 1, p. 3-5.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT**: sistemas de agrotóxicos fitossanitários. Brasília, DF, c2003. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 10 set. 2018.

BROWER, J. H.; SMITH, L.; VAIL, P. V.; FLINN, P. W. Biological control. In SUBRAMANYAN, B.; HAGSTRUM, D. W. **Integrated management of insects in stored products**. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 223-286.

CHERRY, A. J.; ABALOB, P.; HELL, K. A laboratory assessment of the potential of different strains of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin and *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) to control *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) in stored cowpea. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 41, n. 3, p. 295-309, 2005.

FIELDS, P. G.; MUIR, W. E. Physical control. In: SUBRAMANYAN, B.; HAGSTRUM, D. W. **Integrated management of insects in stored products**. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 195-221.

GUEDES, R. N. C.; PICANÇO, M. C.; PEREIRA, E. J. G.; SILVA, E. M.; SILVA, G. A.; SOARES, F. F. Características dos principais grupos de inseticidas e acaricidas. In: ZAMBOLIM, L.; PICANÇO, M. C.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; JESUS JÚNIOR, W. C. (Ed.). **Produtos**

fitossanitários (fungicidas, inseticidas, acaricidas e herbicidas). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008. p. 489-518.

HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: PAleontological STatistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2001.

LORINI, I. **Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. 2. ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 71 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 73).

MANTOVANI, E. C.; PIMENTEL, M. A. G. Colheita e armazenamento. In: BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. G. (Ed.). **Milho**: do plantio à colheita. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2017. p. 328-356.

MICHEREFF FILHO, M.; FARIA, M.; WRAIGHT, S. P.; SILVA, K. F. A. S. Micoinseticidas e micoacaricidas no Brasil: como estamos após quatro décadas? **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 76, n. 4, p. 769-779, 2009.

MOORE, D.; LORD, J. C.; SMITH, S. M. Pathogens. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. W. (Ed.). **Alternatives to pesticides in stored products IPM**. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 193-227.

PEREIRA, C. J.; PEREIRA, E. J. G.; CORDEIRO, E. M. G.; DELLA LUCIA, T. M. C.; TÓTOLA, M. R.; GUEDES, R. N. C. Organophosphate resistance in the maize weevil *Sitophilus zeamais*: Magnitude and behavior. **Crop Protection**, Guildford, v. 28, n. 2, p. 168-173, 2009.

PIMENTEL, M. A. G.; FARONI, L. R. D'A.; BATISTA, M. D.; SILVA, F. H. Resistance of stored-product insects to phosphine. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 12, p. 1671-1676, 2008.

PIMENTEL, M. A. G.; FARONI, L. R. D'A.; GUEDES, R. N. C.; SOUSA, A. H.; TÓTOLA, M. R. Phosphine resistance in Brazilian populations of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 45, n. 1, p. 71-74, 2009.

REES, D. P. Coleoptera. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. W. (Ed.). **Integrated management of insects in stored products**. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 1-39.

SANTOS, J. P. Controle de pragas durante o armazenamento de milho. In: CRUZ, J. C.; KARAM, D.; MONTEIRO, M. A. R.; MAGALHÃES, P. C. (Ed.). **A cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. p. 257-302.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT User's Guide**: version 8.02. Cary, 2002.

SHAMS, G.; SAFARALIZADEH, M. H.; IMANI, S.; SHOJAI, M.; ARAMIDEH, S. A laboratory assessment of the potential of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Beauvarin®) to control *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) and *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). **African Journal of Microbiology Research**, v. 5, n. 10, p. 1192-1196, 2011.

SUBRAMANYAM, B.; ROESLI, R. Inert dusts. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. W. (Ed.). **Alternatives to pesticides in stored products IPM**. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 321-380.

WEAVER, D. K.; SUBRAMANYAM, B. Botanicals. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. W. (Ed.). **Alternatives to pesticides in stored products IPM**. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 303-320.

WHITE, N. D. G.; LEESCH, J. G. Chemical control. In: SUBRAMANYAN, B.; HAGSTRUM, D. W. **Integrated management of insects in stored products**. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 287-330.

Embrapa

Milho e Sorgo

BOLETIM DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO 186

Embrapa

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

PÁTRIA AMADA BRASIL GOVERNO FEDERAL

CGPE 15293

Embrapa