

EFEITO RESIDUAL DE INSETICIDAS NATURAIS NO CONTROLE DE *SITOPHILUS ZEAMAI* MOTS. EM MILHO ARMAZENADO.

Rodrigo Leandro Braga de Castro Coitinho

Doutorando em Entomologia Agrícola, Dpto. Agronomia-Área Fitossanidade, UFRPE. Recife-PE, 52171-900.

E-mail: rodrigo_lbc@yahoo.com.br

José Vargas de Oliveira

Professor Dpto. Agronomia-Área Fitossanidade, UFRPE. Recife-PE, 52171-900. E-mail:

vargasoliveira@uol.com.br

Manoel Guedes Corrêa Gondim Junior

Professor Dpto. Agronomia-Área Fitossanidade, UFRPE. Recife-PE, 52171-900. E-mail: mguedes@ufrpe.br

Cláudio Augusto Gomes da Câmara

Professor Dpto. Química, UFRPE. Recife-PE, 52171-900. E-mail: camara@ufrpe.br

RESUMO – Testou-se o efeito residual de pós de cravo-da-Índia (*Syzygium aromaticum* L.), pimenta branca (*Piper nigrum* L.), nim (*Azadirachta indica* A. Juss) e dióxido de sílica e dos óleos de nim, eucalipto (*Eucaliptus globulus* Labill. e *Eucaliptus citriodora* Hook.), eugenol, andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), alecrim (*Lippia gracillis* HBK.), cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) e pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.), no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. em milho armazenado. Os pós foram testados na concentração de 1Kg/t em parcelas de 50g de milho e os óleos na dose de 50µL em 20g. A infestação das parcelas foi efetuada com 20 e 8 adultos (machos e fêmeas) de *S. zeamais* com 0 a 15 dias de idade, nos experimentos com pós e óleos, respectivamente. Dióxido de sílica proporcionou mortalidade de 46,7, 38,3 e 37,5%, nos períodos inicial (logo após o tratamento com os pós ou óleos) e aos 60 e 120 dias de armazenamento, respectivamente, e a mortalidade provocada pelos outros pós foi inexpressiva. Dióxido de sílica nos três períodos de armazenamento foi quem mais reduziu a emergência de adultos. No período inicial de armazenamento, todos os óleos ocasionaram mortalidade de *S. zeamais* acima de 79% e aos 60 e 120 dias, a mortalidade foi inferior a 2,5%. A emergência de adultos aumentou com o período de armazenamento, no entanto, aos 120 dias o melhor desempenho foi obtido com os óleos de nim, andiroba, cedro, alecrim e *E. globulus*.

Palavras-chave: Pós vegetais, dióxido de sílica, óleos vegetais, gorgulho do milho, grãos armazenados.

RESIDUAL EFFECT OF NATURAL INSECTICIDES IN THE CONTROL OF *Sitophilus zeamais* MOTS. ON STORED CORN.

ABSTRACT - The residual effect of natural insecticides was evaluated on adults of *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) on stored corn grains. Clove (*Syzygium aromaticum* L.), white pepper (*Piper nigrum* L.), neem (*Azadirachta indica* A. Juss) and silica dioxide powders were tested as well as neem, eucalyptus (*Eucaliptus globulus* Labill and *Eucaliptus citriodora* Hook.), eugenol, andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), rosemary (*Lippia gracillis* HBK.), cedar (*Cedrela fissilis* Vell.) and pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) oils. Powders were tested at concentration of 1kg/t in 50g-corn-plot and the oils at dosage of 50µL in 20g-corn-plot. The plots infestation was accomplished using 20 and 8 adults (males and females) of *S. zeamais* being 0 to 15 days old, respectively, in the experiments with powders and oils. Silica dioxide caused 46.7, 38.3 and 37.5% of mortality, respectively, in the initial (soon after the treatment with the powders or oils) and at 60 and 120 days of storage periods, but the mortality induced by the other powders was inexpressive. In the three studied storage periods, silica dioxide was the more efficient in reducing adults emergency. At the initial storage period, all the oils caused mortality above 79%, however, after 60 and 120 days, mortality was lower than 2.5%. The adult emergency increased as stored period increased, although at 120 days the best performance was obtained using neem, followed by andiroba, cedar, rosemary and *E. globulus* oils.

Key Words: Vegetal powders, silica dioxide, vegetal oils, maize weevil, stored grains.

INTRODUÇÃO

Sitophilus zeamais Mots. (Coleoptera: Curculionidae) é uma das principais pragas do milho e de outros cereais armazenados, provocando perdas de peso, desvalorização comercial, perda no valor nutritivo e diminuição no poder germinativo das sementes (GALLO *et al.*, 2002; LORINI, 2003). O controle químico desta praga é, comumente, efetuado com inseticidas fumigantes e protetores, que apesar de eficazes podem causar intoxicações aos aplicadores, presença de resíduos tóxicos nos grãos e surgimento de populações de insetos resistentes (LORINI, 2003; BENHALIMA *et al.*, 2004). Mais recentemente, novas alternativas de controle de *S. zeamais* vêm sendo estudadas, dentre as quais, a utilização de inseticidas naturais. Diversas pesquisas têm demonstrado a viabilidade do uso de pós e óleos vegetais (LIU e HO, 1999; HAQUE *et al.*, 2000) e substâncias inertes (KORUNIC, 1997; FIELDS e KORUNIC, 2000) no controle de *S. zeamais* e outras pragas de grãos armazenados, devido ao seu efeito, facilidade de obtenção, baixo custo e segurança para aplicadores e consumidores (OLIVEIRA e VENDRAMIM, 1999). O óleo ZP51 obtido de plantas da família *Labiatae* na concentração de 1,4 a 4,5 µL/L de ar, via fumigação, ocasionou 90% de mortalidade de adultos de *Sitophilus oryzae* (L.), *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Rhyzopertha dominica* (F.) e *Tribolium castaneum* (Herbst), após 24 horas de exposição (SHAAYA *et al.*, 1997). As concentrações letais (CL₅₀) do óleo essencial de casca de canela (*Cinnamomum aromaticum* Ness) foram de 0,66 e 0,54 mg/cm², respectivamente, quando se utilizou a técnica de impregnação de papel de filtro, em testes de ação de contato e fumigação (HUANG e HO, 1998).

Obteve-se mortalidade total de adultos de *S. oryzae* em grãos de trigo tratados com pós de sementes de nim (*Azadirachta indica* A. Juss) na concentração de 10% (NIBER, 1994). Pós de raiz de *Dicoma sessiflora* (Mutisieae) nas concentrações de 1 e 2%, também, foram efetivos no controle desta praga em trigo (CHIMBE e GALLEY, 1996).

Pós inertes, provenientes de minerais extraídos de rochas, quando misturados aos grãos armazenados provocam a absorção da camada de cera da cutícula de insetos causando a morte por dessecação (LORINI, 2001). A terra de diatomáceas obtida de algas fossilizadas possui como principal ingrediente ativo o dióxido de sílica (BANKS e FIELDS, 1995). Esta substância

tem capacidade de desidratar os insetos-praga, matando-os em um período variável de um a sete dias. Trata-se de produto, que apesar da elevada persistência residual, tem baixa toxicidade para mamíferos (FIELDS e KORUNIC, 2000). Grãos de trigo tratados com terra de diatomáceas (Protect-it), na concentração de 10,5 mg/35g de trigo provocaram mortalidade de 95% de adultos de *O. surinamensis*, após três dias de exposição (ARTHUR, 2001). A suscetibilidade de adultos de *S. oryzae* em grãos de trigo tratados com terra de diatomáceas também foi observada (ARTHUR, 2002). Assim, objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de inseticidas naturais no controle de *S. zeamais* em grãos de milho armazenados.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Entomologia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), em Recife, PE.

Criação de *S. zeamais*.

Os insetos foram criados à temperatura de 25,7 ± 1,48 °C, umidade relativa de 71,9 ± 4,79%, registradas em termohigrógrafo, e fotofase de 12 horas, em grãos de milho *Zea mays* L. cv. Sertanejo, acondicionados em recipientes de vidro, fechados com tampa plástica perfurada, revestida internamente com tecido fino para permitir as trocas gasosas. O confinamento dos insetos foi efetuado durante 15 dias para realizarem a postura, em seguida foram retirados, e os recipientes estocados até a emergência da geração F₁. Este procedimento foi efetuado por sucessivas gerações, de modo a assegurar a quantidade de adultos necessários para a execução dos experimentos.

Eliminação da Infestação e Equilíbrio da Umidade dos Grãos.

Grãos de milho limpos e secos, utilizados para a criação e experimentos, foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em freezer sob temperatura de -10 °C, durante sete dias, para eliminação de eventuais infestações de insetos provenientes do campo. Após a retirada do freezer, os grãos foram transferidos para frascos de vidro e mantidos no laboratório à temperatura ambiente durante 10 dias com a finalidade de atingirem o equilíbrio higroscópico.

Obtenção dos Inseticidas Naturais.

Os produtos naturais utilizados nos experimentos constam na Tabela 1. cv. Híbrido Vencedor AL-25, empregando-se a dose de 50µL/20g. A mistura foi feita utilizando-

Tabela 1. Inseticidas naturais utilizados no controle de *S. zeamais* em milho armazenado.

| Inseticida natural | Procedência |
|---|--|
| PÓS | |
| Cravo-da-Índia (<i>Syzygium aromaticum</i>) | Yoki Alimentos S.A |
| Pimenta branca (<i>Piper nigrum</i>) | Éffem Brasil Inc. e Cia |
| Insecto (Dióxido de sílica) | Casa Bernardo LTDA |
| Nim (<i>Azadirachta indica</i>) | EMBRAPA Semi-Árido |
| ÓLEOS | |
| Eucalipto (<i>Eucalyptus citriodora</i>) | TUW-IND.COM LTDA |
| Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>) | Amazon-ervas LTDA. |
| Eugenol | Super Dentária Napoleão LTDA. |
| Cedro (<i>Cedrela fissilis</i> .) | L'essence |
| Pequi (<i>Caryocar brasiliense</i> .) | Amonex do Brasil IND. COM. LTDA |
| Alecrim (<i>Lippia gracillis</i>) | Laboratório de Produtos Naturais Bioativos-UFRPE |
| Andiroba (<i>Carapa guianensis</i>) | Amazon-ervas LTDA. |
| Nim (<i>Azadirachta indica</i>) | Casa do Nim LTDA. |

Efeito Residual de Pós de Vegetais e de Dióxido de Sílica.

Os pós foram misturados em parcelas de 50g de grãos de milho cv. Híbrido Vencedor AL-25 no interior de recipientes de vidro, fechados com tecido fino e os mesmos agitados manualmente durante dois minutos. Cada parcela foi infestada com 20 adultos (machos e fêmeas) de *S. zeamais* com 0 a 15 dias de idade. Os recipientes foram mantidos durante o período de estudo à temperatura de $25,7 \pm 1,48$ °C, umidade relativa de $71,9 \pm 4,80\%$ e fotofase de 12 horas.

Decorridos cinco dias do confinamento efetuou-se a contagem dos insetos vivos e mortos, descartando-os em seguida. Os adultos emergidos foram quantificados, diariamente, e descartados a partir do 35º dia do confinamento até o término da emergência (5 dias consecutivos sem emergência).

Efeito Residual de Óleos Vegetais.

Os óleos foram misturados em grãos de milho

se recipientes plásticos, fechados com tecido fino, com o auxílio de pipetador automático e os recipientes agitados manualmente durante dois minutos. Cada parcela foi infestada com 8 adultos (machos e fêmeas) de *S. zeamais* com 0 a 15 dias de idade e mantidos à temperatura de $25,8 \pm 1,45$ °C, umidade relativa de $71,2 \pm 4,13\%$ e fotofase de 12 horas.

Decorridos cinco dias do confinamento, efetuou-se a contagem dos insetos vivos e mortos, descartando-os em seguida. Os adultos emergidos foram quantificados, diariamente, e descartados a partir do 35º dia do confinamento até o término da emergência (5 dias seguidos sem emergência).

Análise Estatística dos Resultados.

Os experimentos foram efetuados em três períodos de armazenamento: período inicial (T0 – logo após o tratamento com os pós ou óleos), 60 (T2) e 120 dias (T4), em delineamento experimental inteiramente casualizado, no esquema fatorial, constando de 5 tratamentos e 6

repetições para os pós e 9 tratamentos e 6 repetições para os óleos. Os resultados das porcentagens de mortalidade e do número de adultos emergidos, no experimento com pós, foram transformados em arco seno $(x / 100)^{0,5}$ e $(x + 1)^{0,5}$, respectivamente, submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P = 0,05$), empregando-se o programa computacional SANEST versão 3.0 (ZONTA *et al.*, 1986). Em relação ao bioensaio com óleos, os resultados de mortalidade foram analisados estatisticamente sem transformação, o número de adultos emergidos transformados em $(x + 1)^{0,5}$ e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($P = 0,05$), empregando-se o programa computacional SANEST versão 3.0 (ZONTA *et al.*, 1986).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito Residual de Pós de Vegetais e de Dióxido de Sílica.

Com exceção do dióxido de sílica, que proporcionou mortalidade de 46,7, 38,3 e 37,5%, nos três períodos de armazenamento, a mortalidade causada pelos outros pós foi inexpressiva (Tabela 2). Não houve diferença estatística na mortalidade entre

armazenados, os insetos ficam expostos aos grãos tratados com dióxido de sílica durante 10 a 15 dias e os autores, comumente, avaliam apenas a mortalidade. Esse composto, normalmente, não provoca mortalidade imediata, permitindo que os insetos sobrevivam por alguns dias até que ocorra a morte por dessecação (LORINI *et al.*, 2001), a exemplo de adultos de *S. oryzae* que expostos por duas semanas em grãos de trigo tratados com dióxido de sílica na concentração de 10,5mg/35g, apresentaram 100% de mortalidade (ARTHUR, 2002). Esses resultados discordam do presente trabalho em relação ao tempo de exposição dos insetos ao dióxido de sílica.

A validação do uso de dióxido de sílica no controle de *Sitophilus* spp. em propriedade familiar, demonstrou a ocorrência de alta mortalidade desse inseto durante 5 e 7 meses de armazenamento do milho, mediante a utilização de armadilhas colocadas no interior do silo para captura dos insetos (LORINI *et al.*, 2001).

A temperatura também influi na eficiência do dióxido de sílica no controle de *Sitophilus* spp. A mortalidade de adultos de *S. oryzae* emergidos de grãos de trigo tratados com dióxido de sílica (Protect-ittm), na concentração de 10,5mg/35g de grãos, variou de 56 a 90% a 22°C e foi superior a

Tabela 2. Porcentagem média (\pm EP) de mortalidade de adultos de *S. zeamais* em grãos de milho tratados com pós de vegetais e dióxido de sílica na concentração de 1Kg/t, em 3 períodos de armazenamento. Temp.: 25,7 \pm 1,48 °C; UR: 71,9 \pm 4,80% e fotofase: 12 horas.

| Tratamento | Período inicial (T0) ¹ | 60 dias (T2) ¹ | 120 dias (T4) ¹ |
|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Dióxido de sílica | 46,7 \pm 10,93 a | 38,3 \pm 6,91 a | 37,5 \pm 6,29 a |
| Piper nigrum | 0,8 \pm 0,83 b | 0,8 \pm 0,83 b | 0,0 \pm 0,00 b |
| <i>Azadirachta indica</i> | 0,8 \pm 0,83 b | 0,0 \pm 0,00 b | 0,0 \pm 0,00 b |
| <i>Syzygium aromaticum</i> | 0,0 \pm 0,00 b | 0,0 \pm 0,00 b | 0,0 \pm 0,00 b |
| Testemunha | 0,0 \pm 0,00 b | 0,0 \pm 0,00 b | 0,0 \pm 0,00 b |

¹Médias seguidas de mesma não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($P = 0,05$). Dados transformados em arco seno $(X / 100)^{0,5}$

os períodos de armazenamento para cada tratamento. A baixa mortalidade provocada pelo dióxido de sílica, provavelmente, foi devido ao período de exposição dos insetos de apenas 5 dias, mesmo assim, esse composto diminuiu significativamente a emergência de *S. zeamais*, durante todo o período de armazenamento. Em outros trabalhos com pragas de grãos

90% a 27 e 32°C (ARTHUR e THRONE, 2003). Em grãos de milho esses autores verificaram uma variação na mortalidade de 4 a 84% dos insetos emergidos sob temperaturas de 22 e 27°C e mortalidade superior a 87% na temperatura de 32°C.

Em relação aos pós de vegetais, que apresentaram mortalidade inexpressiva, o baixo

desempenho pode estar relacionado com a concentração utilizada. Apenas dióxido de sílica se destacou no período inicial de armazenamento e aos 60 e 120 dias, enquanto os demais pós foram ineficazes. No entanto, ressalta-se que na prática, o aumento demasiado da concentração dos pós naturais não deve ser uma prática recomendada devido ao aumento dos custos de controle. Por outro lado, a mortalidade não deve ser considerada um critério único de avaliação do efeito de inseticidas naturais no controle de pragas de grãos armazenados, pois esses compostos podem influir também na biologia e no comportamento dos insetos (OLIVEIRA e VENDRAMIM, 1999).

Embora neste trabalho a pimenta branca não tenha apresentado eficácia em termos de mortalidade, é considerada uma fonte promissora de inseticida natural, sendo seu óleo rico em monoterpenos, sesquiterpenos e piperina (SU, 1977). O pó desta planta na concentração de 1,5 g/100g foi eficiente no controle de *Sitophilus* sp. em arroz (AGUIAR et al., 1994). Outros pós obtidos de plantas também foram eficientes no controle de *S. zeamais*, como *C. ambrosioides* (TAPONDJOU et al., 2002; TAVARES, 2002), demonstrando o potencial desses produtos no controle desta praga.

Houve um aumento na emergência de adultos de *S. zeamais* no milho tratado com os pós vegetais de pimenta branca, cravo-da-Índia e nim, diretamente relacionado com o período de armazenamento (Tabela 3). Dióxido de sílica manteve a melhor eficiência durante os três

os pós de dióxido de sílica e cravo-da-Índia apresentaram emergência de 1,3 e 3,3 insetos, respectivamente, em comparação a 15,2 insetos na testemunha. Aos 60 e aos 120 dias, o melhor desempenho foi alcançado com dióxido de sílica, com 1,5 e 1,8 insetos emergidos, respectivamente. Aos 60 dias ocorreu maior emergência em grãos tratados com cravo-da-Índia do que na testemunha, repetindo-se aos 120 dias com esse pó e pimenta branca. Isto pode estar relacionado com o fenômeno “hormoligose” (do grego *hormon* = estimular, *oligo* = pequenas quantidades) (LUCKEY, 1968), ou seja, concentrações subletais desses pós teriam favorecido o desempenho de *S. zeamais*. Esse comportamento tem sido constatado em experimentos com algumas plantas inseticidas no controle de pragas do feijão armazenado (J.V. OLIVEIRA, informação pessoal).

Segundo Haque et al. (2000), pós de sementes de *Basella alba* L. (Basellaceae), folhas de *Calotropis gigantea* (Linn.) (Asclepiadaceae) e *Operculina turpethum* (Linn.) (Convolvulaceae) a 0,5% reduziram a emergência de adultos de *S. zeamais* em 62, 70 e 95%, respectivamente. Da mesma forma, Belmain et al. (2001) avaliaram o efeito de pós de seis espécies vegetais no controle de *R. dominica*, *Callosobruchus maculatus* (Fabr.), *S. zeamais* e *Prostephanus truncatus* (Horn.), concluindo que *Securidaca longepedunculata* (Fres.) (Polygalaceae) a 5% ocasionou a maior porcentagem de mortalidade, bem como a redução da emergência de adultos.

Segundo Arthur e Throne (2003), grãos de

Tabela 3. Média de adultos emergidos (\pm EP) de *S. zeamais* em grãos de milho tratados com pós naturais na concentração 1Kg/t de grãos, em 3 períodos de armazenamento. Temp.: $25,7 \pm 1,48$ °C; UR: 71,9 \pm 4,80% e fotofase: 12 horas.

| Tratamento | Período inicial (T0) ¹ | 60 dias (T2) ¹ | 120 dias (T4) ¹ |
|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Testemunha | 15,2 \pm 1,94 aA | 13,5 \pm 1,73 bA | 17,7 \pm 1,98 bA |
| <i>Piper nigrum</i> | 10,7 \pm 1,94 abB | 13,2 \pm 2,56 bAB | 19,5 \pm 0,99 abA |
| <i>Azadirachta indica</i> | 8,0 \pm 1,41 abcB | 12,5 \pm 2,28 bAB | 17,5 \pm 3,19 bA |
| <i>Syzygium aromaticum</i> | 3,3 \pm 0,71 bcB | 22,0 \pm 4,47 aA | 27,3 \pm 2,74 aA |
| Dióxido de sílica | 1,3 \pm 0,21 cA | 1,5 \pm 0,43 cA | 1,8 \pm 0,60 cA |

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P = 0,05). Dados transformados em (X + 1)^{0,5}.

períodos de armazenamento. No período inicial, trigo tratados com dióxido de sílica (Protect-it™),

na concentração 9mg/30g de grãos e sob temperatura de 27°C, apresentaram redução de 70 a 80% na emergência de *S. zeamais*. Dióxido de sílica na concentração de 10,5mg/35g de grãos de trigo proporcionou uma elevada redução na emergência de *S. oryzae*. Embora tratando-se de outro cereal, esses resultados concordam com os obtidos no presente trabalho.

Efeito residual de óleos vegetais.

O efeito inseticida de óleos vegetais na dose de 50µL/20g de grãos de milho sobre adultos de *S. zeamais* decresceu com o período de armazenamento (Tabela 4). No período inicial, os óleos de *E. globulus*, eugenol, alecrim, nim e pequi ocasionaram 100% de mortalidade,

de grãos armazenados. O óleo de soja na dose de 1mL/100g de grãos foi eficiente no controle de *Sitophilus* sp. em grãos de arroz, no período de 72 dias de armazenamento (AGUIAR *et al.*, 1994). O óleo essencial de *Chamaecyparis obtusa* Siebold et Zuccarni (Cupressaceae), quando impregnado em papel de filtro na dose de 0,26 mg/cm², causou 80% de mortalidade em adultos de *S. oryzae*, após 48 horas de exposição (PARK *et al.*, 2003). Extratos metanólico e hexânico de cravo-da-Índia, na concentração de 100g/100mL ocasionaram, respectivamente, 8,1 e 90% de mortalidade em adultos de *S. zeamais*, após 21 dias de exposição (HO *et al.*, 1994). O extrato metanólico de *Cinnamomum cassia* Blume (Lauraceae) e os óleos de *Brassica juncea*

Tabela 4. Porcentagem média (± EP) de mortalidade de adultos de *S. zeamais* em grãos de milho tratados com óleos vegetais na dose 50µL/20g, em 3 períodos de armazenamento. Temp.: 25,8 ± 1,45 °C; UR: 71,2 ± 4,13% e fotofase: 12 horas.

| Tratamento | Período inicial (T0) ¹ | 60 dias (T2) ¹ | 120 dias (T4) ¹ |
|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| <i>Eucaliptus globulus</i> | 100,0 ± 0,00 aA | 2,1 ± 2,08 aB | 0,0 ± 0,00 aB |
| Eugenol | 100,0 ± 0,00 aA | 0,0 ± 0,00 aB | 0,0 ± 0,00 aB |
| <i>Lippia gracillis</i> | 100,0 ± 0,00 aA | 0,0 ± 0,00 aB | 0,0 ± 0,00 aB |
| <i>Azadirachta indica</i> | 100,0 ± 0,00 aA | 0,0 ± 0,00 aB | 0,0 ± 0,00 aB |
| <i>Caryocar brasiliense</i> | 100,0 ± 0,00 aA | 0,0 ± 0,00 aB | 0,0 ± 0,00 aB |
| <i>Carapa guianensis</i> | 95,8 ± 2,64 aA | 0,0 ± 0,00 aB | 0,0 ± 0,00 aB |
| <i>Cedrela fissilis</i> | 93,8 ± 6,25 aA | 2,1 ± 2,08 aB | 2,1 ± 2,08 aB |
| <i>Eucaliptus citriodora</i> | 79,2 ± 6,97 bA | 0,0 ± 0,00 aB | 0,0 ± 0,00 aB |
| Testemunha | 0,0 ± 0,00 cA | 0,0 ± 0,00 aA | 0,0 ± 0,00 aA |

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P = 0,05).

enquanto andiroba, cedro e *E. citriodora* provocaram mortalidade de 95,8, 93,8 e 79,2%, respectivamente. Aos 60 e 120 dias, a mortalidade provocada por todos os óleos foi inexpressiva. Considerando-se apenas à mortalidade, os óleos testados apresentaram baixo efeito residual devido à rápida degradação dos compostos bioativos presentes na sua composição, o que constituiu uma característica comum dos óleos vegetais, principalmente dos óleos essenciais (OLIVEIRA e VENDRAMIM, 1999).

O efeito de óleos vegetais tem sido bastante estudado, visando o controle de diversas pragas

(L.) (Cruciferae), *C. cassia* e *Cochleria aroracia* Linne (Cruciferae), aplicados em papel de filtro na dose de 3,5 mg/cm², provocaram 100% de mortalidade em adultos de *S. oryzae*, após 24 horas de exposição (KIM *et al.*, 2003).

Não houve nenhuma emergência de adultos de *S. zeamais* para todos os tratamentos com óleos no período inicial de armazenamento (Tabela 5). Aos 60 dias, os óleos de nim, alecrim, cedro, andiroba, *E. globulus*, pequi e eugenol foram os mais eficientes, diferindo apenas de *E. citriodora* e testemunha. Aos 120 dias de armazenamento, nim, alecrim, cedro, andiroba e *E. globulus* apresentaram o melhor desempenho

Tabela 5. Adultos emergidos (\pm EP) de *S. zeamais* em grãos de milho tratados com óleos vegetais na dose 50 μ L/20g de grãos, em 3 períodos de armazenamento. Temp.: 25,8 \pm 1,45 °C; UR: 71,2 \pm 4,13% e fotofase: 12 horas.

| Tratamento | T0 ¹ | T2 ¹ | T4 ¹ |
|------------------------------|-------------------|----------------------|----------------------|
| Testemunha | 6,2 \pm 0,31 aA | 7,5 \pm 1,38 aA | 7,8 \pm 1,51 aA |
| <i>Eucaliptus citriodora</i> | 0,0 \pm 0,00 bB | 6,0 \pm 1,84 abA | 7,3 \pm 1,65 abA |
| Eugenol | 0,0 \pm 0,00 bB | 3,2 \pm 1,25 abcAB | 6,0 \pm 1,69 abcA |
| <i>Caryocar brasiliense</i> | 0,0 \pm 0,00 bB | 3,0 \pm 0,86 bcB | 6,7 \pm 1,69 abcA |
| <i>Eucaliptus globulus</i> | 0,0 \pm 0,00 bB | 2,8 \pm 1,14 bcAB | 4,7 \pm 1,54 abcdA |
| <i>Carapa guianensis</i> | 0,0 \pm 0,00 bA | 2,2 \pm 1,01 bcA | 2,5 \pm 0,62 cdA |
| <i>Cedrela fissilis</i> | 0,0 \pm 0,00 bA | 1,2 \pm 0,40 cA | 3,0 \pm 0,73 bcdA |
| <i>Lippia gracilllis</i> | 0,0 \pm 0,00 bB | 0,2 \pm 0,17 cB | 4,7 \pm 1,69 abcdA |
| <i>Azadirachta indica</i> | 0,0 \pm 0,00 bA | 0,0 \pm 0,00 cA | 1,0 \pm 0,45 dA |

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (P = 0,05). Dados transformados em (X + 1)^{0,5}.

no controle de *S. zeamais*. Os resultados evidenciam que, mesmo apresentando mortalidade inexpressiva em *S. zeamais* aos 60 e 120 dias de armazenamento, os óleos mais eficientes devem ter exercido efeito ovicida e/ou larvicida, ao comparar-se o número de insetos emergidos em cada um com a testemunha (Tabela 5).

Segundo Ho *et al.* (1994), grãos de arroz tratados com extratos hexânico e metanólico de cravo-da-índia, na dose 1mL/100g de arroz, reduziram significativamente a emergência de adultos de *S. zeamais*. Usando o mesmo procedimento anterior, Huang *et al.* (2000) determinaram que o óleo essencial de cardamomo (*Ellatería cardomomum* White et Manson), na concentração 5,3 x 10³ mg/Kg de grãos de trigo, reduziu em 100% a emergência de *S. zeamais*.

CONCLUSÕES

Dentre os pós estudados (*P. nigrum*, *A. indica* e *S. aromaticum*), dióxido de sílica obteve maior efeito residual no controle de *S. zeamais* durante 120 dias de armazenamento do milho;

Todos os óleos testados (*C. guianensis*, eugenol, *E. globulus*, *L. gracilllis*, *A. indica*, *C. brasiliense*, *C. fissilis* e *E. citriodora*) são eficientes no controle de adultos de *S. zeamais* apenas no período inicial de armazenamento do milho. No entanto, aos 120 dias de armazenamento, os óleos de nim, alecrim, cedro,

andiroba e *E. globulus* apresentam o melhor desempenho no controle dessa praga, apenas em relação do número de insetos emergidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, J.B., MONTEIRO, M.D.; CALAFIORI, M.H. Controle alternativo para *Sitophilus* sp. em arroz (*Oryzae sativa* L.) armazenado. **Ecossistema**, v.19, p.67-74, 1994.

ARTHUR, F.H. Immediate and delayed mortality of *Oryzaephilus surinamenses* (L.) exposed on wheat treated with diatomaceous earth: effects of temperature, relative humidity, and exposure interval. **Journal of Stored Products Research**, v.37, p.13-21, 2001.

ARTHUR, F.H. Survival of *Sitophilus oryzae* (L.) on wheat treated with diatomaceous earth: impact of biological and environmental parameters on product efficacy. **Journal of Stored Products Research**, v.38, p.305-313, 2002.

ARTHUR, F.H.; THRONE, J.E. Efficacy of diatomaceous earth to control internal infestations of rice weevil and maize weevil (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Economic Entomology**, v.96, p.510-518, 2003.

BANKS, H.J.; FIELDS, P.G. Physical methods

- for insect control in stored-grain ecosystems. In: JAYAS, D.S.; WHITE, N.D.G.; MUIR, W.E. (Eds.). **Stored-grain Ecosystems**. New York: Marcell Dekker, 1995. p.353-409.
- BELMAIN, S.R.; NEAL, G.E.; RAY, D.A.; GOLOB, P. Insecticidal and vertebrate toxicity associated with ethnobotanicals used as post-harvest protectants in Ghana. **Food and Chemical Toxicology**, v.39, p.287-291, 2001.
- BENHALIMA, H.; CHAUDHRY, M.Q.; MILLS, K.A.; PRICE, N.R. Phosphine resistance in stored-product insects collected from various grain storage facilities in Marocco. **Journal of Stored Products Research**, v.40, p.241-249, 2004.
- CHIMBE, C.M.; GALLEY, D.J. Evaluation of material from plants of medicinal importance in Malawi as protectants of stored grain against insects. **Crop Protection**, v.15, p.289-294, 1996.
- FIELDS, P.; KORUNIC, Z. The effect of grain moisture content and temperature on the efficacy of diatomaceous earths from different geographical locations against stored-product beetles. **Journal of Stored Products Research**, v.36, p.1-13, 2000.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920p
- HAQUE, M.A.; NAKAKITA, H.; IKENAGA, H.; SOTA, N. Development-inhibiting activity of some tropical plants against *Sitophilus zeamais* Mots., 1865 (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, v.36, p.281-287, 2000.
- HO, S.H.; CHENG, L.P.L.; SIM, K.Y.; TAN, H.T.W. Potential of cloves (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. and Perry as a grain protectant against *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Motsch. **Postharvest Biology Technology**, v.4, p.179-183, 1994.
- HUANG, Y.; HO, S.H. Toxicity and antifeedant activities of Cinnamaldehyde against the grain storage insects, *Tribolium castaneum* (Herbst) and *Sitophilus zeamais* Mots., 1865. **Journal of Stored Products Research**, v.34, p.11-17, 1998.
- HUANG, Y.; LAM, S.L.; HO, S.H. Bioactivities of essential oil from *Ellateraria cardamomum* (L.) Maton. to *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal of Stored Products Research**, v.36, p.107-117, 2000.
- KIM, S.I.; ROH, J.Y.; KIM, D.H.; LEE, H.S.; AHN, Y.J. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinenses*. **Journal of Stored Products Research**, v.39, p.293-303, 2003.
- KORUNIC, Z. Rapid assessment of the insecticidal value of diatomaceous earths without conducting bioassays. **Journal of Stored Products Research**, v.33, p.219-229, 1997.
- LIU, Z.L.; HO, S.H. Bioactivity of essential oil extracted from *Evodia rutaecarpa* Hook f. et Thomas against the grain storage insects, *Sitophilus zeamais* Mots., 1865. and *Tribolium castaneum* (Herbst). **Journal of Stored Products Research**, v.35, p.317-328, 1999.
- LORINI, I. **Efeito de pós inertes sobre as pragas de grãos de cevada armazenada *Rhyzopertha dominica* e *Sitophilus spp.*** Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 5p. (Comunicado Técnico, 62). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co62.htm>. Acesso em: 13 jan. 2003.
- LORINI, I.; FERREIRA FILHO, A.; DALBELLO, O. **Validação do pó inerte à base de terra de diatomáceas no controle de pragas de milho armazenado em propriedade familiar**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. 5p. (Comunicado Técnico, 63).
- LORINI, I. **Manual técnico para o manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 80p.
- LUCKEY, T.D. Insect hormoligosis. **Journal of Economic Entomology**, v.61, p.7-12, 1968.
- NIBER, B.T. The ability of powders and slurries from ten plant species to protect stored grain

from attack by *Prostephanus truncates* Horn (Coleoptera: Bostrichidae) and *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, v.30, p.297-301, 1994.

OLIVEIRA, J.V.; VENDRAMIM, J.D. Repelência de óleos essenciais e pós vegetais sobre adultos de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae) em sementes de feijoeiro. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, p.549-555, 1999.

PARK, I.K.; LEE, S.G.; CHOI, D.H.; PARK, J.D.; AHN, Y.J. Insecticidal activity of constituents identified in the essential oil from leaves of *Chamaecyparis obtusa* against *Callosobruchus chinenses* (L.) and *Sitophilus oryzae* (L.). **Journal of Stored Products Research**, v.39, p.375-384, 2003.

SHAAYA, E.; KOSTJUKOVSKI, M.; EILBERG, J.; SUKPRAKARN, C. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored-product insects. **Journal of Stored Products Research**, v.33, p.7-15, 1997.

SU, H.C.F. Insecticidal properties of black pepper to rice weevils and cowpea weevils. **Journal of Economic Entomology**, v.70, p.18-21, 1977.

TAPONDJOU, L.A.; ADLER, C.; BOUDA, H.; FONTEM, D.A. Efficacy of powder and essential oil from *Chenopodium ambrosioides* leaves as postharvest grain protectants against six-stored product beetles. **Journal of Stored Products Research**, v.38, p.395-402, 2002.

TAVARES, M.A.G.C. **Bioatividade da erva-de-santa-maria, *Chenopodium ambrosioides* L. (Chenopodiaceae), em relação a *Sitophilus zeamais* Mots., 1855 (Col.: Curculionidae)**. 2002. 59f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ZONTA, E.P.; SILVEIRA, P.; MACHADO, A.A. **Sistema de análise estatística (SANEST)**. Pelotas: Instituto de Física e Matemática (UFPel), 1986. 399p.