



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MÁRCIO DANIEL SITO E

**CONTROLE DE *SITOPHILUS ORYZAE* L. EM MILHO
ARMAZENADO EM GRÃO**

Londrina
2013

MÁRCIO DANIEL SITO E

**CONTROLE DE *SITOPHILUS ORYZAE* L. EM MILHO
ARMAZENADO EM GRÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Pedro M. O. J. Neves

Londrina
2013

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

S623cT Siteo, Marcio Daniel.
Controle de Sitophilus Oryzae L em milho armazenado em grão / Marcio Daniel
Siteo. – Londrina, 2013.
62 f. : il.

Orientador: Pedro M. O. J. Neves.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina,
Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2013.
Inclui bibliografia.

1. Pragas de grão – Teses. 2. Armazenamento – Teses. 3. Controle alternativo –
Agricultura Familiar – Teses. 4. – Teses. I. Neves, Pedro M. O. J. II. Universidade
Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação
em Agronomia. III. Título.

CDU 632.937.633.15

CONTROLE DE *SITOPHILUS ORYZAE* L. EM MILHO ARMAZENADO EM GRÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pedro M. O. J. Neves
UEL – Londrina - PR

Dra. Patrícia Helena Santoro
IAPAR – Londrina – PR

Prof. Dr. Ayres O. M. Junior
UEL – Londrina - PR

Dr. Adeney de Freitas Bueno
Embrapa CNPSoja

Prof. Dr. Maurício Ursi Ventura
UEL – Londrina – PR

Londrina, 26 de fevereiro de 2013.

Ao meu amigo de infância Hermo Tuzine (Não mais entre os vivos)

As famílias Siteo e Gove

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus pela incondicional presença em minha vida.

A Mãe África pelo lar, cuidados e fortalecimento sempre fornecido.

Ao CNPq e MCT-MZ pelo financiamento dos meus estudos.

Ao meu orientador Prof. Pedro M. O. J. Neves pela participação em todo processo anterior a minha ida ao Brasil e pela orientação, amizade e disponibilidade para atender minhas solicitações durante a estadia no Brasil.

A professora Inês Cristina Batista Fonseca pelo apoio na parte estatística do trabalho.

Ao Dr. Irineu Lorini pelo fornecimento de insetos e metodologias de criação e experimentação.

Ao Edinei Almeida e Fábio pelo fornecimento dos pós de basalto e pela partilha de material e experiências.

A professora Lucia Takahashi e ao colega Mateus Gimenez pelo fornecimento de trigo e milho usados nos experimentos.

Aos professores Otavio Abi Saab, Ayres Menezes, Mauricio Ventura, Amarildo Pasini, Pedro Neves, Inês Fonseca, Hideaki Takahashi, Gustavo Fregonezi não só pelo conhecimento transmitido, mas também pela amizade construída e essa levarei comigo sempre.

A professora Carmen Neves e ao amigo Stanislas Mayi pela recepção e acomodação a quando da minha chegada no Brasil.

Aos amigos Jullian Akuffo e Rafael Ribeiro pelo caloroso convívio, fica nossa grande amizade.

Aos colegas Junio T. Amaro, Janaina Zorzetti, Kelly Constansky, Orcial Bortolloto, Fernando Hata, Adriano Hoshino, Mateus Gimenez, Vivian Dutra, Fernando Teixeira de Oliveira, Edson Ronque, Marcos Arturo, Cristiane Stecca, Marlon Deniz, Stanislas Mayi, Cassiana Rossato, Glaucia Ferri, Denise Magri, Mylena Yumi, Paulo Gimenez e aos técnicos Davi Tramontina e José A. Rocha que em pouco tempo ficaram grandes amigos. Vocês são especiais.

Enfim, ao povo brasileiro por permitir minha estadia por dois anos nesta linda pátria, vai uma grande saudação. Muito obrigado a todos.

Às vezes construímos sonhos em cima de grandes pessoas. O tempo passa e descobrimos que grandes mesmo eram os sonhos e as pessoas pequenas demais para torná-los reais.

Bob Marley

SITOE, Márcio Daniel. **Controle de *Sitophilus oryzae* L. em milho armazenado em grão**. 2013. 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de pó de basalto – microgabro ultrafino (PR), Cinza de cajueiro (CJ), pó de carvão vegetal (PCV), terra de diatomáceas (TD) e misturas de TD/PR, TD/CJ e TD/PCV no controle de *Sitophilus oryzae* em milho armazenado em grão. Foram realizados dois bioensaios. No primeiro, testaram-se PR, TD, CJ, PCV. O delineamento foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 8x3, procurando-se verificar a interação de PR, PCV e CJ com TD. As parcelas foram subdivididas no tempo, com 4 repetições por tratamento. A testemunha consistiu de grãos de milho não tratados. No segundo, testaram-se PR, PCV e TD. O delineamento foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 7x2, buscando-se verificar a interação entre PR e PCV com TD. As parcelas foram subdivididas no tempo, com 4 repetições por tratamento. A testemunha é como descrito no bioensaio 1. A infestação com insetos adultos foi realizada no dia em que os grãos foram tratados e, repetida, aos 30 e 60 dias. A mortalidade foi avaliada, aos 10 e 20 dias após cada infestação. Insetos emergidos foram contados 40 dias após a segunda avaliação de mortalidade para cada época de infestação. No bioensaio 2, aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos, realizou-se o teste de germinação, com avaliações aos 8 dias. No primeiro bioensaio, PR na dose mais baixa (0,5%), TD (0,1%) e as maiores doses das misturas TD/PR, TD/PCV e TD/CJ apresentaram maior eficiência de controle (acima de 90%) nos três períodos de armazenagem (0, 30 e 60 dias). PR e PCV, misturados ou não com TD, foram eficientes na redução da F1. No segundo bioensaio, PR (0,1; 0,25 e 0,5 %) foi mais eficiente nos três períodos de armazenagem que a maior concentração de PCV (1%). PR, PCV, TD, e misturas entre TD/PR e TD/PCV foram persistentes pelo período avaliado (60 dias). PR, PCV e TD foram eficientes na redução da F1. De forma geral os tratamentos não afetaram a germinação de semente. Deste modo, PR e TD representam uma alternativa viável ao controle de *S. oryzae* no armazenamento de grãos de milho, especialmente em pequenas propriedades e regiões carentes de recursos técnicos e insumos.

Palavras chave: Pragas de grãos. Armazenamento. Controle alternativo. Agricultura familiar .

SITOE, Márcio Daniel. **Control of *Sitophilus oryzae* in maize stored grain**. 2013. 62f. Dissertation (Master`s degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2013.

ABSTRACT

The aim of this study was to assess the efficiency of basalt powder, microgabro ultrathin (BP), cashew ashes (CA), vegetable charcoal powder (VCP), diatomaceous earths (DE) and combinations of DE/BP, DE/CA, DE/VCP for *Sitophilus oryzae* control in stored maize grains. Two bioassays were carried out. In the first, BP, DE, CA and VCP were tested. The design was a completely randomized in a 8x3, seeking to verify the interaction of BP, CA and VCP with DE. The plots were subdivided in time, with four replicates per treatment. At the second one, BP, VCP and DE were tested. The experimental design was completely randomized in a 7x2 factorial arrangement, seeking to verify the interaction between BP and VCP with DE. The plots were subdivided in time, four replicates per treatment. Infestations with adult insects were conducted on the day that the grains were treated and repeated 30 and 60 days after treatment. Mortality was assessed at 10 and 20 days after each infestation. Emerged insects and those which died after the emergence were counted 40 days after the second evaluation of mortality for each infestation time. In the second bioassay, seed germination was assessed 90 days after treatment, with assessments at 5 and 8 days. In the first bioassay BP at the lowest dose (0.5%), DE(0,1%) and the highest doses of mixtures DE/BP, DE/VCP and DE/CA showed greater control efficiency (above 90%) in three periods (0, 30 and 60 days). DE and VCP, when or not mixed with DE, were effective in reducing F1. In the second bioassay, BP (0,1; 0,25 and 0,5%) was more efficient in all three storage periods than the highest concentration of VCP(1%). BP, VCP, DE, and mixtures between DE/BP and DE/VCP were persistent by the evaluation period (60 days). BP, VCP and DE were effective in reducing F1. Generally the treatments did not affect seed germination. Thus, BP and DE represent a viable alternative to control *S.oryzae* in storage of grains, especially on small farms and regions lacking resources and technical inputs.

Keywords: Grain pests. Storage. Alternative control. Family farm.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 Deposição dos produtos testados sobre a cutícula de *Sitophilus oryzae*...37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Composição química da terra de diatomáceas (Keepdry®) e pó de basalto microgabro	31
Tabela 2	Porcentagem de eficiência de controle ($X \pm EP$) de adultos de <i>Sitophilus oryzae</i> aos 10 e 20 dias após infestação de grãos de milho tratados e armazenados por 0, 30 e 60 dias ($25 \pm 2^\circ C$).....	38
Tabela 3	Numero médio (n) e porcentagem (E%) de adultos de <i>Sitophilus oryzae</i> emergidos em relação à testemunha, aos 60, 90 e 120 dias após infestação de grãos de milho ($25 \pm 2^\circ C$).....	41
Tabela 4	Numero médio (n) e porcentagem (E%) de adultos de <i>Sitophilus oryzae</i> mortos após emergência em relação aos emergidos em cada tratamento, aos 60, 90 e 120 dias após infestação de grãos de milho ($25 \pm 2^\circ C$).....	44
Tabela 5	Porcentagem de Eficiência ($X \pm EP$) de controle de adultos <i>Sitophilus oryzae</i> aos 10 e 20 dias após infestação de grãos de milho tratados e armazenados por 0, 30 e 60 dias ($25 \pm 2^\circ C$).....	47
Tabela 6	Número médio ($n \pm EP$) e porcentagem de eficiência (E%) de controle de adultos de <i>Sitophilus oryzae</i> emergidos aos 60, 90 e 120 dias após infestação de grãos de milho tratados ($25 \pm 2^\circ C$).....	50
Tabela 7	Número médio (n) e porcentagem (E%) de adultos de <i>Sitophilus oryzae</i> mortos após emergirem aos 60, 90 e 120 dias após infestação de grãos tratados de milho ($25 \pm 2^\circ C$).....	53
Tabela 8	Porcentagem de germinação (%+EP) de sementes de milho 98 dias após o tratamento	55

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	A CULTURA DO MILHO	14
2.2	PRAGAS DE GRÃOS ARMAZENADOS	15
2.2.1	<i>Sitophilus oryzae</i>	15
2.2.2	Danos Causados por <i>S. oryzae</i>	16
2.2.3	Métodos de Controle	17
3	REFERÊNCIAS	23
4.	ARTIGO: PÓS INERTES NO CONTROLE DE <i>SITOPHILUS ORYZA</i> E (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EM MILHO ARMAZENADO EM GRÃO	28
4.1	INTRODUÇÃO	29
4.2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
4.2.1	Criação de <i>Sitophilus oryzae</i>	30
4.2.2	Preparo dos Materiais Usados nos Experimentos	30
4.2.3	Bioensaios	
	Erro! Indicador não definido.	
4.2.3.3	Análise de dados	34
4.3	RESULTADOS	35
4.3.1	Bioensaio 1	35
4.3.2	Bioensaio 2	46
4.4	DISCUSSÃO.....	55
4.4.1	Mortalidade	55
4.4.2	Emergência.....	58
4.4.3	Mortalidade pós-emergência	59
4.5	CONCLUSÕES	60
4.6	REFERENCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

O milho *Zea mays* L. é o cereal mais produzido no mundo (DEMARCHI, 2011). É usado de forma direta na alimentação humana e animal, assim como na indústria para a produção de bebidas, flocos, óleo e outros produtos importantes para o ser humano. O Brasil é atualmente o terceiro maior produtor mundial (MAPA, 2012). Em África, este cereal constitui a principal cultura alimentar, sendo majoritariamente praticada pelos agricultores do setor familiar. Sua produção é geralmente afetada por vários fatores, dos quais se destaca o ataque de pragas no campo e no ambiente de armazenagem (TEFERA et al, 2010; SORI e AYANA, 2012).

As pragas mais frequentes nos locais de armazenagem de grãos são os insetos, roedores e fungos. Em condições de alta temperatura e umidade dos grãos, os bolores podem se desenvolver e causar prejuízos enormes, entretanto, condições de armazenamento que minimizem a umidade tem se mostrado suficientes para evitar infestação. Os roedores podem constituir problema sério se não forem tomadas medidas que impeçam seu contato com os grãos armazenados, dada a sua voracidade e contaminação provocada por seus excrementos e patógenos capazes de provocar doenças ao homem (NEVES, 2007).

Os insetos constituem as pragas que mais causam danos ao milho armazenado, principalmente espécies de *Sitophilus*, que apresentam infestação cruzada, podendo atacar o milho no campo e no ambiente de armazenamento. Os danos são causados por larvas e adultos, que podem colonizar diferentes hospedeiros (ANTUNES et al., 2011; LLEKE e ONI, 2011;). O seu controle é majoritariamente realizado com base em inseticidas químicos, com destaque para a fosfina. Estes produtos geralmente apresentam efeito de controle rápido, porém, devido à baixa diversidade de ingredientes ativos, tem se verificado desenvolvimento de resistência por parte dos insetos, fato que leva a ineficiência de controle (MARTINAZZO et al, 2000). Paralelamente, a consciência humana em relação aos efeitos que os agrotóxicos causam ao ambiente, inimigos naturais e alimentos, têm levado a uma mudança de abordagem, sendo viradas as atenções ao manejo integrado de pragas, caracterizado pela integração de métodos de controle econômica e ambientalmente viáveis.

Na maior parte das regiões tropicais, principalmente em África, a

infra-estrutura para o armazenamento dos grãos é bastante precária, sendo constituída, majoritariamente, por pequenos celeiros, construídos de materiais disponíveis localmente, sem vedação suficiente para evitar a entrada de pragas (USAID, 2011).

Por outro lado, as famílias rurais raramente vendem sua produção de grãos, guardando-a no celeiro de forma a garantir a segurança alimentar entre colheitas seguidas além de utilizá-las como sementes, na campanha agrícola seguinte. Isso faz com que a tolerância aos insetos fique menor ainda, devido à possível redução do poder germinativo da semente, comprometimento os plantios futuros, além de deixar a família rural numa situação de vulnerabilidade alimentar (HOWARD, et al., 2001).

Devido às suas características, que incluem a postura e o desenvolvimento larval no interior do grão de milho, o gorgulho *Sitophilus oryzae*, tem diminuído as reservas deste cereal em muitas regiões de África, principalmente pelas populações serem pobres e não possuírem recursos para a compra de inseticidas químicos (DE GROOT, 2003; ABEBE et al., 2009; MAKATE, 2010).

Alguns pós e cinzas apresentam potencial para o controle de pragas, além de não serem tóxicos ao homem e outros animais e não poluírem o ambiente. Geralmente são de fácil acesso aos produtores, principalmente os mais pobres e sem recursos para aquisição de formas de tratamento que exigem investimento, como é o caso da maior parte dos agricultores do setor familiar.

Paralelamente, populações rurais de alguns países africanos, usam ramos secos de árvores para o preparo de alimentos (GODFREY et al., 2010; CHIRWA et al., 2010). Em Moçambique, o cajueiro (*Anacardium occidentale*) é bastante cultivado e serve de cultura de exportação (MOLE e WEBER, 1999; RUSCHKAMP e SELLIGE, 2010). É comum ao nível da propriedade rural, o uso de ramos secos desta planta como combustível para o preparo de alimentos, sobrando a cinza. Estudos mostram o potencial da cinza no controle de pragas de Grãos armazenados (MIHALE et al., 2009). Isso faz com que as sobras de cinza possam ser usadas para a proteção de grãos nas propriedades rurais, particularmente em Moçambique. Assim, estas alternativas devem ser estudadas de forma a se tornarem um método de controle de *S. oryzae* em grãos armazenados, eficiente, barato e facilmente disponível.

Entre estes produtos destaca-se a terra de diatomáceas que é citada

no controle de diferentes pragas de grãos armazenados, dentre as quais o gorgulho *S. oryzae* (JÚNIOR et al., 2008; PINTO Jr, A. R., 2008; LORINI et al., 2001). Trabalhos mostram igualmente a eficácia de pó de rocha no controle de insetos a campo e em condições de armazenagem, porém, diferentes tipos de pó de rocha são usados para controlar tais insetos, principalmente pulgões, cuja eficiência depende provavelmente da composição química e granulometria do pó usado (PAIXÃO et al., 2009). Entretanto, poucos trabalhos foram encontrados sobre efeito de pó de rocha no controle de *S. oryzae* em milho armazenado.

Pelas razões acima citadas, e atendendo a necessidade de se encontrar métodos de controle de *S. oryzae* que associem reduzido custo, facilidade de aplicação, menor risco para saúde do produtor e para o ambiente e fácil disponibilidade, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito inseticida de pó de rocha basáltica (microgabro ultrafino), cinza de ramos de cajueiro (*Anacardium occidentale*), pó de carvão de *Eucalyptus* sp, terra de diatomáceas (Keepdry®), assim como as suas misturas no controle de *S. oryzae* em milho armazenado.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DO MILHO

O milho *Zea mays* L. é uma gramínea cuja origem gera divergência de opiniões. Uma teoria aceita associa sua origem ao México e à América Central. Pertence à família Poaceae, sendo considerada uma das plantas cultivadas mais antigas e com grande importância para a vida humana, quer no sentido econômico como social. Este cereal é cultivado praticamente em todo mundo, com exceção das poucas regiões onde as condições climáticas inviabilizam seu desenvolvimento. (IKEN e AMUSA, 2004; MAKATE, 2010). Os Estados Unidos da América são o maior produtor, superando respectivamente a China e o Brasil que ocupa o terceiro posto com cerca de 53,2 milhões de toneladas na safra 2009/2010 (MAPA, 2012).

É uma cultura economicamente importante, com formas de utilização que variam desde alimentação animal, que representa 70% do consumo do cereal no mundo, passando pela alimentação humana até a indústria de alta tecnologia. No Brasil, seu cultivo apresenta baixa produtividade, fato que se explica pela existência de um grande número de pequenos produtores, pouco tecnificados e sem grandes extensões de terra (CRUZ et al. 2011).

Em África, o milho é a principal cultura alimentar, sendo produzido majoritariamente por pequenos agricultores do setor familiar em áreas médias de 1 ha por família. O sistema de cultivo é geralmente consorciado com feijões ou amendoim, sob-regime de sequeiro e a produtividade é baixa. Nas regiões mais pobres do continente, são comumente usadas variedades não melhoradas, com baixo potencial produtivo e pouco responsivas ao uso de insumos. O milho colhido é habitualmente armazenado de forma a garantir a segurança alimentar e o provimento de sementes para a nova campanha agrícola. Entretanto, perdas de produção na ordem de 30%, têm sido verificadas depois de alguns meses de armazenamento dos grãos de milho na África Ocidental (KOSSOU e BOSQUE-PÉREZ, 1998). Tais perdas são majoritariamente causadas por insetos praga, com destaque para o complexo *S. oryzae* e *S. zeamais* (CAPINERA, 2008).

2.2 PRAGAS DE GRÃOS ARMAZENADOS

Vários fatores podem ser associados às perdas qualitativas e quantitativas de grãos armazenados, dos quais, destacam-se as pragas. No geral, as principais pragas associadas a grãos armazenados, principalmente de milho, trigo e arroz no Brasil incluem o complexo *S. zeamais* e *S. oryzae*, *Rhizopertha dominica*, *Acanthoscelides obtectus*, *Lasioderma serricorne*, *Ephestia kuehniella* e *E. elutella*, *Sitotroga cerealella* (ARBOGAST e THRONE, 1997; LORINI et al., 2010).

Pragas de grãos armazenados podem ser classificadas de acordo com a biologia e hábitos alimentares em:

- Primárias, capazes de infestar grãos inteiros e,
- Secundárias, que infestam grãos danificados.

As pragas primárias podem ser internas ou externas. São internas quando as fases de desenvolvimento ocorrem no interior dos grãos, alimentando-se deles e danificando-os (exemplo: *Sitophilus* sp, *R. dominica*). As pragas primárias externas incluem insetos que se alimentam no geral da parte externa do grão nas diversas fases de desenvolvimento, embora esporadicamente, possam se alimentar da parte interna, citando a *S. cerealella*. (LORINI, 2010; CAPINERA, 2008).

2.2.1 *Sitophilus Oryzae*

O gorgulho *S. oryzae* pertence à família Curculionidae e foi descrito por Linneu em 1763. Apresenta características similares às de *S. zeamais*, sendo possível distingui-los através de características da genitália, especialmente, pela morfologia do edeago (PEREIRA e ALMEIDA, 2001).

Os adultos de *S. oryzae* são gorgulhos de 2 a 3,5 mm de comprimento, castanho escuros, com manchas claras nos élitros. Tem a cabeça projetada à frente, na forma de rostro, sendo nas fêmeas mais longo e afilado, e nos machos mais curto e grosso. O aparelho bucal dos adultos é do tipo mastigador, com mandíbulas suficientemente fortes para romper a dureza dos grãos (PINTO et al., 2002). As larvas do tipo curculioniforme, apresentam coloração amarelo clara com cabeça marrom escura. As pupas são brancas. O desenvolvimento completo ocorre em cerca de 35 dias (LORINI, 2010). O período de oviposição dura cerca de 104 dias, colocando em média 282 ovos durante os 140 dias de longevidade das

fêmeas. A incubação dos ovos ocorre em cerca de 6 dias. Para a oviposição, a fêmea perfura o grão usando as mandíbulas e deposita um ovo, cobrindo o orifício em seguida com uma secreção gelatinosa visível acima da superfície do grão, fornecendo evidência externa de que o grão está infestado. As larvas são canibais sobre indivíduos fracos ou pequenos, resultando na emergência de um inseto em grãos de trigo e arroz, contra dois ou três em grãos de milho. A cópula ocorre dois a três dias após a emergência de adultos (CAPINERA, 2008). É geralmente encontrado nas regiões tropicais e temperadas quentes no mundo inteiro, sendo comum verificarem-se infestações conjuntas de *S. oryzae* e *S. zeamais*, formando um complexo de espécies (LORINI, 1998). Em regiões frias, esta espécie é substituída por *Sitophilus granarius* (CAPINERA, 2008; LORINI et al., 2010).

2.2.2 Danos Causados por *S. Oryzae*

De acordo com Santos (1993), pragas de grãos armazenados podem provocar danos iguais ou superiores aos causados pelas pragas de campo. Porém, os danos causados à planta em desenvolvimento, podem ser compensados em parte pela recuperação da planta danificada, porém, os danos sofridos pelos grãos armazenados são irreversíveis.

S. oryzae apresenta infestação cruzada, podendo iniciar seu ataque enquanto a cultura estiver ainda no campo, continuando no armazém, onde causa danos enormes pela capacidade de penetração profunda na massa de grãos (FONTES, ALMEIDA FILHO e ARTHUR, 2003). Outro fator vantajoso ao inseto é o elevado potencial reprodutivo e a versatilidade no que se refere à diversidade de hospedeiros alternativos, que incluem arroz, milho, trigo entre outras culturas. Os danos causados são a redução do peso e da qualidade do grão, fato que se deve a alimentação dos adultos e oviposição feita no interior do grão, no qual se desenvolve a larva (LORINI e SCHNEIDER, 1994).

Sua infestação favorece a instalação de outros agentes de deterioração como fungos, ácaros e insetos secundários, podendo igualmente ajudar na disseminação de estruturas reprodutivas de tais micro-organismos na massa de grãos (LORINI, 1998).

Vários trabalhos mostram redução na germinação de sementes infestadas por espécies de *Sitophilus*. Tal se deve a postura no interior do grão,

elevação da atividade metabólica pelo aumento da temperatura em consequência do metabolismo do inseto (SANTOS, 1993). Smiderle et al. (2007), constataram a ocorrência de redução de peso, porcentagem de germinação e emergência em sementes de arroz irrigado infestadas por *Sitophilus* sp. e *R. dominica*. Santos et al. (2002), associaram o valor de mercado do trigo, à redução de peso da massa de grãos, entre outras, na determinação do nível de dano econômico (NDE) de *S. zeamais* em trigo armazenado, tendo estimado 0,18 insetos por Kg de grãos.

Segundo Botton et al. (2005), o gorgulho *S. zeamais* tem sido encontrado com freqüência em pomares atacando frutos de macieira no município de Fraiburgo SC, pessegueiro em Pelotas, entre outros. Botton, Lorini e Afonso (2005), relatam a ocorrência dos danos a bagas de uva, próximo à maturação, podendo chegar a 80% de bagas perfuradas por *Sitophilus* spp, o que propicia a ocorrência de podridões pelo desenvolvimento de bactérias no suco extravasado. Os mesmos autores associam as infestações à presença, nas proximidades dos vinhedos, de silos ou paióis de milho armazenado sem controle do gorgulho. Guzzo et al. (2002), relatam cerca de 52% de grãos danificados em teste de preferência de variedades de milho pelos gorgulhos.

2.2.3 Métodos de Controle

Um bom planejamento de controle de pragas de armazenamento deve iniciar com a realização da colheita no momento ideal, de forma a evitar insetos vindos do campo que vão infestar o armazém. No geral, o tratamento de grãos armazenados pode ser preventivo ou curativo. O primeiro pode ser feito com base no uso de inseticidas químicos líquidos ou naturais. O expurgo de sementes com fosfina é usado de forma curativa (LORINI et al., 2010). Este inseticida difunde-se na forma de moléculas isoladas, penetrando e agindo sobre ovos, larvas, pupas e adultos existentes na massa de grãos (AGROFIT, 2012). As formulações comerciais de fosfina contêm geralmente de 55 a 75% de principio ativo e são vendidos na forma de comprimidos (FLORÃO et al., 2004). Caso tenha-se que armazenar os grãos por período superior a 60 dias, o tratamento preventivo pode ser aplicado, através do uso de inseticidas líquidos ou pós-inertes sobre as sementes, de modo a protegê-las do ataque de pragas durante o armazenamento.

São vários os inseticidas registrados e indicados para o controle de espécies do gênero *Sitophilus* em milho no Brasil, entre os quais produtos a base de terra de diatomáceas para fins preventivos e fosfina para curativos (AGROFIT, 2012). O uso de inseticidas químicos no tratamento de sementes pode provocar fitotoxicidade e conseqüentemente contribuir para a redução da germinação e sobrevivência das plântulas. Além disso, tais produtos podem afetar a saúde humana e animal, pelo manuseio e consumo, para além de contaminação ambiental.

Junior, Pereira e Furiatti (2004), estudando o controle de *S. oryzae*, *S. zeamais*, *R. Dominica* e *Oryzaephilus surinamensis* com fosfina Gastoxin®, em farelo de soja armazenada, constataram 100% de mortalidade em 10 dias de exposição, nas doses de 1, 2, 3, 4 e 5 g i.a/m³ para todas espécies.

Outras alternativas de controle incluem a atmosfera controlada, manipulação da temperatura de armazenagem, entre outras. Ferrari Filho et al. (2011), estudaram a probabilidade de controle de *S. zeamais* em temperaturas baixas (3, 6 e 9°C) e altas (60, 70 e 80°C). Verificaram 100% de controle a 3°C em menos de 30 dias de exposição. Em altas temperaturas, o controle total foi atingido em 210 minutos. Estes autores constataram menores perdas de peso e umidade dos grãos usando maiores temperaturas e menor tempo de exposição dos grãos ao calor. Considerando os resultados deste trabalho, fica evidente a possibilidade de substituição dos inseticidas químicos, porém, em armazenagem de grande escala, torna-se necessário ponderar os custos envolvidos na infra-estrutura e energia necessários ao uso deste método de controle de pragas.

Guedes et al. (1996), avaliaram o efeito de diferentes concentrações de CO₂ e O₂, balanceado com N no controle de *S. zeamais*. Verificaram que 20% de CO₂ controla totalmente os insetos em 5 dias. Associaram 15% de CO₂ com 5% de O₂ tendo obtido 100% de controle em 10 dias, enquanto que com 1% de O₂ sem adição de CO₂, a população da praga foi controlada em 15 dias. A grande limitação da aplicação destes métodos em países em desenvolvimento prende-se à necessidade de unidades armazenadoras herméticas, que possibilitem o controle da atmosfera do armazém, por isso, sua limitação a países desenvolvidos. Isso leva a necessidade de métodos de controle econômica e ambientalmente aceitáveis e que se ajustem aos agricultores dos países em desenvolvimento, o que encoraja ao estudo dos pós inertes.

2.2.3.1 Pós-inertes

Métodos alternativos estão ganhando ênfase, visando reduzir o uso de produtos químicos, o potencial de exposição humana e a velocidade e o desenvolvimento da resistência de pragas a inseticidas (LORINI et al. 2010). Pós-inertes são substâncias provenientes de minerais extraídos de rochas, que moídos e misturados a grãos, causam morte do inseto por dessecação (EBELING, 1971; LORINI, 2010). De acordo com Ebeling (1971), mamíferos e pássaros tomando “banho de pós” tem os pós bem distribuídos pela pele e penas visando uma proteção instintiva contra ectoparasitas.

A forma de organização da camada de lipídios da epicutícula é citada de formas diferentes, porém, sua presença e função como barreira a passagem de água reúne consenso entre os pesquisadores. De acordo com Locke (1965), a barreira à passagem de água pela cutícula, compreende “cristais líquidos” móveis, facilmente removíveis por adsorção. Este autor reitera que a influência de pós sortivos na superfície de ceras epicuticulares, seria pela penetração pelos canais de cera retirando os cristais líquidos, fazendo com que sejam substituídos por água numa taxa que é letal ao inseto.

Ebeling (1971) considera que, pelo fato da barreira na superfície da cutícula ser continua com os canais de cera, é de esperar que caso haja remoção de moléculas de cera, estas possam ser rapidamente substituídas de forma a prevenir dessecação excessiva. Entretanto, dependendo da velocidade de resposta na reposição das ceras por parte do inseto, o que obviamente varia entre espécies, é provável que dependendo do tempo e quantidade de pó que entra em contato com o inseto, este não morra. Porém, insetos que não morrem, pela adesão do pó ao seu corpo, reduzem a habilidade de acasalamento e locomoção, reduzindo a oviposição e progênie (RIBEIRO et al., 2008). As teorias de que pós finos matam insetos por bloqueio de espiráculos, alojamento entre os segmentos incrementando a perda de água, absorção direta de água da cutícula e por ingestão, estão erradas (EBELING, 1971).

Os pós foram bastante usados no controle de pragas de grãos armazenados antes do advento dos químicos sintéticos (EBELING, 1971; LORINI, 2000). Havendo atualmente, uma tendência de retomar seu uso. De acordo com Lorini (2008), já existem formulações comerciais de alguns pós-inertes no Brasil,

nomeadamente as terras de diatomáceas de marca Inseto® e Keepdry®. Existem quatro tipos básicos de pós-inertes: argilas, areia e terra; terra de diatomáceas; sílica aerogel e não derivados da sílica.

De acordo com Ebelling (1971), a atividade inseticida dos pós inertes pode ser afetada por diversos fatores, como a mobilidade dos insetos, número e distribuição de cerdas na cutícula, diferenças qualitativas e quantitativas nos lipídios cuticulares das diferentes espécies de insetos, tempo de exposição e umidade relativa do ar.

2.2.3.1.1 Terra de diatomáceas

A terra de diatomáceas é um pó inerte proveniente de algas de diatomáceas fossilizadas que possui sílica como maior componente, podendo ser de origem marinha ou de água doce. Seu preparo para uso comercial é feito por extração, secagem e moagem do material fóssil, resultando num pó seco, de granulometria fina (LORINI et al., 2010). Esta, adere à cutícula do inseto por carga eletrostática, adsorvendo as ceras da camada lipídica por ação da sílica e/ou provocando abrasão da cutícula, desidratando o inseto, provocando morte por dessecação num período compreendido entre 1 e 7 dias. Trata-se de um produto seguro tanto para operadores como para consumidores do grão, com ação inseticida duradoura, geralmente não perdendo efeito ao longo do tempo de armazenagem (LORINI et al., 2001; JUNIOR et al., 2008; LORINI et al., 2010;). A terra de diatomáceas parece apresentar vantagens claras e comprovadas que incluem o modo simples de aplicação, bastando misturá-la na dose de 1 kg/tonelada de grãos e armazená-los pelo tempo necessário. Ademais, não há necessidade de um período de carência antes do consumo dos grãos, podendo se proceder ao consumo logo após a aplicação do produto, sem causar problemas à saúde humana.

Estudos realizados por Lorini et al (2001) mostram a eficiência da terra de diatomáceas no controle da maioria das pragas de grãos armazenados, sendo a dose 0,1%, 100% eficiente no controle de *S. oryzae* e *R. dominica*. Canappele, Andrade e Santaella (2010), estudando o desempenho da TD (0,005 e 0,0075%) em função da temperatura, constataram cerca de 100% de mortalidade de *S. zeamais* e *S. oryzae* a 35°C em 3 dias, enquanto as mesmas concentrações foram eficientes ao sétimo dia a 25 e 30 °C.

O efeito inseticida da TD em diferentes temperaturas no controle de *Tribolium castaneum* e *R. dominica* resistentes e susceptíveis a fosfina, foi estudado por Conceição et al. (2011), que verificaram padrões de suscetibilidade a TD semelhantes e aumento da mortalidade das populações testadas de *T. castaneum* com a elevação da temperatura, o que não se verificou com *R. Dominica*. Resultados similares foram obtidos por Ceruti (2008), que verificaram efeito significativo da TD em diferentes temperaturas (25 e 30°C) na mortalidade de *S. zeamais*. Constataram ainda controle eficaz da progênie em grãos tratados com TD relativamente à testemunha. Estes e outros estudos confirmam a eficiência da TD no controle de pragas de armazenagem. O que é sustentado pelo fato de vários países terem registrado marcas comerciais de TD e a certificarem como um produto seguro para a saúde humana e para o ambiente. Entretanto, o custo ao produtor, particularmente os mais carentes, exige que alternativas mais baratas e localmente disponíveis, como é o caso dos pós de rocha, sejam consideradas.

2.2.3.1.2 Pós de rocha

O crescimento do preço dos adubos químicos, aliado ao reconhecimento da poluição ambiental que estes causam, tem encorajado o uso dos pós de rocha na agricultura.

Alguns trabalhos vêm mostrando a aplicabilidade de pós de rocha no controle de pragas, sem contaminar os grãos armazenados (SILVA, AHRENS e PAIXÃO, 2010). Por serem ricos em silício, são igualmente associados ao controle de pulgões a campo e à resistência das plantas ao ataque de pragas. Paixão et al. (2009), referem que os subprodutos do Xisto, nomeadamente Xisto retornado, finos de xisto, calxisto e cinza de xisto, vem sendo estudados para o uso em agricultura de base ecológica no controle de doenças e pragas de sementes. Estes autores referem ainda que a cinza de xisto contém alto teor de silício.

O fato destes pós apresentarem em sua composição, altos teores de sílica (Tabela 1) aliado ao efeito abrasivo sobre a cutícula, sugere potencial para adsorção dos lipídios da cutícula, provocando mortalidade dos insetos por desidratação. Contudo, e devido à heterogeneidade na composição das rochas, estudos são necessários visando determinar a eficiência e as doses a usar em cada caso específico de controle de pragas de grãos armazenados.

2.2.3.1.3 *Pó de carvão e cinza de cajueiro*

Argila em pó, areia e terra vêm sendo usados tradicionalmente no controle de pragas de armazenagem, colocando-se uma camada na superfície da massa de grãos. Estes produtos são menos efetivos que a terra de diatomáceas e sílica sintética, e tal como os pós minerais, precisam ser usados em doses muito elevadas (FIELDS e KORUNIC, 2002), geralmente acima de 5% por peso, são necessários para que haja eficiência de controle.

De acordo com Golob (1997), areia, caulim, cinza de casca de arroz, cinza de madeira e argilas, constituem um grupo de materiais comumente usados como protetores de grãos por pequenos agricultores em países em desenvolvimento. Se usados em quantidades elevadas, areia ou cinza de madeira podem efetivamente proporcionar proteção a grãos armazenados em pequenos lotes em pequenas propriedades.

Além disso, o fato de estes materiais serem abrasivos, desempenha papel importante na prevenção do desenvolvimento de insetos, provavelmente por afetarem o movimento e reprodução bloqueando espaços entre os grãos (EBELLING, 1971).

De acordo com De Groot (2003), alguns minerais como areia, cinzas, cal, agem de forma preventiva, preenchendo os espaços entre os grãos, impedindo dessa forma o movimento e dispersão dos insetos. Este autor refere que no Quênia, milho e feijões são empacotados em sacos nos quais se mistura cinza, com adições regulares a cada quatro meses, à medida que esta cai gradualmente para o fundo do saco, fato que lhes permite armazenar o produto por um período superior a 5 anos.

Estes pós continuarão desempenhando papel importante como protetores de grãos em países em desenvolvimento, considerando a disponibilidade na propriedade e o baixo custo relacionado. Porém, sua aplicação se limita a agricultura de pequena escala (GOLOB, 1997).

3 REFERÊNCIAS

- ABEBE, F.; TEFERA, T.; MUGO, S.; BEYENE, S.; VIDAL, S. Resistance of maize varieties to the maize weevil *Sitophilus zeamais* (Motsch.) (Coleoptera:Curculionidae). **African Journal of Biotechnology**. v. 8, n 21, p. 5937-5943, Nov., 2009.
- AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons> Acesso em: 10 out. 2012.
- ANTUNES, L. E. G.; VIEBRANTZ, P. C.; GOTTARDI, R.; DIONELLO, R. G. Características físico-químicas de grãos de milho atacados por *Sitophilus zeamais* durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.6, p.615–620, 2011.
- ARBOGAST, R. T.; THRONE, J. E. Insect infestation of farm-stored maize in South Carolina: towards characterization of a habitat. **Journal of Stored Products Research**. v. 33, n. 3, p. 187–198, 1997.
- BOTTON, M., LORINI, I., AFONSO, P. S. Ocorrência de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) danificando a cultura da videira no Rio Grande do Sul. **Neotrop. Entomol.**, Londrina, v.34, n.2, p. 355-356, abr. 2005.
- BOTTON, M.; LORINI, I.; LOECK, A. E.; AFONSO, A. P. S. Gorgulho do milho *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) como praga em frutíferas de clima temperado. Circular Técnica, ISSN 1808-6810, Bento Gonçalves, RS, Dez. 2005.
- CANAPPELE, M. A. B.; ANDRADE, P. J.; SANTAELLA. Diferentes dosagens de pó inerte e temperaturas em milho armazenado para controle de gorgulho-do-milho. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.4, p.343-347, 2010.
- CAPINERA, J. L. **Encyclopedia of entomology**. University of Florida, 2008. 4411P.
- CERUTI, F.C.; LAZZARI, S.M.N.; LAZARRI, F.A.; PINTO JUNIOR, A.R. Eficácia de terra diatomácea e temperatura para o controle do gorgulho-do-milho em milho armazenado. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.1, p.73-78, 2008.
- CHIRWA, P. W.; HAM, C.; MAPHIRI, S.; BALMER, M. Bioenergy use and food preparation practices of two communities in the Eastern Cape Province of South Africa. **Journal of Energy in Southern Africa**. v. 21, n. 4, nov. 2010.
- CONCEIÇÃO, P. M.; FARONI, L. R. A.; ASOUSA, A. H.; PIMENTEL, M. A. G.; FREITAS, R. S. Diatomaceous earth effects on weevils with different susceptibility standard to phosphine. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n. 3, p. 309–313, 2012.
- CRUZ, J. C., P.FILHO, I. A., PIMENTEL, M. A. G., COELHO, A. M., KARAM, D., CRUZ, I., GARCIA, J. C., MOREIRA, J. A. A., OLIVEIRA, M. F., NETO, M. M. G., ALBUQUERQUE, P. E. P., VIANA, P. A., MENDES, S. M., DA COSTA, R. V.,

ALVARENGA, R. C., MATRANGOLO, W. J. R. **Produção de Milho na Agricultura Familiar**. EMBRAPA Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 2011.

De GROOT, I. **Proteção de grãos de cereais e de leguminosas**. Fundação Agromisa, wageningen, Série-Agrodoc, n.18, 91p, 2003.

DEMARCHI, M. **Análise da conjuntura Agropecuária: Safra 2011/2012**. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento, Departamento de Economia Rural, Paraná, Brasil, 2011.

EBELING, W. Sorptive dusts for pest control. **Annual review of entomology**, v.16, p. 123-158, 1971.

FERRARI FILHO, E.; ANTUNES, L. E. G.; TIECKER, A.; DIONELLO, R. G.; SPOLTI, P. Controle de gorgulho-do-milho submetido ao tratamento térmico. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.10, n.3, p. 196-204, 2011.

FIELDS, P., KORUNIC, Z. Post-Harvested insect control with inert dusts. In: Dekker, M. **Encyclopedia of pest management**. Canada, 2002.

FLORÃO, A; FONSECA, R.V.; LOPES, M.; GABRIEL, M. M. Fosfina: riscos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 101-108, dez. 2004.

FONTES, L. S., ALMEIDA FILHO, A. J., ARTHUR, V. Danos Causados Por *Sitophilus oryzae* (Linné, 1963) e *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1985 (Coleoptera: Curculionidae) Em Cultivares De Arroz (*Oryza sativa* L.). **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, v.70, n.3, jul/set., 2003.

GODFREY, A. J.; DENIS, K.; DANIEL, W.; AKAIS, O. C.; Household Firewood Consumption and its Dynamics in Kalisizo Sub-County, Central Uganda. **Ethnobotanical Leaflets**, v. 14, p. 841-855, 2010.

GOLOB, P. Current Status and Future Inert Dusts for Control of Insects. **Journal of Stored Products Research**, v. 33, n. 1, p. 69-79. 1997.

GROBE-RUSCHKAMP, A.; SEELING, K. **Análise da cadeia de valor do caju em Moçambique**. Iniciativa Africana do Caju, Fev. 2010.

GUEDES, J. V. C.; BORTOLUZZI, G.; BRACHMANN, A.; COSTA, E. C. Controle de *Sitophilus zeamais* Motsch através de diferentes concentrações de CO₂ e O₂. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 26, n. 2, p. 177-180, 1996.

GUZZO, E.C.; ALVES, L. F.A.; ZANIN, A.; VENDRAMIN, J.D. Identificação de materiais de milho resistentes ao ataque de gorgulho *Sitophilus zeamais* (Mots., 1855) (Coleoptera: Curculionidae). **Arq. Inst. Biol.**, São Paulo, abr./jun., 2002.

HOWARD, J; LOW, J; JEJE, J. J; BOUGHTON, J. M.; MAREDIA, M. **Constrangimentos e Estratégias para o Desenvolvimento do Sistema de Sementes em Moçambique**. Relatórios de pesquisa, Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural, Moçambique, jan. 2001.

IKEN, J.E.; AMUSA, N. A. Maize research and production in Nigeria. **African Journal of Biotechnology**, v. 3, n. 6, p. 302-307, jun., 2004.

ILEKE, K. D.; ONI, M. O. Toxicity of some plant powders to maize weevil, *Sitophilus zeamais* (motschulsky) (Coleoptera:Curculionidae) on stored wheat grains (*Triticum aestivum*). **African Journal of Agricultural Research**, v. 6, n.13, p. 3043-3048, jul., 2011.

JUNIOR, A. L. M.; JUNIOR, M. M.; MELO, A. E. B.; BARRETO, H. C. S.; PAIVA, W. R. S. C. Eficiência da terra de diatomácea no controle de *Plodia interpunctella* em milho armazenado. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 39-44, 2008.

KOSSOU, D. K.; BOSQUE-PÉREZ, N.A. insect pests of maize in storage: biology and control. **International Institute of tropical Agriculture**, Nigéria, 28p, 1998.

LOCKE, M. Permeability of insect cuticle to water and lipids. **Science**, v.147, 295 – 298. 1965.

LORINI, I. **Controle integrado de pragas de grãos armazenados**. Passo Fundo: EMBRAPA CNPT, 1998.

LORINI, I. Grãos em má companhia. **Cultivar**, n. 16, p 42 – 44, 2010.

LORINI, I. **Manejo integrado de grãos de cereais armazenados**. Brasil, Passo Fundo, EMBRAPA Trigo, RS. 2008.

LORINI, I.; FERREIRA FILHO, A.; BARBIERI, I.; DEMAMAN, N. A.; MARTINS, R. R. D. Terra de diatomáceas como alternativa no controle de pragas de milho armazenado em propriedade familiar. **Agroecol. e Desenv. Rur. Sustent.**, Porto Alegre, 2001.

LORINI, I.; FERREIRA FILHO, A.; BARBIERI, I.; DEMAMAN, N. A.; MARTINS, R. R. D. Terra de diatomáceas como alternativa no controle de pragas de milho armazenado em propriedade familiar. **Agroecol. e Desenv. Rur. Sustent.**, Porto Alegre, v.2, n.4, p. 32-36, 2001.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. Principais pragas e métodos de controle em sementes durante o armazenamento – série sementes. ISSN 1516-7860, Circular técnica 73, Londrina, Paraná, 2010.

LORINI, I.; SCHNEIDER, S. Pragas de grãos armazenados: resultados de pesquisa. EMBRAPA CNPT, PASSO FUNDO, BRASIL, 47p, 1994.

MAKATE, N. The susceptibility of different maize varieties to postharvest infestation by *Sitophilus zeamais* (MOTSCH) (Coleoptera: Cuculionidae). **Scientific Research and Essay**, v. 5, n. 1, p. 30-34, Jan., 2010.

MAPA. Ministério da Agricultura. **Milho**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/milho>>. Acesso em: 05 jun. 2012.

- MARTINAZZO, A. P.; FARONI, L. R. A.; BERBERT, P. A.; REIS, F. P. Utilização de fosfina em combinação com o dióxido de carbono. Brasília. **Pesq. agropec. bras.**, v.35, n.6, p.1063-1069, 2000.
- MIHALE, M.J.; DENG, A.L.; SELEMANI, H. O.; MUGISHA-KAMATENESI, M.; KIDUKULI, A.W.; OGENDO, J. O. Use of indigenous knowledge in the management of field and storage pests around Lake Victoria basin in Tanzania. **African Journal of Environmental Science and Technology**, v. 3, n. 9, p. 251-259, Sep. 2009.
- MOLE, P.; WEBER, M. O debate sobre o caju em Moçambique: Que vias alternativas? Flash. Ministério da Agricultura e Pescas, Moçambique, 1999.
- NEVES, I. P. **Armazenamento de grãos**. Rede Tecnológica da Bahia RETEC/BA, 2007.
- PAIXÃO, M. F.; AHRENS, D. C.; BIANCO, R.; OHLSON, O. C.; SKORA NETO, F.; SILVA, F. A.; CAIEIRO, J. T.; NAZARENO, N. R. X. Controle alternativo do gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais*, em armazenamento com subprodutos do processamento do xisto, no Paraná, Brasil. **Rev. Bras. De Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.
- PEREIRA, P. R. V. S.; ALMEIDA, L. M. Chaves para identificação dos principais Coleoptera (Insecta) associados com produtos armazenados. **Rev. Bras. Zool.** v. 18, n. 1, p. 271-283, 2001.
- PINTO JUNIOR, A. R. Eficiência de terra de diatomáceas no controle de algumas pragas de milho armazenado a granel. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.15, n.1, p. 61-70, 2008.
- PINTO JUNIOR, A. R.; PEREIRA, P. R. V. S.; FURIATTI, R. S. Eficácia de fosfina no controle de pragas de produtos armazenados em farelo de soja. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v.2, n.2, p. 53-57, jun. 2004.
- PINTO, U. M., FARONI, L. R. D. ALVES, W.M., SILVA, A. A. L. Influência da densidade populacional de *Sitophilus zeamais* (Motsch.) sobre a qualidade do trigo destinado à panificação. **Acta Scientiarum Maringá**, v. 24, n. 5, p. 1407-1412, 2002.
- RIBEIRO, L. P., COSTA, E. C., KARLEC, F., BIDINOTO, V. M. Avaliação da eficácia de pós inertes minerais no controle de *Sitophilus zeamais* Mots (coleoptera: curculionidae). Uruguaiana. **Revista da FZVA**, v.15, n.2, p.19-27. 2008.
- SANTOS, A. K., FARONI, L. R. D., GUEDES, R. N. C., DOS SANTOS, J. P., ROZAZDO, A. F. Nível de dano econômico de *Sitophilus zeamais* (M.) em trigo armazenado. **Rev. Bras. de Eng. Agríc. e Amb.**, v.6, n.2, p.273-279, 2002.
- SANTOS, J. P. Recomendações para o controle de pragas de grãos e de sementes armazenadas. In: BULL, L.T.; CANTARELLA, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafos, p. 197-236, 1993.
- SILVA, D. F. G.; AHRENS, D. C.; PAIXÃO, M, F. Tratamento de grãos de milho com

pós alternativos no controle de pragas de armazenamento. **Cadernos de Agroecologia**, v. 5, n.1, 2010.

SMIDERLE, O.J.; DOS SANTOS FILHO, B. G.; DOS SANTOS, D.S.B.; LOECK, A.E.; DA SILVA, J.B. Qualidade física e fisiológica de sementes de arroz irrigado (*oryza sativa* L.) submetidas ao ataque de *Rhizopertha dominica* fabricius e *Sitophilus* sp. durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 19, n. 1, p.1-8, 1997.

SORI, W.; AYANA, A.; Storage pests of maize and their status in Jimma Zone, Ethiopia. **African Journal of Agricultural research.**, Ethiopia, v. 7, n. 28, p. 4056-4060, jul, 2012.

TEFERA, T.; MUGO, S.; TENDE, R.; LIKHAYO, P. **Mass Rearing of Borers, Maize Weevil, and Larger Grain Borer Insect Pests of Maize**. CIMMYT, Nairobi, Kenya, 2010.

USAID. **Staple Crops Storage Handbook**. August, 2011.

4 ARTIGO

PÓS INERTES NO CONTROLE DE *SITOPHILUS ORYZAE* (COLEOPTERA CURCULIONADAE) EM MILHO ARMAZENADO EM GRÃO

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de pó de basalto – microgabro ultrafino (PR), Cinza de cajueiro (CJ), pó de carvão vegetal (PCV), terra de diatomáceas (TD) e misturas de TD/PR, TD/CJ e TD/PCV no controle de *Sitophilus oryzae* em milho armazenado em grão. Foram realizados dois bioensaios. No primeiro, testaram-se PR, TD, CJ, PCV. O delineamento foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 8x3, procurando-se verificar a interação de PR, PCV e CJ com TD. As parcelas foram subdivididas no tempo, com quatro repetições por tratamento. A testemunha consistiu de grãos de milho não tratados. No segundo, testaram-se PR, PCV e TD. O delineamento foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 7x2, buscando-se verificar a interação entre PR e PCV com TD. As parcelas foram subdivididas no tempo, com quatro repetições por tratamento. A testemunha é como descrito no bioensaio 1. A infestação com insetos adultos foi realizada no dia em que os grãos foram tratados e, repetida, aos 30 e 60 dias. A mortalidade foi avaliada, aos 10 e 20 dias após cada infestação. Insetos emergidos foram contados 40 dias após a segunda avaliação de mortalidade para cada época de infestação. No bioensaio 2, aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos, realizou-se o teste de germinação, com avaliações aos 8 dias. No primeiro bioensaio, PR na dose mais baixa (0,5%), TD (0,1%) e as maiores doses das misturas TD/PR, TD/PCV e TD/CJ apresentaram maior eficiência de controle (acima de 90%) nos três períodos de armazenagem (0, 30 e 60 dias). PR e PCV, misturados ou não com TD, foram eficientes na redução da F1. No segundo bioensaio, PR (0,1; 0,25 e 0,5 %) foi mais eficiente nos três períodos de armazenagem que a maior concentração de PCV (1%). PR, PCV, TD, e misturas entre TD/PR e TD/PCV foram persistentes pelo período avaliado (60 dias). PR, PCV e TD foram eficientes na redução da F1. De forma geral os tratamentos não afetaram a germinação de semente. Deste modo, PR e TD representam uma alternativa viável ao controle de *S.oryzae* no armazenamento de grãos de milho, especialmente em pequenas propriedades e regiões carentes de recursos técnicos e insumos.

Palavras chave: Pragas de grãos. Armazenamento. Controle alternativo. Agricultura familiar .

4.1 INTRODUÇÃO

Sitophilus oryzae é uma das pragas de maior importância econômica em produtos armazenados. É cosmopolita, necessita de curto período de tempo para completar seu ciclo de vida, o que faz com que altas populações sejam atingidas em pouco tempo. É uma praga primária, podendo infestar grãos inteiros, favorecendo a ocorrência de pragas secundárias.

As formas de controle usadas variam bastante entre as regiões. De forma geral, o controle químico tem sido o mais adotado, geralmente aplicado de forma preventiva utilizando inseticidas líquidos pulverizados sobre os grãos à entrada na unidade armazenadora (ARTHUR, 1994; COLLINS, 1994). Em grãos já infestados, geralmente se recorre ao expurgo à base de fosfina (CALIBOSO, NAKAHAMA e KAWASHIMA, 1994; CARMI et al, 1994; BANKS, 1994).

Os desequilíbrios ecológicos causados pelo uso inadequado destes produtos levam à necessidade de se repensarem as táticas de controle usadas no manejo de pragas, principalmente quando se trata de produtos prontos para o consumo, cuja tolerância à presença quer de resíduos de agrotóxicos quanto de insetos deve ser zero. O crescimento da conscientização dos consumidores, na procura de produtos mais saudáveis é uma prova disso (PORTO e SOARES, 2012).

Os pós-inertes, constituem uma alternativa válida na proteção de grãos armazenados contra pragas. Seu efeito inseticida é conhecido há já muito tempo pelas sociedades (EBELLING, 1971; GOLOB, 1997). Ebellling (1971), refere que insetos e outros artrópodes estão protegidos de uma taxa letal de dessecação por uma camada lipídica superficial com cerca de $0,25\mu$ de espessura, e em função da facilidade com que esta camada protetora pode ser absorvida ou rompida, fica visível que pouco esforço foi direcionado com o objetivo de explorar o potencial econômico deste método de controle dos insetos praga.

Além disso, alguns países são importadores de inseticidas químicos, o que cria dependência em relação aos países produtores, além, de pesar na balança de pagamentos e limitar o seu acesso a pessoas com determinado poder de compra.

Por outro lado, populações rurais em certos Distritos de Moçambique, usam ramos secos de cajueiro como combustível na confecção de alimentos, obtendo a cinza como sobra. Adicionalmente, é comum em algumas

regiões do país supracitado, a produção de carvão vegetal pelas populações rurais. Isto torna estes produtos facilmente acessíveis na propriedade rural, podendo ser usados na armazenagem de produtos agrários. Assim, este trabalho tem por objetivo avaliar a eficiência de Pós de rocha (Basalto – microgabro ultrafino), pó de carvão, cinzas de cajueiro e a mistura destes com terra de diatomáceas no controle de *S. oryzae* em milho armazenado em grão.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

4.2.1 Criação de *Sitophilus Oryzae*

Os insetos adultos de *S. oryzae* utilizados no experimento, foram obtidos da criação da EMBRAPA/Soja e multiplicados em trigo da cultivar BRS Pardela, produzido sem aplicação de veneno, em câmara climatizada ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e fotofase de 12 horas). Para tal, colocou-se 200 g de trigo em potes plásticos com capacidade para 0,5 litros. Adicionou-se 250 insetos e tapou-se com tecido de filó fixado com elástico do tipo látex para permitir as trocas gasosas. Após 15 dias, retirou-se todos os insetos adultos dos potes deixando-se os grãos por 40 dias para a emergência de insetos adultos. Nos experimentos foram utilizados insetos com no máximo 15 dias de diferença de idade.

4.2.2 Preparo dos Materiais Usados nos Experimentos

A composição química e granulométrica de TD e PR foram determinadas por espectrometria de fluorescência de raios X, nos Laboratórios de Física Nuclear Aplicada (LFNATEC) da Universidade Estadual de Londrina (UEL) e de Análise de Minerais e Rochas (LAMIR) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), respectivamente. Os resultados da composição química são apresentados na Tabela 1.

Para o cálculo do peso específico os pós foram primeiramente colocados em copos plásticos com capacidade para 50 ml e pesados. Os pesos específicos foram 860, 260, 180 e 160 g/l, respectivamente para PR, PCV, CJ e TD. Em termos de peso relativo (peso PR/peso de PCV, CJ ou TD), PR para o mesmo volume de PCV, CJ e TD são necessários 3,30; 4,77 e 5,375 vezes mais PR respectivamente.

Para as avaliações da eficiência dos pós, foram utilizados PR e TD com 51,57 e 88,89% de dióxido de sílica. A granulométrica média de PR foi determinada no LAMIR-UFPR, como sendo de 20 μm . Já a de TD é de 5 μm (ALVES, OLIVEIRA e NEVES, 2008).

O PR usado (Basalto–microgabro ultrafino) foi coletado como resíduo da Pedreira Luzia, Paula Freitas-PR. A terra de diatomáceas é de marca comercial Keepdry®. A cinza de cajueiro foi obtida por combustão de ramos de cajueiro. O pó de carvão foi produzido num moinho do tipo MR 340 usando carvão vegetal. Todos os materiais foram conservados em recipientes separados, fechados e mantidos em condição ambiente no laboratório, até serem usados.

Tabela 1 - Composição química da terra de diatomáceas (Keepdry®) e pó de basalto microgabro ultrafino.

Constituintes	PR (%) ¹	TD (%) ²
SiO ₂	51,57	88.893
Al ₂ O ₃	13,99	9.045
Fe ₂ O ₃	12,58	0.811
CaO	7,68	0.298

Fonte: ¹LAMIR – UFPR. ²LFNATEC-UEL

O milho, da cultivar IPR 114, utilizado nos experimentos, foi produzido sem aplicação de veneno e selecionado manualmente de forma a não incluir grãos quebrados no lote. Foi colocado por uma semana em congelador (-18°C) para eliminar possíveis infestações de insetos. Em seguida pesou-se 32 gramas para avaliação do teor de umidade num medidor GEHAKA AGRI G600, sendo o milho deixado em estufa a 60°C por duas horas em seguida mediu-se novamente o teor de umidade, que estabilizou no intervalo de 12-13%.

4.2.3 Bioensaios

Os bioensaios foram conduzidos em câmaras climatizadas (25 \pm 2°C e fotófase de 12 horas). Foram instalados dois bioensaios, avaliando doses diferentes de pós e cinza, separadamente e em mistura com terra de diatomáceas,

¹ Laboratório de Análise de Minerais e Rochas da Universidade Federal do Paraná.

² Laboratório de Física Nuclear Aplicada da Universidade Estadual de Londrina.

no controle de insetos adultos *S. oryzae*. Primeiro foi instalado o bioensaio 1, no qual não se verificou diferenças significativas entre as concentrações de PR (0,5; 1 e 2%) testadas, tendo sido todas eficientes no controle de *Sitophilus oryzae*. Isso trouxe a necessidade de se determinar a concentração de PR que fosse eficiente e econômica, daí resultou a realização do segundo bioensaio, no qual foram testadas concentrações deste pó inferiores as testadas no primeiro. Foi igualmente reduzida a maior concentração de TD (0,1%) usada no primeiro bioensaio, para 0,05% no segundo. Assim, os experimentos ficaram estruturados como a seguir:

4.2.3.1 Bioensaio 1

Foram testados pó de basalto - microgabro ultrafino (PR), pó de carvão de *Eucalyptus citriodora* (PCV), cinza de cajueiro (CJ), terra de diatomáceas (TD) e misturas destes no controle de *S. oryzae*. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 8x3, em parcelas subdivididas no tempo (infestação em três épocas diferentes), com quatro repetições por tratamento. Assim, os pós inertes foram separados em dois grupos (fatores), objetivando-se verificar a interação da TD com os demais pós testados. O primeiro fator foi constituído por PR nas concentrações de 0,5; 1 e 2%, PCV e CJ com 1 e 2% e o segundo por TD a 0; 0,05 e 0,1%.

Para aplicação dos tratamentos, pesou-se e adicionou-se 1 Kg de milho em sacolas plásticas transparentes. Em cada sacola, adicionou-se um tipo de tratamento e agitou-se manualmente por 2 minutos. A testemunha consistiu de grãos de milho não tratados. Após agitação, retirou-se 50 g de milho para potes de vidro (250 ml) nos quais se adicionou 20 insetos adultos não sexados por pote e tampou-se com tecido de filó fixado com elástico (látex). As infestações foram realizadas no dia em que os grãos foram tratados, e repetidas 30 e 60 dias depois.

4.2.3.1.1 Avaliação da mortalidade, emergência e mortalidade de pós emergência

Aos 10 e 20 dias após cada infestação dos grãos, quantificou-se os insetos mortos em cada pote. Todos os insetos (vivos e mortos) foram retirados dos potes após a segunda avaliação (aos 20 dias), mantendo somente os grãos tratados por mais 40 dias para avaliação da emergência e mortalidade pós-emergência de insetos adultos.

4.2.3.1.2 *Observação ao microscópio eletrônico de varredura (MEV)*

Para as observações ao Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), selecionou-se insetos mortos em cada tratamento. Estes foram colocados nos porta-amostras (“Stubs”) utilizando fita de carbono. Em seguida foram recobertos com uma camada de ouro de 25 nm de espessura utilizando-se o SPUTTER (BALTEC modelo SCD-050). As amostras foram analisadas em Microscópio Eletrônico de Varredura FEI QUANTA 200. As imagens dos insetos metalizados foram registradas por fotomicrografias digitais.

4.2.3.2 Bioensaio 2

Para aplicação dos tratamentos, procedeu-se da mesma forma descrita para o bioensaio 1. Os tratamentos foram à base de PR, PCV, TD e misturas de PR e PCV com TD. Foi usada uma testemunha composta por grãos de milho não tratados. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 7x2 em parcelas subdivididas no tempo (infestações aos 0, 30 e 60 dias após tratamento dos grãos), com 4 repetições por tratamento.

Tal como no bioensaio 1, os pós inertes foram separados em 2 grupos (fatores), objetivando-se verificar a interação da TD com os demais pós testados. Assim, o primeiro fator foi constituído por PR nas concentrações de 0,1; 0,25 e 0,5%, e PCV com 0,25; 0,5 e 1% e o segundo por TD com 0 e 0,05%. Neste bioensaio, as concentrações dos pós-inertes foram inferiores as do primeiro bioensaio, pois, objetivou-se determinar a menor concentração ou mistura que eficiente, conforme explicado em 4.2.3.

As infestações foram realizadas no dia em que os grãos foram tratados, e repetidas 30 e 60 dias depois. As avaliações foram feitas do mesmo modo descrito para o primeiro bioensaio.

4.2.3.2.1. *Teste de germinação de sementes*

Foi realizado, 90 dias após o tratamento dos grãos, um teste de germinação objetivando avaliar se esta foi de alguma forma afetada pelos tratamentos. Foram usados grãos tratados e conservados por 90 dias em câmara climatizada ($25\pm 2^{\circ}\text{C}$ e fotofase 12h). Retirou-se 20 sementes de lotes tratados com

as maiores concentrações dos pós testados, assim usou-se 0,5% de PR, 1% de PCV; 0,05 % de TD, mistura de 0,05 % de TD com 0,5% de PR, mistura de 0,05 % de TD com 1% de PCV e testemunha (grãos não tratados). Colocou-se cada lote tratado em Gerbox com papel umedecido. O material foi acondicionado em germinador do tipo De Leo. Após 8 dias, procedeu-se a contagem de sementes germinadas (BRASIL, 2009).

4.2.3.3 Análise de dados

Os dados de contagem de insetos e sementes germinadas foram analisados no programa SISVAR, onde foram transformados pela raiz quadrada de $x+0,5$, submetidos a análise de variâncias e comparação de médias pelo teste de TUKEY ($p<0,05$) para a mortalidade e germinação de insetos e pelo teste de DUNCAN para a mortalidade pós emergência.

4.2.3.4 Cálculo da eficiência dos tratamentos

Calculo da eficiência de controle de *Sitophilus oryzae*

A eficiência dos tratamentos foi determinada pela formula de Abbott:

$$E\% = [(T-Tr)/T]*100, \text{ onde:}$$

T – número de insetos vivos na testemunha;

Tr – número de insetos vivos no tratamento.

Emergência percentual em relação à testemunha

No cálculo da emergência média porcentual (EM), assumiu-se que o numero de insetos emergidos na testemunha, equivale a 100%, assim:

$$EM (\%)= E.Tr*100\%/E.T$$

onde:

E.Tr – Número médio de insetos emergidos em cada tratamento;

E.T – Número médio de insetos emergidos na testemunha.

No cálculo da percentagem de insetos mortos após emergirem, assumiu-se que o numero de insetos emergidos por cada tratamento equivale a 100%.

4.3 RESULTADOS

4.3.1 Bioensaio 1

4.3.1.1 Mortalidade de *sitophilus oryzae*

Considerando os três produtos (PR, PCV e CJ) aplicados isoladamente, na avaliação aos 10 dias, nas infestações aos 0, 30 e 60 dias verificou-se maior eficiência no controle de *S. oryzae* no tratamento com PR. PCV e CJ não produziram proteção satisfatória dos grãos, entretanto, foram superiores quando comparados à testemunha na infestação aos 0 dias. Nas infestações aos 30 e 60 dias, PCV e CJ não diferiram da testemunha (Tabela 2).

Na avaliação aos 20 dias após a aplicação, PR isoladamente continuou apresentando maior eficiência em relação aos demais tratamentos. Já PCV e CJ tiveram a eficiência aumentada em relação à avaliação aos 10 dias e foram superiores à testemunha, em todas infestações, exceto para PCV (2%) que não diferiu da testemunha na infestação aos 60 dias. Na mesma infestação, a mortalidade provocada por PCV (2%) (41,57%) foi maior que a verificada para CJ a 1 e 2 % (20,78%). Já nas infestações aos 30 e 60 dias, PCV e CJ não diferiram entre si.

Para os tratamentos aplicados isoladamente, nas duas avaliações somente a eficiência de PR em qualquer uma das concentrações e épocas de infestação pode ser considerada satisfatória, pois ficou acima de 89%. Ao compararmos os tratamentos aplicados de forma isolada com a TD também aplicada isoladamente somente o tratamento PR foi comparável à maior concentração de TD (0,1%) em todas as avaliações e épocas de infestação sendo sempre superior mesmo na concentração de 0,5% à menor concentração de TD (0,05 %).

Não se verificou diferença na eficiência das misturas TD/PR em relação à TD e PR isoladamente, em todas infestações (0, 30 e 60 dias) e avaliações (10 e 20 dias). Já nas misturas de TD (0,05 %) com PCV (1 e 2 %) houve aumento

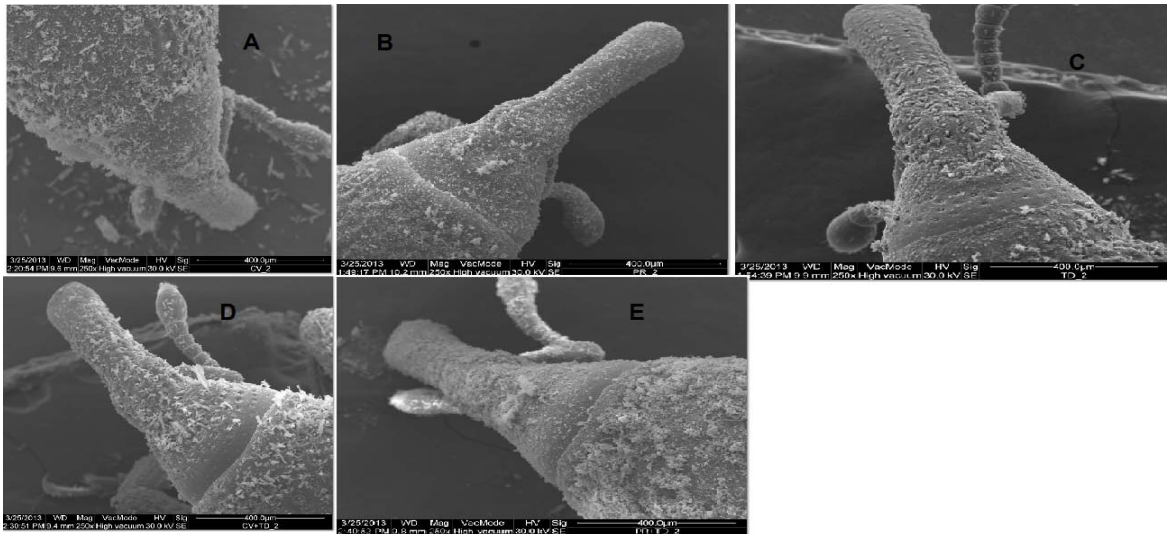
da eficiência de controle em relação à PCV. Porém, não o suficiente para garantir ótima proteção dos grãos, com exceção da mistura de TD (0,05 %) com PCV (1 e 2 %) na avaliação aos 20 dias em grãos infestados aos 0 dias, que não diferiu dos melhores tratamentos. A mistura de PCV com TD (0,1 %) não diferiu dos melhores tratamentos em termos de eficiência de controle, na avaliação aos 20 dias, em todas infestações.

No caso da mistura de TD/CJ, houve aumento da eficiência de controle em comparação com CJ isoladamente. A mistura de CJ com a maior dose de TD (0,1%) foi mais eficiente que com a menor (0,05% de TD). Verificou-se controle satisfatório da mistura TD (0,01%)/CJ (1 e 2%) apenas na avaliação aos 20 dias, não diferindo dos melhores tratamentos, exceto a mistura de TD (0,1%)/CJ (1%) nas infestações aos 30 e 60 dias.

De forma geral, constatou-se que TD, PR, misturas de TD (0,1%) com PR, PCV e CJ, apresentaram níveis satisfatórios de controle, não diferindo entre si. Verificou-se igualmente redução da eficiência de controle ao longo do período de armazenagem (0 a 60 dias) por parte dos tratamentos TD (0,05%)/PCV (1 e 2%), TD (0,05%)/CJ (1%), TD (0,1%)/CJ(1 e 2%) aos 10 dias após infestação e PCV (2%), TD (0,05%)/PCV (1 e 2%), TD (0,1%)/PCV (1%), TD (0,1%)/CJ (1 e 2%), que foram os tratamentos menos persistentes no controle de *S. oryzae*, com exceção da mistura de TD (0,05 %)/CJ (1%) onde se observou aumento significativo de eficiência de controle.

Da microscopia eletrônica de varredura, verificou-se alta concentração dos pós de PR, PCV, TD e as respectivas misturas na cutícula do inseto (Figura 1F e 1C respectivamente), justamente os tratamentos que apresentaram maior eficiência de controle de *S. oryzae*, excetuando PCV.

Figura 1 - Deposição dos produtos testados sobre a cutícula de *Sitophilus oryzae*.



A – Pó de carvão; B – Pó de rocha; D – Cinza de cajueiro; C – Terra de diatomáceas; D - Mistura de pó de carvão e terra de diatomáceas; E – Mistura de Pó de rocha e Terra de diatomáceas.

Tabela 2 - Percentagem de eficiência de controle ($X \pm EP$) de adultos de *Sitophilus oryzae* aos 10 e 20 dias após infestação de grãos de milho tratados e armazenados por 0, 30 e 60 dias ($25 \pm 2^\circ C$).

Tempo de armazenagem	Dose TRAT ¹ (%)	Dias de avaliação																								
		10									20															
		0 ²			0,05			0,1 ³			0			0,05			0,1									
*0 Dias	2	93,67	±	0,48	Aa	100,00	±	0,00	Aa	97,46	±	0,29	Aa	94,80	±	0,58	Aa	100,00	±	0,00	Aa	98,70	±	0,25	Aa	
	PR	1	94,94	±	1,00	Aa	93,67	±	0,94	Aa	96,20	±	0,25	Aa	94,80	±	1,00	Aa	97,40	±	0,50	Aa	100,00	±	0,00	Aa
		0,5	89,87	±	0,82	Aa	98,73	±	0,25	Aa	94,94	±	0,41	Aa	96,10	±	0,25	Aa	98,70	±	0,25	Aa	98,70	±	0,25	Aa
	PCV	2	17,72	±	0,85	Bb	69,62	±	1,47	Ab	78,48	±	0,85	Aab	41,56	±	1,93	Bb	93,51	±	0,75	Aab	88,31	±	0,85	Aa
		1	15,19	±	0,63	Bb	63,29	±	0,75	Ab	69,62	±	1,29	Ab	27,27	±	1,41	Bbc	90,91	±	0,85	Aab	93,51	±	0,63	Aa
	CJ	2	16,46	±	0,29	Cb	32,91	±	0,85	Bc	69,62	±	1,08	Ab	20,78	±	0,63	Cc	50,65	±	1,94	Bc	94,81	±	0,58	Aa
		1	11,39	±	0,64	Cb	33,44	±	0,48	Bc	64,56	±	0,71	Ab	20,78	±	0,63	Cc	68,83	±	1,58	Bbc	94,81	±	0,70	Aa
TEST	-	0,00	±	0,00	Cc	59,49	±	0,41	Bb	93,67	±	0,75	Aa	0,00	±	0,00	Cd	79,22	±	0,91	Bab	96,10	±	0,75	Aa	
CV (%) = 6,79												CV (%) = 7,33														
*30 dias	2	97,47	±	0,29	Aa	93,67	±	0,48	Aa	98,73	±	0,25	Aa	98,70	±	0,25	Aa	97,40	±	0,28	Aa	100,00	±	0,00	Aa	
	PR	1	92,41	±	0,65	Aa	93,67	±	0,48	Aa	98,73	±	0,25	Aa	94,81	±	0,40	Aa	96,10	±	0,47	Aa	100,00	±	0,00	Aa
		0,5	91,14	±	0,63	Aa	97,46	±	0,50	Aa	100,00	±	0,00	Aa	96,10	±	0,47	Aa	97,40	±	0,50	Aa	100,00	±	0,00	Aa
	PCV	2	25,32	±	0,48	Cc	54,43	±	0,78	Bb	77,22	±	0,65	Aabc	7,79	±	0,62	Bb	68,83	±	1,47	Abc	84,42	±	0,40	Aab
		1	7,59	±	0,75	Cbc	43,04	±	0,25	Bbc	72,15	±	1,04	Aabc	10,39	±	0,47	Cb	70,13	±	0,62	Bb	89,61	±	1,41	Aab
	CJ	2	12,66	±	0,85	Cb	31,65	±	1,55	Bc	64,56	±	0,82	Abc	10,39	±	0,25	Cb	36,36	±	1,43	Bd	81,82	±	0,86	Aab
		1	7,59	±	0,48	Cbc	25,32	±	0,48	Bc	60,76	±	1,75	Ac	10,39	±	0,25	Cb	49,35	±	1,10	Bcd	71,43	±	1,25	Ab
TEST	-	0,00	±	0,00	Cc	59,49	±	0,91	Bb	91,14	±	0,85	Aab	0,00	±	0,00	Bc	77,92	±	0,85	Aab	94,81	±	0,40	Aa	
CV (%) = 9,10												CV (%) = 6,61														

Tabela 2. Cont...

tempo de armazenagem		Dias de avaliação																								
		10									20															
Dose TRAT ¹ (%)	Dose (%)	TD (%)						TD (%)																		
		2 0			0,05			3 0,1			0			0,05			0,1									
*60 Dias	PR	2	91,14	±	0,25	Aa	97,47	±	0,41	Aa	100,00	±	0,00	Aa	94,81	±	0,41	Aa	96,10	±	0,48	Aa	100,00	±	0,00	Aa
		1	92,20	±	0,25	Aa	97,47	±	0,29	Aa	97,47	±	0,29	Aa	98,70	±	0,25	Aa	98,70	±	0,25	Aa	98,70	±	0,25	Aa
		0,5	92,41	±	0,65	Aa	97,47	±	0,29	Aa	92,41	±	0,29	Aab	94,81	±	0,41	Aa	100,00	±	0,00	Aa	96,10	±	0,48	Aa
	PCV	2	2,53	±	0,48	Cc	48,10	±	0,75	Bb	83,54	±	0,95	Aab	9,09	±	0,65	Cbc	62,34	±	0,48	Bbc	93,51	±	0,95	Aa
		1	3,80	±	0,71	Cbc	43,04	±	1,18	Bbc	82,28	±	1,50	Abc	14,29	±	1,04	Cb	55,84	±	0,65	Bbc	89,61	±	0,41	Aa
		CJ	2	11,39	±	0,95	Cb	29,11	±	0,41	Bcd	50,63	±	0,75	Acd	14,29	±	0,95	Cb	40,26	±	0,71	Bc	77,92	±	2,29
	1	6,33	±	0,50	Cbc	20,25	±	0,85	Bd	37,97	±	0,25	Ad	11,69	±	0,58	Bb	44,16	±	1,65	Ac	44,16	±	0,95	Ab	
TEST	-	0,00	±	0,00	Cc	54,43	±	1,22	Bb	91,14	±	0,47	Aab	0,00	±	0,00	Cc	71,43	±	1,71	Bab	97,40	±	0,29	Aa	
CV (%) =8,41												CV (%) = 8,68														

4.3.1.2 Emergência de *sitophilus oryzae*

De forma geral, na avaliação realizada 60 dias após o tratamento dos grãos, verificou-se menor emergência de insetos adultos que se traduz em maior eficiência de proteção dos grãos de milho tratado com 0,5; 1 e 2% de PR respectivamente com 5,53; 6,38 e 4,25% de emergência em relação à testemunha (Tabela 3). Na mistura 0,5; 1 e 2% de PR com 0,05 % de TD a porcentagem de emergência foi respectivamente de 4,68; 7,65 e 2,12% e com 0,1 % de TD respectivamente de 7,23; 4,68 e 2,97%.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos de PR isolado e em mistura com TD ou TD (0,1%) em todas as avaliações 60, 90 e 120 dias. Em relação aos outros tratamentos PCV e CJ sozinhos ou em mistura com TD, o tratamento PCV sozinho aos 60 dias foi o único que não deferiu de TD e de PR sozinho e em mistura com TD. Entretanto, a porcentagem de emergência em relação à testemunha foi de 18,29% o que pode ser considerado elevado. Já quando em mistura com TD a 0,05 ou 0,1 % os resultados não diferiram dos melhores tratamentos TD e PR sozinhos ou em mistura. Já para o tratamento CJ sozinho, mesmo sendo diferente da testemunha em todas as avaliações não produziu proteção satisfatória dos grãos. Já em mistura com TD os resultados foram melhores, mas inferiores aos observados nos outros tratamentos e, na maioria das avaliações, com menor proteção do que a TD sozinha nas diferentes concentrações.

Tabela 3 - Numero médio (n) e percentagem (E%±EP) de adultos emergidos de *Sitophilus oryzae* em relação à testemunha, aos 60, 90 e 120 dias após infestação de grãos de milho (25±2°C).

Periodo de emergencia	TRAT ¹	Dose (%)	TD (%)											
			0				0,05				0,1			
			n ²	E% ³			n	E%			N	E%		
*60 dias	PR	2	2,50	4,26 ± 0,96	Aa	1,25	2,13 ± 0,75	Aa	1,75	2,98 ± 0,48	Aa			
		1	3,75	6,38 ± 1,55	Aab	4,50	7,66 ± 1,04	Aab	2,75	4,68 ± 0,48	Aa			
		0,5	3,25	5,53 ± 1,11	Aa	2,75	4,68 ± 0,48	Aab	4,25	7,23 ± 1,31	Aab			
	PCV	2	10,75	18,30 ± 2,95	Aab	5,50	9,36 ± 2,36	Aab	4,75	8,10 ± 0,85	Aab			
		1	14,75	25,11 ± 1,84	Bbcd	4,00	6,81 ± 0,41	Aab	3,25	5,53 ± 0,48	Aab			
	CJ	2	20,25	34,47 ± 8,91	Acd	23,50	40,00 ± 8,35	Ac	21,00	35,74 ± 6,81	Ac			
		1	31,50	53,62 ± 5,92	Ad	13,00	22,13 ± 4,43	Bbc	15,75	26,81 ± 4,87	Bbc			
	TEST	-	58,75	100,00 ± 0,00	Ae	10,75	18,30 ± 2,84	Bbc	3,00	5,11 ± 0,71	Bab			
CV (%) = 30,46														
*90 dias	PR	2	2,50	4,05 ± 1,32	Aa	2,50	4,05 ± 1,04	Aa	2,50	4,05 ± 0,96	Aa			
		1	4,00	6,48 ± 0,91	Aa	3,25	5,26 ± 1,03	Aa	2,00	3,24 ± 0,71	Aa			
		0,5	4,75	7,69 ± 1,25	Aab	5,00	8,10 ± 0,71	Aab	4,50	7,29 ± 1,55	Aab			
	PCV	2	7,25	11,74 ± 2,14	Aab	5,50	8,91 ± 1,04	Aab	4,25	6,88 ± 0,85	Aab			
		1	7,75	12,55 ± 2,10	Aab	2,25	3,64 ± 0,48	Ba	2,50	4,05 ± 0,87	Ba			
	CJ	2	12,00	19,43 ± 2,16	ABb	18,0	29,15 ± 4,97	Ac	8,75	14,17 ± 0,85	Bbc			
		1	31,50	51,01 ± 4,13	Ac	5,25	8,50 ± 1,11	Cab	15,50	25,10 ± 3,77	Bc			
	TEST	-	61,75	100,00 ± 0,00	Ad	10,75	17,41 ± 1,93	Bc	3,00	4,86 ± 0,41	Cab			
CV (%) = 22,61														

Tabela 3. Cont...

Período de emergência	TRAT ¹	Dose (%)	TD (%)												
			0				0,05				0,1				
			n ²	E% ³			n	E%			n	E%			
*120 dias	PR	2	3,75	6,25	± 0,85	Aa	1,00	1,67	± 0,71	Aa	3,00	5,00	± 0,91	Aa	
		1	2,50	4,17	± 1,08	Aa	5,50	9,17	± 1,85	Aab	5,50	9,20	± 0,65	Aab	
		0,5	2,50	4,17	± 0,29	Aa	5,25	8,75	± 0,48	Aab	4,25	7,08	± 2,29	Aab	
	PCV	2	12,25	20,42	± 1,89	Ab	6,50	10,83	± 1,50	Aabc	5,25	8,75	± 0,75	Bab	
		1	19,00	31,67	± 1,91	Abc	4,75	7,92	± 0,85	Bab	4,25	7,08	± 0,85	Bab	
	CJ	2	16,50	27,50	± 3,97	Abc	16,75	27,92	± 6,43	Ac	11,75	19,58	± 3,50	Ab	
		1	25,25	42,08	± 3,09	Ac	10,00	16,67	± 1,29	Bbc	10,00	16,67	± 1,58	Bab	
		TEST	-	60,00	100,00	± 0,00	Ad	9,25	15,42	± 2,92	Bbc	4,75	7,92	± 0,85	Bab
	CV (%) = 24,17														

¹ PR – pó de rocha basáltica (microgabro ultrafino). PCV – Pó de carvão de *Eucalyptus citriodora*. CJ – cinza de cajueiro *Anacardium occidentale*. TD – terra de diatomáceas.

² Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

³ Valores em negrito mostram os tratamentos que observaram variação significativa entre os períodos de avaliação (60, 90 e 120 dias).

*dias após a primeira infestação (zero dias após tratamento)

4.3.1.3 Mortalidade pós emergência

Ao analisarmos os três produtos (PR, PCV e CJ) aplicados isoladamente observamos que sempre o CJ mostrou tendência de ser menos eficiente no controle dos insetos que emergiram dos grãos tratados em todas as avaliações, mesmo sem se observar diferença estatística. Por outro lado, PR mostrou uma tendência de ser superior no controle dos insetos emergidos, também sem se observar diferença significativa. Quando em mistura com TD a 0,05 e 0,1% houve uma tendência de maior controle dos insetos quando em mistura com PR em relação à mistura com PCV e CJ (Tabela 4). Entretanto, nas misturas também não se observou diferença estatística.

Tabela 4 - Número médio (n) e porcentagem (E%±EP) de adultos mortos após emergência de *Sitophilus oryzae* em relação aos emergidos em cada tratamento, aos 60, 90 e 120 dias após infestação de grãos de milho (25±2°C).

Período de emergência	TRAT ¹	Dose (%)	TD (%)											
			0			0,05			0,1					
			n ²	E% ³	n	E%	N	E%						
*60 dias	PR	2	1,50	60,00 ± 0,65	Aa	1,25	100,00 ± 0,75	Aa	1,75	100,00 ± 0,48	Aa			
		1	3,00	80,00 ± 1,58	Aa	3,50	77,78 ± 0,87	Aa	1,50	54,55 ± 0,29	Aa			
		0,5	2,50	76,92 ± 1,04	Aa	2,00	72,72 ± 0,71	Aa	1,75	41,18 ± 0,48	Aa			
	PCV	2	5,50	51,16 ± 1,71	Aa	3,50	63,64 ± 1,19	Aa	2,75	57,89 ± 0,85	Aa			
		1	9,50	64,41 ± 2,99	Aa	1,54	38,50 ± 0,29	Ba	2,25	69,23 ± 0,25	Aa			
	CJ	2	7,50	37,04 ± 3,28	Aa	12,50	53,19 ± 3,12	Aa	10,00	47,62 ± 2,04	Aa			
		1	15,50	49,21 ± 2,40	Ba	8,25	63,46 ± 3,57	Aa	9,25	58,73 ± 2,86	Bba			
	TEST	-	16,50	28,09 ± 3,52	Aa	7,75	72,09 ± 1,70	Aa	2,50	83,33 ± 1,04	Aa			
CV (%) = 32,34														
*90 dias	PR	2	1,25	50,00 ± 0,48	Aa	1,50	60,00 ± 1,19	Aa	1,75	70,00 ± 0,63	Aa			
		1	2,50	62,50 ± 0,65	Aa	2,50	76,92 ± 0,65	Aa	1,00	50,00 ± 0,41	Aa			
		0,5	2,50	52,63 ± 0,65	Aa	2,50	50,00 ± 0,96	Aa	1,75	38,89 ± 0,85	Aa			
	PCV	2	4,50	62,07 ± 1,26	Aa	3,75	68,18 ± 0,75	Aa	2,25	52,94 ± 0,48	Aa			
		1	0,75	9,68 ± 0,48	Aa	1,75	77,78 ± 0,48	Aa	1,75	70,00 ± 0,63	Aa			
	CJ	2	2,50	20,83 ± 1,32	Ba	8,50	47,22 ± 2,84	Aa	7,75	88,57 ± 0,85	Aa			
		1	10,00	31,75 ± 3,16	Ba	4,50	85,71 ± 1,32	Aa	7,50	48,39 ± 0,29	Bba			
	TEST	-	7,00	11,34 ± 2,04	Ca	10,00	93,02 ± 1,68	Aa	1,75	58,33 ± 0,25	Ba			
CV (%) = 28,56														

Tabela 4. Cont...

Período de emergência	TRAT ¹	Dose (%)	TD (%)											
			0				0,05				0,1			
			n ²	E% ²	n	E%	n	E%	n	E%				
*120 dias	PR	2	2,50	66,67 ± 0,96	Aa	0,75	75,00 ± 0,48	Aa	1,50	50,00 ± 0,50	Aa			
		1	2,00	80,00 ± 0,82	Aa	3,25	59,09 ± 1,44	Aa	1,75	31,82 ± 0,48	Aa			
		0,5	1,50	60,00 ± 0,65	Aa	1,75	33,33 ± 0,48	Aa	1,75	41,18 ± 0,48	Aa			
	PCV	2	3,00	24,49 ± 0,41	Aa	3,50	53,85 ± 0,29	Aa	2,00	38,10 ± 0,71	Aa			
		1	2,75	14,47 ± 0,85	Aa	2,25	47,37 ± 0,48	Aa	2,25	52,94 ± 0,48	Aa			
	CJ	2	2,50	15,15 ± 0,65	Ba	14,75	88,06 ± 2,87	Aa	5,50	46,81 ± 2,02	Ba			
		1	3,50	13,86 ± 1,32	Aa	4,50	45,00 ± 0,87	Aa	6,00	60,00 ± 1,47	Aa			
	TEST	-	10,75	17,92 ± 3,17	Aa	5,50	59,46 ± 1,19	Aa	2,50	52,63 ± 0,87	Ba			

CV (%) = 28,58

¹ PR – pó de rocha basáltica (microgabro ultrafino). PCV – Pó de carvão de *Eucalyptus citriodora*. CJ – cinza de cajueiro *Anacardium occidentale*. TD – terra de diatomáceas.

² Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

³ Valores em negrito mostram os tratamentos que observaram variação significativa entre os períodos de avaliação (60, 90 e 120 dias).

*dias após a primeira infestação (zero dias após tratamento)

4.3.2 Bioensaio 2

4.3.2.1 Mortalidade de *sitophilus oryzae*

Observou-se que PR e PCV isoladamente, não produziram controle satisfatório nas avaliações aos 10 dias em todos os períodos de infestação (0, 30 e 60 dias), porém, PR na maior concentração (0,5%) deferiu apenas de PCV (0,25%) na infestação aos 0 dias e da testemunha em todas infestações (Tabela 5). A maior dose de PR (0,5 %) apresentou 71,00; 58,75 e 28,50 % de eficiência em relação à testemunha, contra 40,7; 17,5 e 18,2% na maior dose de PCV (1%), respectivamente nas infestações aos 0, 30 e 60 dias. Já nas avaliações aos 20 dias, PR produziu controle satisfatório, diferindo de PCV nas infestações aos 0 e 60 dias. PCV também foi eficiente em comparação com a testemunha, com exceção de PCV (0,25%) na infestação aos 0 dias e PCV (1%) aos 60 dias .

Na avaliação aos 10 dias, não houve diferença entre PR, PCV e as misturas TD/PR e TD/PCV. Porém, observou-se maior tendência de controle por parte das misturas em relação a PR e PCV isolados, com exceção das misturas de TD com 0,1% de PR na infestação aos 0 dias, 1% de PCV aos 30 dias e 0,5 % de PR aos 60 dias.

Na avaliação aos 20 dias, não houve diferença na eficiência das misturas de PR e PCV com TD, com exceção de TD/PCV (0,5%) na infestação aos 60 dias. A mistura de TD com a maior concentração de PR (0,5%) apresentou 98,6; 91,5 e 90,0% de eficiência em relação à testemunha contra 96,0; 59,2 e 78,2% na mistura de TD com a maior concentração de PCV (1%), nas infestações aos 0, 30 e 60 dias respectivamente.

Os tratamentos menos persistentes foram 5% de PR com 71,0; 58,75 e 28,5% e 1% de PCV com 71,0; 47,5 e 22,0% de eficiência de controle, respectivamente nas infestações aos 0, 30 e 60 dias (Tabela 5).

Tabela 5 - Porcentagem de Eficiência ($X \pm EP$) de controle de adultos *Sitophilus oryzae* aos 10 e 20 dias após infestação de grãos de milho tratados e armazenados por 0, 30 e 60 dias ($25 \pm 2^\circ C$).

Tempo de armazenagem	TRAT ¹	Dose (%)	Dias de Avaliação											
			10				20							
			TD ³ (%)				TD (%)							
			0 ²		0,05		0		0,05					
*0 dias	PR	0,50	71,05	± 3,77	Aa	71,05	± 1,25	Aa	97,37	± 0,50	Aa	98,68	± 0,25	Aa
		0,25	64,47	± 2,78	Aa	69,74	± 1,65	Aa	86,84	± 1,89	Aa	100,00	± 0,00	Aa
		0,10	35,52	± 3,90	Bab	84,21	± 1,78	Aa	85,53	± 1,11	Aa	98,68	± 0,25	Aa
	PCV	1,00	40,79	± 3,90	Aab	71,05	± 1,04	Aa	42,11	± 3,76	Ab	96,05	± 0,47	Ab
		0,50	28,94	± 4,51	Aab	53,95	± 2,59	Aa	42,11	± 3,87	Ab	75,00	± 3,09	Ab
		0,25	9,21	± 1,11	Bb	52,63	± 3,34	Aa	22,36	± 1,03	Abc	92,11	± 0,65	Abc
	Testemunha	-	0,00	± 0,00	Bb	76,32	± 2,59	Aa	0,00	± 0,00	Ac	86,84	± 0,25	Ac
CV (%) = 28,27				CV (%) = 15,07										
*30 dias	PR	0,50	58,75	± 3,75	Aa	80,00	± 1,82	Aa	81,69	± 1,49	Aa	91,55	± 0,95	Aa
		0,25	32,50	± 0,65	Aab	51,25	± 3,11	Aab	63,38	± 1,55	Aab	85,92	± 0,95	Aa
		0,10	37,50	± 0,65	Aab	56,25	± 1,55	Aab	63,38	± 2,87	Bab	92,96	± 0,75	Aa
	PCV	1,00	17,50	± 0,87	Bab	47,50	± 1,89	Aab	30,99	± 0,95	Bb	59,15	± 2,06	Aa
		0,50	26,25	± 2,71	Aab	27,50	± 0,65	Ab	33,80	± 1,60	Bb	57,75	± 0,65	Aa
		0,25	22,50	± 1,19	Aab	41,25	± 1,93	Aab	38,03	± 1,08	Bb	76,06	± 0,25	Aa
	Testemunha	-	0,00	± 0,00	Bb	60,00	± 3,37	Aab	0,00	± 0,00	Bc	83,09	± 1,58	Aa
CV (%) = 24,66				CV (%) = 11,41										

Tabela 5. Cont...

Tempo de armazenagem	TRAT ¹	Dose (%)	10		20		Dias De avaliação		10		20	
			TD ³	(%)	TD	(%)	TD	(%)	TD	(%)		
			0 ²	0,05	0	0,05			0	0,05		
*60 dias	PR	0,50	28,57 ± 1,97	Ba	79,22 ± 1,22	Aa	90,00 ± 0,63	Aa	90,00 ± 0,25	Aab		
		0,25	40,23 ± 2,40	Aa	54,55 ± 2,81	Aabc	77,14 ± 0,82	Aa	82,86 ± 0,58	Aab		
		0,10	33,76 ± 1,49	Aa	55,84 ± 1,55	Aabc	72,86 ± 0,48	Aa	91,43 ± 0,65	Aa		
	PCV	1,00	18,18 ± 1,65	Aa	22,08 ± 0,71	Ac	22,86 ± 2,02	Bbc	72,86 ± 0,85	Aab		
		0,50	38,96 ± 1,03	Aa	25,97 ± 1,18	Abc	47,14 ± 1,70	Ab	65,71 ± 0,41	Aa		
		0,25	37,66 ± 1,87	Aa	38,96 ± 2,17	Aabc	41,43 ± 1,25	Bb	67,14 ± 1,56	Aab		
		TEST	-	0,00 ± 0,00	Bb	74,03 ± 3,11	Aab	0,00 ± 0,00	Bc	88,57 ± 0,82	Aab	
						CV (%) = 23,08			CV (%) = 9,29			

¹PR – Pó de rocha basáltica (microgabro ultrafino). PCV – Pó de carvão de *Eucalyptus citriodora*. TD – terra de diatomáceas.

²Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

³Valores em negrito mostram os tratamentos que observaram variação significativa entre os períodos de avaliação (0,30 e 60 dias).

*dias após a primeira infestação (zero dias após tratamento).

4.3.2.2 Emergência de *sitophilus oryzae*

Considerando os tratamentos PR e PCV isoladamente, verificou-se menor emergência de adultos em milho tratado com 0,1; 0,25 e 0,5% de PR respectivamente com 25,00; 6,66 e 5,00% de emergência, em relação à testemunha, na avaliação aos 60 dias após tratamento dos grãos, contudo não diferiu de PCV a 1% (Tabela 6). Nas avaliações aos 90 e 120 dias, PR continuou sendo o melhor tratamento, diferindo de PCV e da testemunha. Na mistura de TD/PR relativamente a PR isoladamente, verificou-se tendência de aumento de eficiência de proteção, mesmo sem se verificar diferença significativa em todas as avaliações, aos 60, 90 e 120 dias, exceto a mistura TD (0,05%)/PR (0,1%) aos 60 e 120 dias. A emergência máxima verificada na mistura foi de 5% em relação a testemunha em TD (0,05 %) em mistura com PR (0,1%) comparada com 25% em 0,1% de PR.

Verificou-se eficiência de PCV, no geral quando comparado à testemunha, porém, sem proporcionar proteção satisfatória do milho. Na maior dose testada (1% de PCV), a eficiência foi respectivamente de 35; 23,43 e 30,15% respectivamente aos 60, 90 e 120 dias de avaliação (Tabela 6). A mistura de PCV com TD, mostrou maior eficiência de proteção de grãos relativamente a PCV, com exceção da mistura entre PCV (1%)/TD (0,05%) aos 60 e 120 dias de avaliação.

Não houve diferença entre TD, PR, misturas de TD com PR e PCV em todas as avaliações, com exceção da mistura entre PR (0,1%) com TD (0,05%) na avaliação aos 120 dias.

Os tratamentos PCV (0,25 e 1%) foram os menos persistentes, respectivamente com 60,00; 25,52; 40,74% e 35,00; 23,43; 30,15% de eficiência em relação à testemunha, aos 60, 90 e 120 dias de avaliação.

Tabela 6 - Número médio (n) e porcentagem de emergência ($E\% \pm EP$) de adultos de *Sitophilus oryzae* aos 60, 90 e 120 dias após infestação de grãos de milho tratados ($25 \pm 2^\circ C$).

Tempo de armazenagem	TRAT ¹	Dose (%)	TD (%)									
			0					0,05				
			n ²	E% ³				N	E%			
*60 dias	PR	0,50	0,75	5,00	± 0,25	Aa	0,75	5,00	± 0,75	Aa		
		0,25	1,00	6,67	± 0,71	Aa	0,00	0,00	± 0,00	Aa		
		0,10	3,75	25,00	± 1,25	Aab	0,75	5,00	± 0,75	Ba		
	PCV	1,00	5,25	35,00	± 2,32	Aab	2,50	16,67	± 1,32	Aa		
		0,50	7,75	51,67	± 1,38	Abc	1,00	6,67	± 0,71	Ba		
		0,25	9,00	60,00	± 1,83	Abc	0,25	1,67	± 0,25	Ba		
	TEST	-	15,00	100,00	± 0,00	Ac	0,00	0,00	± 0,00	Ba		
CV (%) = 35,47												
*90 dias	PR	0,50	2,50	5,21	± 0,65	Aa	2,00	4,17	± 0,82	Aa		
		0,25	2,25	4,69	± 1,13	Aa	1,75	3,65	± 0,88	Aa		
		0,10	4,00	8,33	± 1,22	Aa	1,75	3,65	± 0,85	Aa		
	PCV	1,00	11,25	23,44	± 2,39	Aa	3,25	6,77	± 1,63	Ba		
		0,50	10,25	21,35	± 2,78	Ab	2,25	4,69	± 0,48	Ba		
		0,25	12,25	25,52	± 1,65	Ab	1,50	3,13	± 0,65	Ba		
	TEST	-	48,00	100,00	± 0,00	Ac	2,25	4,68	± 0,63	Ba		
Cv (%) = 29,61												

Tabela 6. Cont...

Tempo de armazenamento	TRAT ¹	Dose (%)	TD (%)									
			0					0,05				
			n ²	E% ³		n		E%				
*120 dias	PR	0,50	0,75	1,59	±	0,48	Aa	1,50	3,17	±	0,87	Aa
		0,25	3,00	6,35	±	0,91	Aab	1,75	3,70	±	1,18	Aa
		0,10	5,50	11,64	±	1,85	Aab	1,75	3,70	±	1,03	Ba
	PCV	1,00	14,25	30,16	±	2,89	Acd	9,25	19,58	±	1,03	Ab
		0,50	8,00	16,93	±	1,41	Abc	3,25	6,88	±	0,63	Bab
		0,25	19,25	40,74	±	2,43	Ad	2,50	5,29	±	1,04	Ba
	TEST	-	47,25	100,0	±	0,00	Ae	4,50	9,52	±	0,65	Bab

CV (%) = 23,14

¹ PR – pó de rocha basáltica (microgabro ultrafino). PCV – Pó de carvão de Eucalyptus citriodora. CJ – cinza de cajueiro Annacardium occidentale. TD – terra de diatomáceas.

² Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

³ Valores em negrito mostram os tratamentos que observaram variação significativa entre os períodos de avaliação (60, 90 e 120 dias).

*dias após a primeira infestação (zero dias após tratamento)

4.3.2.3 Mortalidade pós emergência

Não se observou diferenças significativas da eficiência de controle de insetos após emergirem nos grãos tratados. Isoladamente, PR não mostrou diferença significativa em relação a PCV. Somente aos 120 dias após tratamento dos grãos, PCV (1%) apresentou eficiência (7,01%) significativamente inferior à dos restantes tratamentos. As misturas de TD com PR e de TD com PCV nos três períodos de avaliação (60, 90 e 120 dias), também não diferiram significativamente (Tabela 7).

Tabela 7 - Número médio (n) e porcentagem (E%±EP) de adultos de *Sitophilus oryzae* mortos após emergirem aos 60, 90 e 120 dias após infestação de grãos tratados de milho (25±2°C).

Tempo de armazenamento	TRAT ¹	Dose (%)	TD (%)									
			0					0,05				
			n ²	E% ³	n	E%	n	E%				
*60 dias	PR	0,50	0,75	100,00 ± 0,25	Aa	0,00	0,00 ± 0,00	Aa	0,00	0,00 ± 0,00	Aa	
		0,25	0,50	50,00 ± 0,50	Aa	0,00	0,00 ± 0,00	Aa	0,00	0,00 ± 0,00	Aa	
		0,10	0,75	20,00 ± 0,47	Aa	0,25	33,33 ± 0,25	Aa	0,25	33,33 ± 0,25	Aa	
	PCV	1,00	2,00	38,09 ± 1,22	Aa	0,75	30,00 ± 0,25	Aa	0,75	30,00 ± 0,25	Aa	
		0,50	1,75	22,58 ± 0,63	Aa	0,25	25,00 ± 0,25	Aa	0,25	25,00 ± 0,25	Aa	
		0,25	4,50	50,00 ± 1,19	Aa	0,25	100,00 ± 0,25	Aa	0,25	100,00 ± 0,25	Aa	
	TEST	-	2,00	13,33 ± 0,82	Aa	0,00	0,00 ± 0,00	Aa	0,00	0,00 ± 0,00	Aa	
CV(%) = 88,45												
*90 dias	PR	0,50	1,25	50,00 ± 0,48	Aa	0,50	25,00 ± 0,29	Aa	0,50	25,00 ± 0,29	Aa	
		0,25	1,75	77,78 ± 0,48	Aa	0,50	28,57 ± 0,29	Aa	0,50	28,57 ± 0,29	Aa	
		0,10	0,75	18,75 ± 0,48	Aa	0,75	42,86 ± 0,48	Aa	0,75	42,86 ± 0,48	Aa	
	PCV	1,00	1,00	8,89 ± 0,71	Aa	0,50	15,38 ± 0,29	Aa	0,50	15,38 ± 0,29	Aa	
		0,50	2,00	19,51 ± 1,08	Aa	0,50	22,22 ± 0,29	Aa	0,50	22,22 ± 0,29	Aa	
		0,25	2,75	22,45 ± 1,03	Aa	1,00	66,67 ± 0,71	Aa	1,00	66,67 ± 0,71	Aa	
	TEST	-	3,25	6,77 ± 1,65	Aa	1,00	44,44 ± 0,41	Aa	1,00	44,44 ± 0,41	Aa	
CV (%) = 41,51												

Tabela 7. Cont...

Tempo de armazenamento	TRAT ¹	Dose (%)	TD (%)							
			0				0,05			
			n ²	E% ³		n	E%			
*120 dias		0,50	0,50	66,67 ± 0,29	Aa	0,25	16,67 ± 0,25	Aa		
	PR	0,25	2,00	66,67 ± 0,41	Aa	0,50	28,57 ± 0,50	Aa		
		0,10	1,75	31,82 ± 0,63	Aab	0,25	14,29 ± 0,25	Aa		
		1,00	1,00	7,02 ± 0,58	Ab	0,75	8,11 ± 0,48	Aa		
	PCV	0,50	1,25	15,63 ± 0,95	Aab	1,00	30,77 ± 0,41	Aa		
		0,25	1,75	9,09 ± 0,75	Aab	0,50	20,00 ± 0,29	Aa		
	TEST	-	5,50	11,64 ± 0,96	Aab	1,25	27,78 ± 0,48	Aa		

CV (%) = 34,18

¹ PR – pó de rocha basáltica (microgabro ultrafino). PCV – Pó de carvão de *Eucalyptus citriodora*. CJ – cinza de cajueiro *Annona cardium occidentale*. TD – terra de diatomáceas.

² Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey (P<0,05).

³ Valores em negrito mostram os tratamentos que observaram variação significativa entre os períodos de avaliação (60, 90 e 120 dias).

*dias após a primeira infestação (zero dias após tratamento)

4.3.2.4 Germinação de sementes

De forma geral, não houve diferença significativa entre a germinação dos grãos tratados em relação às da testemunha, o que encoraja a dizer que os tratamentos não afetaram a germinação de sementes, com exceção da mistura entre PCV e TD, que diferiu dos demais tratamentos, tendo apresentado a menor porcentagem de germinação (Tabela 8). Pelos resultados, fica visível em termos de médias, que os tratamentos com PCV isolado ou em mistura com TD apresentaram as taxas mais baixas de germinação.

Tabela 8 - Porcentagem de germinação (%+EP) de sementes de milho 98 dias após o tratamento.

Tratamentos ¹	Dose (%)	Germinação (%)*
Testemunha	-	90,00 ± 0,41 a
Terra de Diatomáceas	0,05	92,50 ± 0,29 a
Pó de Rocha	0,5	87,50 ± 0,87 ab
Pó de Rocha +T. Diatomáceas	0,5+0,05	88,75 ± 0,63 ab
Pó de Carvão	1	86,25 ± 0,48 ab
Pó de Carvão + T. Diatomáceas	1+0,05	77,50 ± 0,29 b
CV (%) = 6,17		

*médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de tukey ($p > 0,05$).

¹TD- Terra de diatomáceas (Keepdry®). PR – Pó de rocha (Basalto – microgabro ultrafino). PCV – Pó de carvão de *Eucalyptus citriodora*.

4.4 DISCUSSÃO

4.4.1 Mortalidade

O fato das concentrações de PR (0,5; 1 e 2%) testadas no bioensaio 1 serem eficientes no controle de *S. oryzae* explica a não diferença de eficiência de controle deste em comparação com sua mistura com terra de diatomáceas. Observou-se também que PR isoladamente controlou os insetos de forma eficiente em até 10 dias, quando comparado com TD, o que para as doses testadas não encoraja a combinação destes pós para efeitos de controle. Entretanto, no bioensaio

2, apesar de PR (0,1; 0,25 e 0,5 %) terem se posicionado entre os melhores tratamentos, sua eficiência de controle de forma geral esteve abaixo de 80%, principalmente na avaliação aos 10 dias, o que recomenda o uso de doses não inferiores a 0,5% de PR para o controle de *S. oryzae*. O bioensaio 2 onde se utilizaram menores concentrações de PR e de TD, o aumento da eficiência de controle aos 20 dias, principalmente para os tratamentos de PR misturado com TD não nos parece suficiente para inibir a postura e assim o dano causado ao grão de milho.

Considerando os pesos específicos dos pós testados (PR = 860 g/l, PCV = 260 g/l, CJ = 180 g/l e TD = 160 g/l), fica claro pela razão dos pesos específicos de PR e TD (1:5,37), que são necessários 5,37 g de PR para ocupar o mesmo volume que 1 g de TD, ou seja, PR é 5,37 vezes mais pesado que TD. No bioensaio 1, a menor concentração de PR (0,5%) é 5 vezes superior em termos de peso que a maior de TD (0,1%), o que em termos de volume ocupado foi equivalente. Ambas concentrações foram eficientes no controle de *S. oryzae* após 10 dias. Uma das razões apresentadas para sustentar o uso da TD em armazenagem em grande escala, se prende ao fato desta ser eficiente em menor concentração, o que neste caso também sustenta o uso de PR por ambos serem eficientes no mesmo volume de aplicação.

No bioensaio 1, PCV e CJ foram usados em concentrações iguais ou superiores a 1%. Aliado ao seu menor peso específico em relação a PR, fica claro que foram aplicados volumes maiores destes pós. Não tendo apresentado controle satisfatório, seria necessário aplicar concentrações maiores, o que inviabiliza seu uso em armazenagem em escala comercial. Vários trabalhos mostram a aplicação destes pós em agricultura de pequena escala (MIHALE et al., 2009), cuja principal razão se deve a necessidade de grandes quantidades para que PR e CJ sejam eficientes.

A elevada eficiência de controle de *S. oryzae* pelo PR e TD, principalmente nas concentrações e misturas do bioensaio 1, pode ser explicada pelo fato destes possuírem elevados teores de dióxido de silício em sua composição (51,57% e 88,89% respectivamente). A eficiência de silício na adsorção de lipídios epicuticulares foi verificada em vários trabalhos (EBELLING, 1971; GOLOB, 1997). Ebeling e Reiersen (1969 apud EBELLING, 1971), colocaram sílica aerogel na superfície ventral e dorsal do élitro do besouro *Pristonychus complanatus*. A sílica

era translúcida e dificilmente poderia ser distinguida da coloração preta do élitro. Após absorver ceras, a sílica tornou-se branca. Patourel (1986), estudou o efeito do teor de umidade na eficiência de controle de pós adsortivos de sílica em quatro espécies de besouros, *S. granarius*, *Triboleum castaneum*, *Crotalus pusilus* e *Orizaephilus surinamensis*, em trigo com diferentes teores de umidade, tendo constatado que a tolerância destas espécies ao tratamento com pós de sílica, aumenta com o aumento do teor de umidade, o que obviamente reforça o caráter adsortivo destes. Choe, Ramirez e Santiago (2012), trabalhando com quatro espécies de formigas e uma de abelha, demonstraram que após polvilhamento de “sílica gel” sobre a cutícula do inseto, as ceras foram adsorvidas pelas partículas de sílica gel.

A ação do silício também fica caracterizada neste estudo quando se observa que quanto maiores as concentrações de TD maior foi a eficiência de controle. Isto fica mais evidente principalmente nos tratamentos aplicados isoladamente foram menos eficientes à mistura com TD. O fato foi observado na mistura de TD com PCV e CJ, sugerindo que a eficiência de controle pela mistura de terra de diatomáceas com pó de carvão e cinza de cajueiro se deva ao efeito da terra de diatomáceas. Assim, os resultados desencorajam o uso da mistura entre terra de diatomáceas e pó de carvão ou cinza de cajueiro.

O fato dos insetos possuírem corpo de tamanho pequeno, com apêndices longos, faz com que tenham uma grande superfície de evaporação por unidade de volume, que facilita a perda de água do corpo (EBELLING, 1971). A morte ocorre quando estes perdem cerca de 30% de seu peso total ou 60% do teor corpóreo de água. A perda de água é minimizada pela barreira lipídica epicuticular, em virtude do ambiente de armazenagem dos grãos ser seco, tornando crucial a conservação de água para a sobrevivência do inseto.

Assim, considerando a composição em SiO₂ (Tabela 1) do PR (51, 57%) e TD (88,89%), é de esperar que estes adsorvam as moléculas da camada de ceras da superfície do inseto, levando ao rompimento da camada lipídica protetora e a conseqüente perda dos líquidos do corpo, levando-o a morte.

Os resultados obtidos estão igualmente de acordo com Lorini et al (2001), após tratarem uma tonelada de milho com 1 Kg de TD e conservarem por um ano, constataram que não havia insetos vivos na massa de grãos e nem danos ao milho. Vários autores comprovaram a eficiência de xisto e terra de diatomáceas no

controle de pragas de armazenagem, (GOLOB, 1997; PAIXÃO et al, 2009). Tanto os resultados obtidos neste trabalho, como trabalhos anteriores reforçam o potencial de pós adsortivos no controle de pragas dos grãos armazenados.

A mistura de 1% de CJ e 1% de TD (70,1%) apresentou eficiência de controle inferior a da TD 0,1% (96,1% de eficiência), porém superior a da CJ na dose testada, o que sugere que a cinza de cajueiro teve interferência negativa (inibição) sobre a TD (Tabela 2). Pode ter ocorrido uma competição entre partículas de cinza de cajueiro e TD, tornando a TD menos disponível e assim, reduzindo a quantidade de TD por área da cutícula do inseto, e, conseqüentemente, reduzindo a adsorção de lipídios, e a eficiência de controle.

Com relação à eficiência de controle e as concentrações utilizadas, observa-se que PR (pó de basalto microgabro ultrafino) em concentrações acima de 0,5%, pode ser empregada de forma isolada com boas eficiências de controle até aos 60 dias de armazenamento. Entretanto, quando se utilizam 0,5% de PR, a adição de TD na concentração de 0,05% aumenta os níveis de eficiência matando os insetos de forma mais rápida. Já os tratamentos a base de PCV e CJ quando aplicados de forma isolada não foram eficientes e não garantiram a proteção dos grãos nas concentrações testadas. Estes tratamentos, mesmo quando misturados à TD foram menos eficientes do que a TD aplicada isoladamente, o que pode ser explicado pela possível retenção da TD por adesão às partículas de PCV e CJ.

4.4.2 Emergência

Novamente os tratamentos onde se utilizou PR isoladamente ou em mistura com TD foram os que mais reduziram F1 devido, provavelmente, a uma menor postura. De acordo com Ebelling (1971), insetos que não morrem, mas ficam com o pó aderido ao seu corpo, diminuem a habilidade de locomoção e acasalamento, reduzindo a ovoposição e conseqüentemente, a progênie. Provavelmente, a redução da oviposição, ocorra como resposta do inseto aos danos causados pelos pós, realocando energia para processos de reconstrução da cutícula, reposição dos lipídios e limpeza dos pós no corpo e no aparelho bucal (EBELLING, 1971). Observa-se que o pó com menor aderência à cutícula do inseto foi a cinza de cajueiro (Fig. 1 D), o que provoca menor redução de movimentos,

alimentação e oviposição, criando condições para uma maior sobrevivência e postura e, conseqüente emergência de adultos relativamente a outros produtos testados. Por outro lado, PR (Fig. 1 C) e TD (Fig. 1 F) foram os que mais aderiram a cutícula do inseto.

4.4.3 Mortalidade Pós Emergência

O fato dos PR e TD terem apresentado maior porcentagem de controle de *S. oryzae* pós-emergência, apesar de não terem se verificado diferenças estatisticamente significativas mostra, que estes tratamentos apresentam um efeito residual. Este efeito não somente foi observado pelas infestações em épocas diferentes (0, 30 e 60 dias após o tratamento) como também pelo controle dos insetos que emergiram dos grãos tratados. Entretanto, observou-se que a eficiência de controle destes insetos não foi igual à eficiência dos insetos colocados nos grãos nas diferentes épocas. Isto pode ser devido ao fato de que foi considerada a eficiência de controle baseada no número de insetos emergidos. Assim, em termos práticos seria recomendado ao produtor aplicar novamente.

4.4.4 Germinação de Sementes

O fato dos tratamentos não terem afetado a germinação de sementes, mostra que os pós testados não provocam alterações nas propriedades físicas dos grãos nem interferem em processos fisiológicos. Simioni et al. (2010), avaliando alterações nas propriedades físicas de grãos armazenados de milho e trigo, tratados com TD, não constatou redução da qualidade destes, recomendando assim o uso deste pó na armazenagem. Já Barros (1999), estudando o efeito do tratamento com pós-inertes na qualidade de sementes de milho, concluiu que a utilização do pó inerte no tratamento de sementes de milho, não interferiu em sua qualidade. Estes trabalhos reiteram a não interferência dos pós-inertes no poder germinativo das sementes, colocando-os como alternativas promissoras para a proteção de grãos e sementes armazenados.

4.5 RESULTADOS

Os resultados observados neste estudo permitem concluir que pó de rocha (Basalto-microgabro ultrafino) quando aplicado de forma isolada, em grãos de milho, em concentrações não inferiores a 5 %, é eficiente no controle de *S. oryzae*, até aos 60 dias após aplicação, provocando mortalidade, reduzindo a emergência de adultos dos grãos, além de ter sido persistente com residual de controle por no mínimo 80 dias.

Pó de carvão é eficiente na redução da emergência de insetos adultos, entretanto não foi na mortalidade.

A mistura entre TD (0,5%) com PCV melhora a eficiência deste, sendo recomendável para a proteção de sementes.

Os resultados encorajam o uso do pó de rocha testado para o controle de *S. oryzae*, entretanto, são necessários mais estudos visando aliar a economia e eficiência na determinação da dose a usar. Também na falta de PR e ou TD os resultados permitem propor o uso de pó de carvão na proteção de sementes, provavelmente de forma mais concentrada e com aplicações a intervalos de tempo menores

Também, novos estudos devem ser realizados com as misturas PCV e PR no controle de *s. oryzae*.

4.6 REFERÊNCIAS

ARTHUR, F. H. Grain protectant chemicals: present status and future trends. In: Proceedings of the 6th international working conference on stored-product protection, Canberra, Australia, vol. 2, p. 719-721, 1994.

BANKS, H. J. Fumigation – an endangered technology?. In: Proceedings of the 6th international working conference on stored-product protection, Canberra, Australia, vol. 1, p. 2-6, 1994.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 2009.

CALIBOSO, F. M., NAKAKITA, H., KAWASHIMA, K. A preliminary evaluation of carbon dioxide under high pressure for rapid fumigation. In: Proceedings of the 6th international working conference on stored-product protection, Canberra, Australia, vol. 1, p. 45-47, 1994.

CARMI, Y.; GOLANI, Y.; FRANDJI, H.; SHAAYA, E. The feasibility of increasing the penetration of phosphine in concrete silos by means of carbon dioxide. In: Proceedings of the 6th international working conference on stored-product protection, Canberra, Australia, vol. 1, p. 48-49, 1994.

CHOE, D-H; RAMIREZ, S. e TSUTSUI, N. D. A sílica gel based method for extracting insect surface hydrocarbons. **Journal of Chemical Ecology**. v. 38. p. 176-187, 2012.

COLLINS, P. J. Resistance considerations for choosing protectants. In: Proceedings of the 6th international working conference on stored-product protection, Canberra, Australia, vol. 2, p. 755-761, 1994.

ALVES, L. F. A.; OLIVEIRA, D. G. P.; NEVES, P. M.O.J. Fatores que afetam a eficiência da Terra de Diatomácea no controle de adultos de *Alphitobius diaperinus* (Panzer) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Neotrop. entomol.** v.37, n.6, p. 716-722, 2008.

EBELING, W., REIERSON, D. A. Effect of humidity on the insecticidal efficacy of sorptive dusts. 1969. In: EBELING, W. Sorptive dusts for pest control. **Annual review of entomology**. v.16, 1971.

EBELING, W.. Sorptive dusts for pest control. **Annual review of entomology**. v. 16, 1971.

GOLOB, P. Current Status and Future perspectives for Inert Dusts for Control of Insects. **Journal of stored products research.**, v. 33, n. 1, p. 69-79. 1997.

LORINI, I.; FERREIRA FILHO, A.; BARBIERI, I.; DEMAMAN, N. A.; MARTINS, R. R. D. Terra de diatomáceas como alternativa no controle de pragas de milho armazenado em propriedade familiar. **Agroecol. e Desenv. Rur. Sustent.**, Porto Alegre, 2001.

MIHALE, M.J.; DENG, A.L.; SELEMANI, H. O.; MUGISHA-KAMATENESI, M.; KIDUKULI, A.W.; OGENDO, J. O. Use of indigenous knowledge in the management of field and storage pests around Lake Victoria basin in Tanzania. **African Journal of Environmental Science and Technology**, v. 3, n. 9, p. 251-259, sep. 2009.

PAIXÃO, M. F.; AHRENS, D. C.; BIANCO, R.; OHLSON, O. C.; SKORA NETO, F.; SILVA, F. A.; CAIEIRO, J. T.; NAZARENO, N. R. X. Controle alternativo do gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais*, em armazenamento com subprodutos do processamento do xisto, no Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.

PATOUREL. The effect of grain moisture content on the toxicity of a sorptive silica dust to four species of grain beetles. **Journal of Stored Products Research**. v.22. p. 63-69. 1986.

PORTO, M. F.; SOARES, W. L. Modelo de desenvolvimento, agrotóxicos e saúde: um panorama da realidade agrícola brasileira e propostas para uma agenda de pesquisa inovadora. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional** , São Paulo, v.37, p. 17 – 50, 2012.

SILVA, D. F. G.; AHRENS, D. C.; PAIXÃO, M, F. Tratamento de grãos de milho com pós alternativos no controle de pragas de armazenamento. **Cadernos de Agroecologia**, v. 5, n.1, 2010.

SIMIONI, N. R. ;NÓBREGA, L. H. P. ; AFONSO, A. D. L. ; ROSA, D. M. ; MAULI, M. M . Propriedades físicas de grãos de milho e trigo tratadas com terra de diatomáceas. **Scientia Agrárias**, v.1, p. 131-140, 2010