



PRAGAS



***Controle integrado
de pragas de
grãos armazenados***

Embrapa



ISSN 0101-6644

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Trigo
Ministério da Agricultura e do Abastecimento*

Controle Integrado de Pragas de Grãos Armazenados

Irineu Lorini

*Passo Fundo, RS
1998*

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

*Embrapa Trigo
Rodovia BR 285, km 174
Telefone: (054)311-3444
Fax: (054)311-3617
Caixa Postal 451
99001-970 Passo Fundo, RS*

Tiragem: 2000 exemplares

Comitê de Publicações

*Rainoldo Alberto Kochhann - **Presidente***

Agostinho Dirceu Didonet

Henrique Pereira dos Santos

João Carlos Soares Moreira

Leila Maria Costamilan

Márcio Só e Silva

Tratamento Editorial: *Fátima Maria De Marchi*

Capa: *Liciane Duda Bonatto*

Referências Bibliográficas: *Maria Regina Martins*

Imagens: *As figuras dos insetos apresentadas neste trabalho foram fotocopiadas do manual técnico da ICI do Brasil S.A. "Proteção dos grãos armazenados"*

LORINI, I. Controle integrado de pragas de grãos armazenados. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1998. 52p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 48).

Armazenamento; Grão; Praga; Controle; Método físico; Método biológico; Método químico.

CDD 631.568

© EMBRAPA-CNPT - 1998

Apresentação

A estimativa de que das mais de 70 milhões de toneladas de grãos produzidos, anualmente, no Brasil, cerca de 10 % são perdidos a cada ano devido à pragas durante o armazenamento constitui-se num desafio permanente para a pesquisa e demais segmentos do agronegócio.

De outro lado, a sociedade em geral vem se tornando cada vez mais exigente com a qualidade do alimento que consome, determinando cuidados especiais e a necessidade de melhorias constantes nos métodos empregados para controle das pragas dos grãos armazenados.

Atenta a esses fatos e a outros que conferem ao problema de pragas de pós-colheita, alta prioridade na busca de novos conhecimentos e tecnologias, a Embrapa Trigo intensificou suas ações nessa área a partir de 1991.

Como parte desse processo, está colocando à disposição dos usuários, especialmente de técnicos e de operadores de unidades de armazenamento de grãos, mais uma publicação que reúne, de forma atualizada, tanto informações da literatura como geradas na própria instituição.

Essa publicação ressalta o enfoque de manejo integrado do controle das pragas abordando, além do método químico, a importância de outras estratégias, visando a obtenção de maior eficiência técnica e econômica na tarefa de evitar as perdas quantitativas e qualitativas que podem ser provocadas durante o armazenamento dos grãos. Por exemplo, o monitoramento da massa de grãos, medidas de higienização e limpeza das instalações e o emprego de métodos físicos de controle.

*Gilberto Omar Tomm
Chefe Adjunto de Pesquisa da Embrapa Trigo*

Sumário

Controle Integrado de Pragas de Grãos Armazenados	7
Introdução	7
Descrição, Biologia e Danos das Principais Pragas de Grãos Armazenados	10
<i>Rhyzoperta dominica</i> (Col., Bostrychidae) - besourinho dos cereais	11
<i>Sitophilus oryzae</i> e <i>S. zeamais</i> (Col., Curculionidae) - gorgulhos dos cereais	13
<i>Tribolium castaneum</i> (Col., Tenebrionidae)	14
<i>Oryzaephilus surinamensis</i> (Col., Silvanidae)	15
<i>Cryptolestes ferrugineus</i> (Col., Cucujidae)	16
<i>Sitotroga cerealella</i> (Lep., Gelechiidae) - traça dos cereais ...	17
<i>Plodia interpunctella</i> (Lep., Pyralidae) - traça dos cereais	18
<i>Ephestia kuehniella</i> e <i>E. elutella</i> (Lep., Pyralidae) - traças ...	19
Higienização e Limpeza das Instalações de Unidades Armazenadoras	21
Métodos de Controle de Pragas	21
Métodos físicos	21
Métodos químicos de controle	33
Métodos biológicos de controle	39
Resistência de Pragas aos Inseticidas	41
Monitoramento das Pragas na Massa de Grãos	42
Controle Integrados de Pragas	44
Referências Bibliográficas	45

Controle Integrado de Pragas de Grãos Armazenados

Irineu Lorini¹

O controle físico, químico e biológico de pragas de grãos armazenados, os inseticidas usados, bem como os resíduos destes nos grãos e nos seus subprodutos, e a resistência de pragas aos ingredientes ativos são tratados sob enfoque da técnica de controle integrado de pragas. Esta preconiza a análise integral da unidade armazenadora, visando a evitar perdas quantitativas e a manter a qualidade do produto final.

Introdução

A necessidade crescente de produtos para suprir a demanda mundial de alimentos, tendo em vista o crescimento populacional, exige que a qualidade do grão colhido na lavoura seja mantida com o mínimo de perdas até o consumo final.

¹ Eng.-Agr., Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Trigo, da Embapa - Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS.

Estima-se que, de cerca de 70 milhões de toneladas de grãos produzidas anualmente no Brasil, 20,0 % são desperdiçados no processo de colheita, no transporte e no armazenamento (Brasil, 1993), e que as perdas por ataque de pragas durante o armazenamento chegam a 10,0%. Para o trigo, por exemplo, as perdas durante a colheita, armazenamento e processamento estão estimadas em 9,2 % (Brasil, 1993).

As pragas são as maiores causadoras de perdas físicas, além de serem responsáveis pela perda na qualidade de grãos e de subprodutos, no momento que são destinados à comercialização e ao consumo.

O problema tem origem em diversos fatores, dentre os quais destacam-se a inadequada estrutura armazenadora - composta, em sua maioria, por armazéns graneleiros de grande capacidade estática, com sistema deficiente ou inexistente de controle de temperatura - e a ausência quase total de sistema de aeração. Assim, depois de limpos e secos, os grãos são colocados nesses armazéns, onde permanecem depositados até a retirada para consumo, sem haver o efetivo monitoramento da massa de grãos para verificar a temperatura, a umidade e a presença de insetos, situações que podem determinar perdas quantitativas e qualitativas (Lorini & Schneider, 1994).

Outro fator que contribui para o agravamento do problema é a disponibilidade de poucos inseticidas registrados para o controle das pragas de grãos armazenados, fator este que dificulta a alternância de ingredientes ativos.

Esses fatores, aliados a muitos outros, têm contri-

buído para que ocorram elevadas perdas de grãos, tanto em quantidade como em qualidade destes. Frequentemente, observa-se o apodrecimento de grandes quantidades de grãos nos armazéns e problemas na comercialização de grãos e de farinha, devido à presença de insetos ou de restos de insetos, fatores oriundos da má-conservação de grãos.

A solução para essa situação passa pela execução do “manejo integrado de pragas”. Este prevê que se esteja informado a respeito da situação dos grãos e da unidade armazenadora, da identificação de espécies e de populações de pragas ocorrentes, da associação de medidas preventivas e curativas de controle das pragas, do conhecimento dos inseticidas recomendados e sua eficiência, da existência de resistência das pragas aos inseticidas em uso, da análise econômica do custo de controle e das perdas a serem evitadas. Da mesma forma a adoção de rigoroso sistema de monitoramento das pragas, da temperatura e da umidade da massa de grãos se faz sentir.

O conhecimento do hábito alimentar de cada praga constitui elemento importante para definir o manejo a ser implementado na massa de grãos. Segundo este hábito, as pragas podem ser classificadas em primárias ou secundárias.

a) Pragas primárias: são aquelas que atacam grãos inteiros e sadios e, dependendo da parte do grão que atacam, podem ser denominadas pragas primárias internas ou externas. As primárias internas perfuram os grãos e neles penetram para completar seu desenvolvimento. Alimen-

tam-se de todo o interior do grão e possibilitam a instalação de outros agentes de deterioração dos grãos. Exemplos dessas pragas são as espécies **Rhyzopertha dominica**, **Sitophilus oryzae** e **S. zeamais**. As pragas primárias externas destroem a parte exterior do grão (casca) e alimentam-se posteriormente da parte interna sem, no entanto, se desenvolver no interior do grão. Há uma destruição do grão apenas para fins de alimentação. Exemplo desta praga é a traça **Ploidia interpunctella**.

b) Pragas secundárias: são aquelas que não conseguem atacar grãos inteiros, pois requerem que os grãos estejam danificados ou quebrados para deles se alimentar. Essas pragas ocorrem na massa de grãos quando estes estão trincados, quebrados ou mesmo danificados pelas pragas primárias. Multiplicam-se rapidamente, causando grandes prejuízos. Como exemplo, citam-se as espécies **Cryptolestes ferrugineus**, **Oryzaephilus surinamensis** e **Tribolium castaneum**.

Descrição, Biologia e Danos das Principais Pragas de Grãos Armazenados

A descrição, a biologia e os danos de cada espécie-praga devem ser conhecidos, para que seja adotada a melhor estratégia para evitar os respectivos prejuízos.

Existem dois importantes grupos de pragas que atacam os grãos armazenados, que são besouros e traças. Entre os besouros encontram-se as espécies: **Rhyzopertha**

dominica (F.), *Sitophilus oryzae* (L.), *S. zeamais* (Motschulsky), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens), *Oryzaephilus surinamensis* (L.) e *Tribolium castaneum* (Herbst). As espécies de traças mais importantes são: *Sitotroga cerealella* (Olivier), *Plodia interpunctella* (Hjbner), *Ephestia kuehniella* (Zeller) e *Ephestia elutella* (Hjbner). Dentre essas pragas, *R. dominica*, *S. oryzae* e *S. zeamais* são as mais importantes economicamente e justificam a maior parte do controle químico praticado nas unidades armazenadoras. Além dessas pragas, há roedores e pássaros, que também são causadores de perdas, principalmente qualitativas, pela presença da sujeira que deixam no produto final, e devem ser considerados no controle integrado.

Rhyzopertha dominica (Col.,
Bostrychidae) - besourinho
dos cereais

a) Descrição e biologia

Os adultos são besouros de 2,3 mm a 2,8 mm de comprimento, coloração castanho-escuro, corpo cilíndrico e cabeça globular, normalmente escondida pelo protórax (Figura 1). A coloração das pupas varia de branca, inicialmente, a cas-

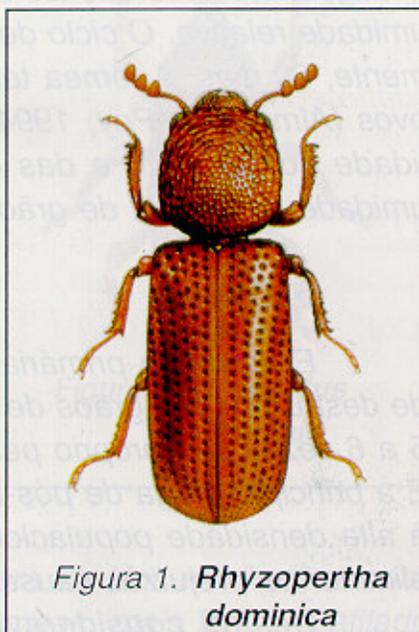


Figura 1. *Rhyzopertha dominica*

tanha, próximo à emergência dos adultos; possuem 3,9 mm de comprimento e 1,0 mm de largura do corpo, aproximadamente. As larvas são de coloração branca, com cabeça escura, e medem cerca de 2,8 mm quando completamente desenvolvidas. Os ovos são cilíndricos, embora variáveis na forma, inicialmente brancos e posteriormente rosados e opacos, com 0,59 mm de comprimento e 0,2 mm de diâmetro (Potter, 1935).

O período de incubação dos ovos, variável em função da temperatura, é de 15,5 dias a 26 °C (Potter, 1935) e de 4,5 dias a 36 °C (Birch & Snowball, 1945). A oviposição pode ocorrer em grupos de ovos ou em ovos isolados, em fendas ou rachaduras de grãos ou mesmo soltos na massa de grãos (Poy, 1991). A duração do período larval é de, aproximadamente, 22 dias, e o período pupal é de 5 dias e a longevidade dos adultos atinge 29 dias, a 30 °C e 70 % de umidade relativa. O ciclo de vida da praga é de, aproximadamente, 60 dias. A fêmea tem fecundidade média de até 250 ovos (Almeida & Poy, 1994; Poy, 1991) e depende da qualidade do alimento e das condições de temperatura e de umidade da massa de grãos.

b) Danos

Essa praga primária interna possui elevado potencial de destruição dos grãos de trigo, pois é capaz de destruir de 5 a 6 vezes seu próprio peso em uma semana (Poy, 1991). É a principal praga de pós-colheita de trigo no Brasil, devido à alta densidade populacional e à grande dificuldade de se eliminar os prejuízos causados aos grãos.

Destrói consideravelmente os grãos, deixando-os

perfurados e com grande quantidade de resíduos na forma de farinha, decorrente do hábito alimentar. Tanto adultos como larvas causam danos aos grãos armazenados e possuem grande número de hospedeiros, como trigo, cevada, triticales, arroz e aveia. O milho não é hospedeiro preferencial. Adapta-se rapidamente às mais diversas condições climáticas e sobrevive mesmo em extremos de temperatura.

Sitophilus oryzae e *S. zeamais* (Col., Curculionidae) - gorgulhos dos cereais

a) Descrição e biologia

Essas duas espécies são muito semelhantes em caracteres morfológicos e podem ser separadas somente pelo estudo da genitália. Ambas podem ocorrer juntas na mesma massa de grãos, independente do hospedeiro.

Os adultos são gorgulhos de 2,0 mm a 3,5 mm de comprimento, de coloração castanho-escuro, com manchas mais claras nos élitros, visíveis logo após a emergência. Têm a cabeça projetada à frente,

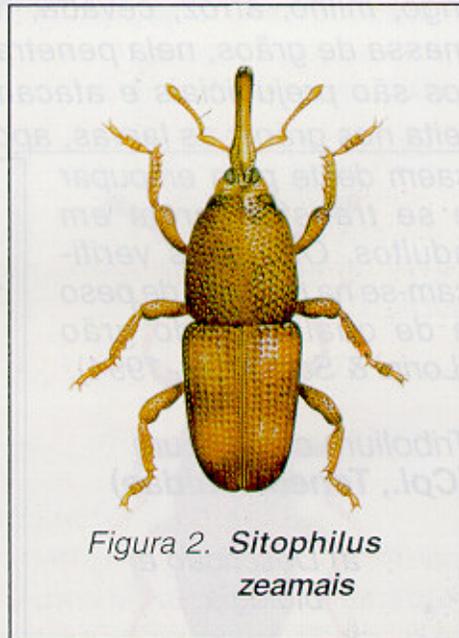


Figura 2. *Sitophilus zeamais*

na forma de rostro curvado (Figura 2). Nos machos, o rostro é mais curto e grosso, e nas fêmeas, mais longo e afilado.

As larvas são de coloração amarelo-clara, com a cabeça de cor marrom-escuro, e as pupas são brancas (Mound, 1989; Booth et al., 1990). O período de oviposição é de 104 dias, e o número médio de ovos por fêmea é de 282. A longevidade das fêmeas é de 140 dias. O período de incubação dos ovos oscila entre 3 e 6 dias, e o ciclo de ovo até a emergência de adultos é de 34 dias (Lorini & Schneider, 1994).

b) Danos

É uma praga primária interna, de grande importância, pois pode apresentar infestação cruzada, ou seja, infestar grãos no campo e também no armazém. Apresenta elevado potencial de reprodução, possui muitos hospedeiros, como trigo, milho, arroz, cevada, triticales etc., e ataca toda a massa de grãos, nela penetrando. Tanto larvas como adultos são prejudiciais e atacam grãos inteiros. A postura é feita nos grãos; as larvas, após se desenvolverem no grão, saem deste para empupar e se transformarem em adultos. Os danos verificam-se na redução de peso e de qualidade do grão (Lorini & Schneider, 1994).

Tribolium castaneum (Col., Tenebrionidae)

a) Descrição e biologia

Os adultos são besouros de coloração castanho-avermelhada, medindo de 2,3 mm a 4,4 mm

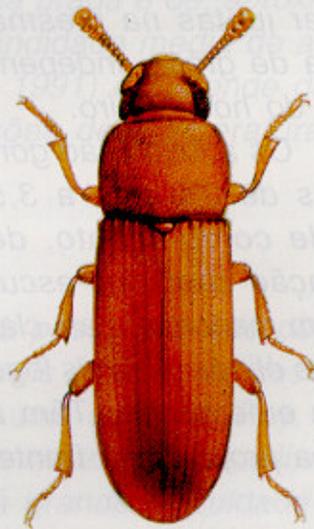


Figura 3. *Tribolium castaneum*

de comprimento; o corpo é achatado e possui duas depressões transversais na cabeça (Figura 3). As larvas são branco-amareladas, cilíndricas, medindo até 7 mm de comprimento. As fêmeas colocam de 400 a 500 ovos nas fendas de paredes, na sacaria e sobre os grãos. A duração de uma geração pode ser inferior a 20 dias, em condições favoráveis (Booth et al., 1990).

b) Danos

Como é praga secundária, depende do ataque de outras pragas para se instalar nos grãos armazenados. Alimenta-se de vários tipos de grãos e causa prejuízos ainda maiores do que os resultantes do ataque das pragas primárias, que permitiram sua instalação.

Oryzaephilus *surinamensis* (Col., *Silvanidae*)

a) Descrição e biologia

Os adultos são besouros alongados, achatados, de coloração vermelho-escuro, com comprimento variável de 1,7 mm a 3,3 mm (Figura 4). Possuem 3 carenas longitudinais no pronoto e lateralmente apresentam 6 dentes, sendo a sua diferenciação caracteri-

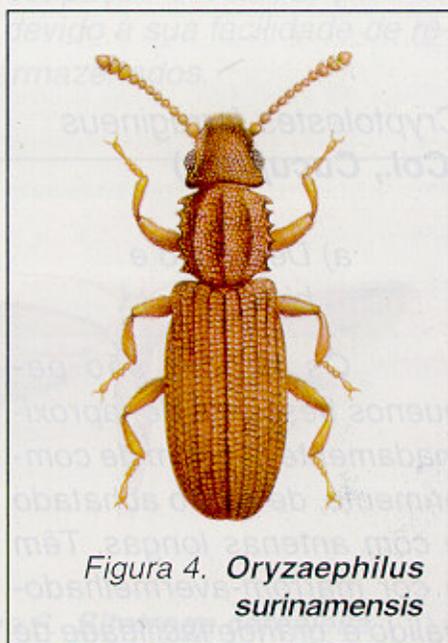


Figura 4. *Oryzaephilus*
surinamensis

zada por este detalhe (Booth et al., 1990). O ciclo de vida varia de 24 a 50 dias. As fêmeas fazem a postura em orifícios dos grãos ou no interior da massa de grãos. As fêmeas ovipositam de 50 a 300 ovos. Os caracteres biológicos variam com as condições da massa de grãos e conforme alterações na temperatura e na umidade dos grãos (Lorini & Schneider, 1994).

b) Danos

É uma praga considerada secundária, que ataca grãos quebrados, fendidos e restos de grãos. Pode danificar a massa de grão, quando em grande densidade populacional. Aparece praticamente em todas as unidades armazenadoras, onde causa a deterioração dos grãos pela elevação acentuada da temperatura. É uma espécie muito tolerante aos tratamentos químicos, sendo uma das primeiras a colonizar após a aplicação de inseticidas nos grãos.

Cryptolestes ferrugineus (Col., Cucujidae)

a) Descrição e biologia

Os adultos são pequenos besouros de, aproximadamente, 2,5 mm de comprimento, de corpo achatado e com antenas longas. Têm a cor marrom-avermelhado-pálido e grande facilidade de



Figura 5. *Cryptolestes ferrugineus*

deslocamento (Figura 5). As posturas são realizadas na superfície da massa de grãos ou em seu interior. A fêmea pode ovipositar de 300 a 400 ovos. O ciclo de vida pode variar de 17 a 100 dias, dependendo da temperatura e da umidade da massa de grãos, havendo, portanto, elevado potencial de reprodução, em relação a outras pragas de armazéns (Lorini & Schneider, 1994).

b) Danos

É uma praga secundária que pode destruir grãos fendidos, rachados e quebrados, neles penetrando e atacando o germe. Consome grãos quebrados e restos de grãos e de farinhas, causando elevação na temperatura da massa de grãos e deterioração de grãos. Da mesma forma que *O. surinamensis*, aparece em grande quantidade nos armazéns, após o tratamento com inseticidas, sendo muito tolerante a esses tratamentos. Este inseto merece preocupação e estudos para se determinar o potencial de dano, devido à sua facilidade de reprodução em massas de grãos armazenados.

Sitotroga cerealella (Lep.,
Gelechiidae) -
traça dos cereais

a) Descrição
e biologia

Os adultos



Figura 6. *Sitotroga cerealella*

são mariposas com 10 mm a 15 mm de envergadura e com 6 mm a 8 mm de comprimento. As asas anteriores são cor de palha, com franjas, e as posteriores são mais claras, com franjas maiores (Figura 6). Os adultos vivem de 6 a 10 dias. Os ovos são colocados sobre os grãos, preferentemente naqueles quebrados e/ou fendidos. A fêmea pode ovipositar de 40 a 280 ovos, dependendo do substrato. Após a eclosão, as larvas penetram no interior do grão, onde se alimentam e completam a fase larval, que se estende por, aproximadamente, 15 dias. As larvas podem atingir 6 mm de comprimento e são brancas com as mandíbulas escuras. A pupa varia de coloração desde branca, no início, a marrom-escuro, próximo à emergência do adulto. O período de ovo a adulto dura, em média, 30 dias (Lorini & Schneider, 1994)

b) Danos

É uma praga primária, que ataca grãos inteiros, porém afeta a superfície da massa de grãos. As larvas destroem o grão, alterando o peso e a qualidade deste. Também ataca as farinhas, onde se desenvolve, causando deterioração de produto pronto para consumo.

*Plodia
interpunctella*
(Lep., Pyralidae)
- traça dos
cereais

a) Descrição e biologia

Os adultos
são mariposas com
20 mm de enver-

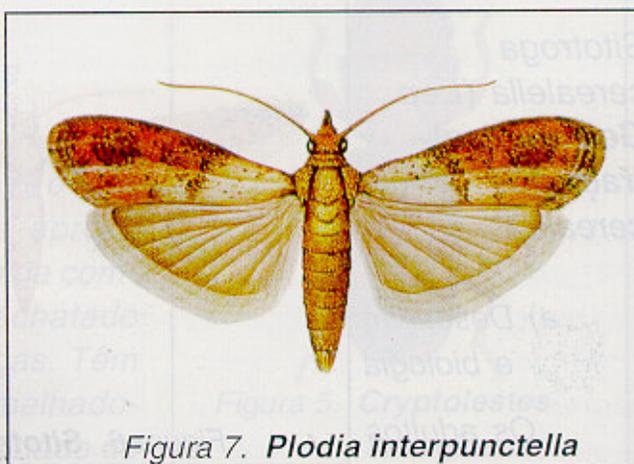


Figura 7. *Plodia interpunctella*

gadura, com cabeça e tórax de coloração pardo- avermelhada; as asas anteriores têm dois traços distais avermelhados e o terço basal é acinzentado (Figura 7). As larvas são de coloração branca, passando a rosada em algumas partes do corpo. Após seu desenvolvimento, as larvas tecem um casulo de seda, no interior do qual empupam. Os locais para empupar são as fendas de parede e as bordas da sacaria. A fêmea oviposita de 100 a 400 ovos na superfície dos grãos armazenados. O desenvolvimento de ovo a adulto é completado em aproximadamente 28 dias (Lorini & Schneider, 1994).

b) Danos

É praga de superfície da massa de grãos, considerada primária externa, e não causa muitos prejuízos ao trigo e ao milho armazenados a granel, pois seus danos se limitam à superfície exposta da massa de grãos. No caso de grãos armazenados em sacaria os prejuízos são mais elevados, em decorrência da maior superfície exposta. Esta praga possui a característica de se alimentar, preferentemente, do embrião dos grãos.

Ephestia kuehniella e *E. elutella* (Lep., **Pyralidae**) - traças

a) Descrição e biologia

As duas espécies são muito semelhantes.

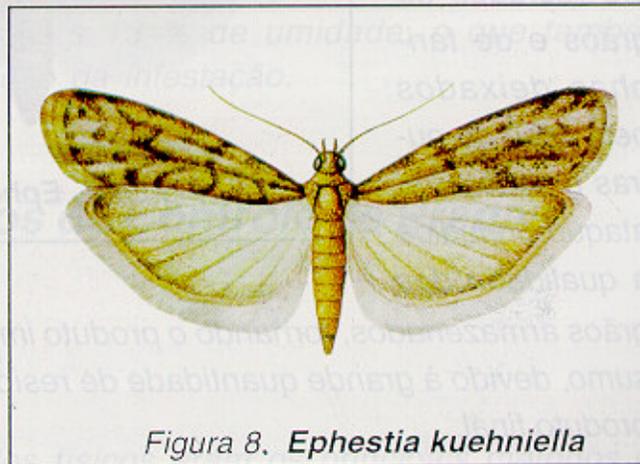


Figura 8. *Ephestia kuehniella*

Os adultos são mariposas de coloração parda, com 20 mm de envergadura, com asas anteriores longas e estreitas, de coloração acinzentada, com manchas transversais cinza-escuras. As asas posteriores são mais claras (Figuras 8 e 9). A fêmea oviposita de 200 a 300 ovos. As larvas atingem até 15 mm de comprimento; possuem coloração rosada, sendo as pernas e a cabeça cor de castanha; tecem um casulo de seda, em cujo interior empupam. O período de ovo a adulto se estende por aproximadamente 40 dias. O período de incubação dura cerca de 3 dias, a fase larval 32 dias, a fase de pupa 7 dias, e a longevidade dos adultos dura cerca de 15 dias (Lorini & Schneider, 1994).

b) Danos

São pragas secundárias, pois as larvas se desenvolvem sobre resíduos de grãos e de farinhas deixados pela ação de outras pragas. Seu ataque prejudica a qualidade dos

grãos armazenados, tornando o produto impréstável para consumo, devido à grande quantidade de resíduos dos insetos no produto final.

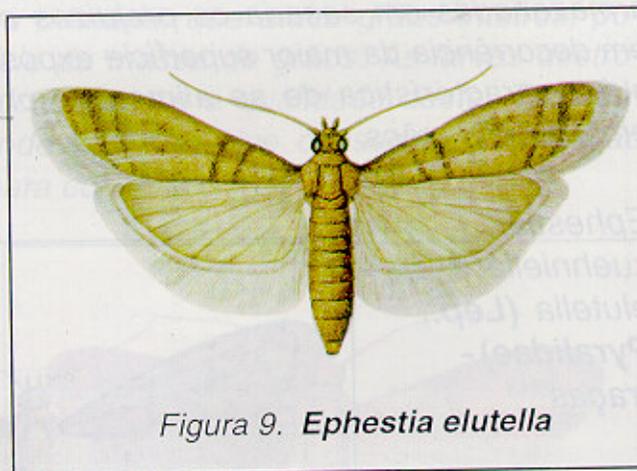


Figura 9. *Ephestia elutella*

Higienização e Limpeza das Instalações de Unidades Armazenadoras

Estas medidas preventivas da infestação das pragas são as mais importantes na conservação de grãos, as mais simples de serem executadas e de menor custo, porém raramente realizadas pelos responsáveis pela armazenagem.

Consistem na eliminação de todos os resíduos nas instalações, no armazém que receberá o produto, nos corredores, nas passarelas, nos túneis, nos elevadores, nas moegas etc. Esses locais devem ser varridos, coletando-se os resíduos de grãos e de pó eliminando-os. É aconselhável queimar esses resíduos para evitar a proliferação de insetos e de fungos, que poderão reinfestar as unidades armazenadoras. Após essa limpeza, os locais deverão ser pulverizados com inseticidas para eliminar os insetos presentes nas paredes e nos equipamentos. Os inseticidas recomendados para essa situação são: pirimiphos-methyl, fenitrothion, deltamethrin, dichlorvos e permethrin.

Uma vez realizada a higienização da unidade armazenadora, esta poderá receber os grãos limpos e secos, de preferência com 12 a 13 % de umidade, o que também auxilia na prevenção da infestação.

Métodos de Controle de Pragas

Métodos físicos

Os métodos físicos eram os principais métodos de

proteção de grãos antes do extensivo uso dos químicos sintéticos. Estes envolvem a manipulação dos fatores físicos para eliminar ou reduzir a população de praga a um nível tolerável (Banks & Fields, 1995). Controle da temperatura, da umidade relativa e da composição da atmosfera, uso de pós inertes, remoção física, radiação, luz e som podem ser empregados, isoladamente ou combinados, para se obter o controle de pragas.

Temperatura

Tanto a baixa como a alta temperatura podem ser empregadas para controle de insetos. Assim como existe uma temperatura ideal para o desenvolvimento das pragas, esta também pode ser usada para retardar a multiplicação das espécies e até mesmo para eliminá-las (Tabela 1).

Tabela 1. Resposta de pragas de produtos armazenados à temperatura

Ação	Faixa de temperatura (°C)	Efeito esperado
Letal	> 62	morte em menos de 1 minuto
	50 a 60	morte em menos de 1 hora
	45 a 50	morte em menos de 1 dia
	35 a 42	populações podem morrer
Sub-ótimo	35	temperatura máxima para reprodução
	32 a 35	lento crescimento populacional

Continuação Tabela 1

Ação	Faixa de temperatura (°C)	Efeito esperado
Ótimo	25 a 32	máxima taxa de crescimento populacional
Sub-ótimo	13 a 25	lento crescimento populacional
Letal	5 a 13	lenta mortalidade populacional
	3 a 5	cessam os movimentos
	-10 a -5	morte em algumas semanas ou meses
	-25 a -15	morte em menos de 1 hora

Fonte: (Banks & Fields, 1995).

A redução da temperatura da massa de grãos para menos de 13 °C, em geral, irá determinar a eliminação da população, uma vez que a taxa de multiplicação não será suficiente para mantê-la. Esta baixa temperatura pode ser conseguida com a introdução de ar frio no ambiente, através de equipamentos de aeração refrigerada. As baixas temperaturas provocam dois efeitos básicos, que são: a) a redução das taxas de desenvolvimento, de alimentação e de fecundidade; e b) decréscimo do número de insetos sobreviventes ao tratamento (Banks & Fields, 1995).

Por outro lado, altas temperaturas também são letais aos insetos, e a faixa de temperatura a que se deve expor a massa de grãos está relacionada com o tempo de exposição. Temperaturas acima de 42 °C levam a maioria das populações à morte. Entretanto, para **R. dominica** as temperaturas precisam ser mais elevadas para se obter êxito, uma

vez que esta praga é considerada a mais tolerante ao calor (Banks & Fields, 1995). A alta temperatura para matar os insetos pode ser conseguida com a introdução de ar aquecido, microondas etc., levando sempre em consideração que tanto a temperatura de exposição do material quanto o tempo de duração do calor podem afetar a qualidade final do produto, uma vez que os limiares são muito próximos.

Umidade relativa do ar

O efeito da umidade relativa do ar geralmente está associado à temperatura no desenvolvimento de pragas de grãos armazenados, e esta à umidade de armazenamento do grão. A umidade relativa do ar ótima para as principais pragas de grãos armazenados situa-se em torno de 70 %, onde as espécies têm o melhor desenvolvimento, para uma temperatura na faixa ideal. A diminuição da umidade relativa cria um ambiente desfavorável aos insetos, diminuindo a longevidade e a sobrevivência destes. Assim, qualquer método que proporcione a redução da umidade relativa e, por conseguinte, a redução da umidade do grão estará contribuindo para eliminar o efeito das pragas (Banks & Fields, 1995). Como exemplo, Evans (1982), citado por Banks & Fields (1995), verificou um decréscimo na longevidade média de **S. oryzae** de 24,0 para 11,5 semanas em trigo a 15 °C, com a redução de 12,5 % para 10,3 % na umidade dos grãos, correspondente à redução na umidade relativa de 50 % para 35 %. O alimento também é um fator que deve ser considerado quando se usam redutores de umidade do ambiente, pois o inseto pode obter a umidade necessária à sobrevivência no próprio alimento e, assim, tolerar

índices menores de umidade quando comparados ao seu desenvolvimento na ausência de alimento.

Atmosfera controlada

O uso deste método de controle está baseado na modificação da atmosfera, pela alteração da concentração dos gases CO_2 , O_2 e N_2 , tornando o ambiente letal aos insetos. Esta situação pode ser conseguida pela adição de CO_2 sólido ou gasoso, ou de gases de baixa concentração de O_2 , ou permitindo que os processos metabólicos dentro do armazém removam o O_2 , geralmente com a liberação de CO_2 (Banks & Fields, 1995). Para se obter um ambiente com atmosfera controlada, há necessidade de as instalações do armazém ou silo serem herméticas, caso contrário poder-se-á ter insucessos e elevados custos. Como exemplo, na Tabela 2 estão os gases produzidos por algumas fontes modificadoras de atmosfera. Em função do tempo de exposição necessário para eliminar as diferentes espécies, pode-se tomar a decisão sobre a viabilidade de cada método nos diferentes tipos de unidade armazenadora, considerando-se também a relação custo/benefício.

Em resumo, para todos os estádios das principais pragas de grãos armazenados, são necessárias as doses e regimes de aplicação seguintes: a) concentrações de O_2 mantidas a menos de 1 % por mais de 20 dias; b) concentrações de CO_2 mantidas a 80 % por 5 dias, 60 % por 11 dias ou 40 % por 17 dias; e c) concentrações de CO_2 inicialmente superiores a 70 % e reduzindo para não menos de 35 %, durante um período mínimo de 15 dias (Banks & Fields, 1995).

Tabela 2. Composição típica da atmosfera controlada (AC) criada em ambientes de armazenagem herméticos

Tipo de AC	Fonte de AC	Composição (%)			
		O ₂	CO ₂	N ₂	Ar
Baixo O ₂	nitrogênio líquido ou outras fontes (< 0,1% de O ₂)	0,5	-	99,4	-
Baixo O ₂	queima de gás propano	0,5	13,4	85,1	1,0
Baixo O ₂	combustão de gases	0,5	20,8	78,2	0,5
Baixo O ₂	CO ₂ líquido ou outras fontes (< 0,1% de O ₂)	0,5	97,5	2,0	-
Armazém	metabolismo dentro hermético do armazém	2,0	18,0	81,0	1,0
Alto CO ₂	CO ₂ líquido ou outras fontes (> 98% puro)	4,2	80,0	15,6	0,2
Alto CO ₂	CO ₂ líquido ou outras fontes (> 98% puro)	8,4	60,0	31,2	0,4
Alto CO ₂	CO ₂ líquido ou outras fontes (> 98% puro)	12,6	40,0	46,9	0,5

Fonte: (Banks & Fields, 1995).

Esta tecnologia de atmosfera controlada foi intensamente estudada, e a literatura apresenta várias discussões sobre o assunto, com vantagens e desvantagens do método, podendo ser pesquisada pelos interessados. Aqui foram apresentados apenas alguns pontos importantes e que podem ser aplicados à realidade brasileira de armazenagem, principalmente devido ao aparecimento de problemas no controle de pragas com os métodos hoje empregados.

Uso de pós inertes - dessecação

O uso de pós inertes para controlar pragas de grãos armazenados é uma técnica de longa história e revisada por vários autores (Ebeling, 1971; Loschiavo, 1988 a; b; Shawir et al., 1988; Aldryhim, 1990; 1993). Com o advento dos químicos sintéticos, este método foi negligenciado, porém os problemas que os inseticidas químicos estão hoje apresentando, como falhas de controle, resíduos em alimentos, resistência pelas pragas etc., estão proporcionando a retomada deste método muito eficaz no controle de pragas de grãos armazenados. Já existem formulações comerciais de alguns pós inertes. Nos Estados Unidos da América, o dióxido de sílica amorfa, à base de terra de diatomáceas, é “geralmente reconhecido como seguro” e registrado como aditivo alimentar (Banks & Fields, 1995). Os pós inertes, além de serem muito seguros no uso e de apresentarem baixa toxicidade aos mamíferos, não afetam a qualidade de grãos para panificação (Ebeling, 1971; Aldryhim, 1990).

Existem quatro tipos básicos de pós inertes possíveis de serem usados:

a) argilas, areias e terra têm sido empregadas como uma camada protetora na parte superior dos grãos, podendo ser misturadas com a massa de grãos nas doses de 10

kg/t ou mais. Esta quantidade é um ponto negativo de seu uso, na atualidade, e excede a sua ação eficaz de controle das pragas.

b) terra de diatomáceas proveniente dos fósseis de algas diatomáceas, que possui naturalmente uma fina camada feita de sílica amorfa hidratada. O maior componente desses fósseis é a sílica, existindo também outros minerais, como alumínio, ferro, magnésio, sódio etc. Este pó é misturado com os grãos na dose de 1 kg/t ou menos e controla a maioria das pragas de grãos armazenados de forma eficaz (Banks & Fields, 1995). Experimentos realizados na Embrapa Trigo (Tabelas 3 e 4) com as principais pragas de trigo, arroz, milho e cevada demonstraram excelente performance da terra de diatomáceas (Lorini, 1994b), o que salienta o potencial desse produto para ser empregado no Brasil como protetor de grãos. Por ser praticamente atóxico, pode ser facilmente manuseado pelos operadores de unidades armazenadoras de forma segura. Também confere um longo período de proteção à massa de grãos, sem deixar resíduos nos alimentos que chegam ao consumidor. Pode ser uma alternativa para controlar as raças das pragas resistentes aos inseticidas químicos sintéticos e, com isso ser usado no manejo integrado de pragas de grãos armazenados.

c) sílica aerogel produzida pela desidratação da solução aquosa de silicato de sódio. É um pó não higroscópicos o qual é efetivo em doses mais baixas que a terra de diatomáceas.

d) pós não derivados da sílica, como os provenientes de rochas fosfatadas e o hidróxido de cálcio, que na Austrália, é usado para proteger grãos destinados a alimentação animal (Banks & Fields, 1995).

Tabela 3. Efeito inseticida da terra de diatomáceas (dióxido de sílica) sobre *Rhizopertha dominica* e sobre *Sitophilus oryzae* em trigo, em arroz, em milho e em cevada. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 1994

Grão/	Dose (g/t)	Infestação inicial ¹	n ²	E(%) ³	n ²	E(%) ³
			<i>Rhizopertha dominica</i>		<i>Sitophilus oryzae</i>	
Trigo:						
Dióxido de sílica	500	20,0	13,00	62	6,25	30
Dióxido de sílica	750	20,0	17,25	85	8,50	40
Dióxido de sílica	1000	20,0	20,00	100	20,00	100
Sem inerte	0	20,0	1,75	-	0,75	-
C.V. (%)			6,3		7,0	
Arroz:						
Dióxido de sílica	500	20,0	19,25	95	16,25	79
Dióxido de sílica	750	20,0	20,00	100	18,50	91
Dióxido de sílica	1000	20,0	20,00	100	20,00	100
Sem inerte	0	20,0	3,50	-	2,25	-
C.V. (%)			4,5		5,6	

Continuação Tabela 3

Grão/ Inerte	Dose (g/t)	Infestação inicial ¹	<i>Rhizopertha dominica</i>		<i>Sitophilus oryzae</i>	
			n ^o	E(%) ³	n ^o	E(%) ³
Milho:						
Dióxido de sílica	500	20,0	10,75 b	52	4,25 c	19
Dióxido de sílica	750	20,0	20,00 a	100	17,50 b	87
Dióxido de sílica	1000	20,0	20,00 a	100	20,00 a	100
Sem inerte	0	20,0	0,75 c	-	0,50 d	-
$\overline{C.V.}$ (%)			5,6		4,2	
Cevada:						
Dióxido de sílica	500	20,0	20,00 a	100	3,25 c	9
Dióxido de sílica	750	20,0	20,00 a	100	11,75 b	55
Dióxido de sílica	1000	20,0	20,00 a	100	20,00 a	100
Sem inerte	0	20,0	2,00 b	-	1,50 d	-
$\overline{C.V.}$ (%)			3,0		7,5	

Médias seguidas da mesma letra, para cada praga e para cada tipo de grão, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan, a 5 % de significância.

¹ Infestação realizada um dia após a aplicação do produto no grão.

² Média do número de insetos mortos sete dias após a infestação inicial.

³ Eficiência de mortalidade calculada pela fórmula de Abbott (1925).

Fonte: Lorini (1994b).

Tabela 4. Eficiência da terra de diatomáceas (dióxido de sílica) aplicada em grãos de trigo, no controle de **Rhizopertha dominica**, de **Sitophilus oryzae** e de **Cryptolestes ferrugineus**. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 1994

Inerte	Dose (g/t)	Infestação		R. dominica		S. oryzae		C. ferrugineus	
		inicial ¹		n ^o	E(%) ³	n ^o	E(%) ³	n ^o	E(%) ³
Dióxido de sílica	250	20,0		9,75 c	44	15,75 b	66	20,00 a	100
Dióxido de sílica	500	20,0		14,75 b	71	19,75 a	98	20,00 a	100
Dióxido de sílica	750	20,0		20,00 a	100	19,75 a	98	20,00 a	100
Dióxido de sílica	1000	20,0		19,50 a	97	20,00 a	100	20,00 a	100
Dióxido de sílica	1500	20,0		19,50 a	97	19,75 a	98	20,00 a	100
Dióxido de sílica	2000	20,0		20,00 a	100	20,00 a	100	20,00 a	100
Sem inerte	0	20,0		1,75 d	-	6,50 c	-	1,00 b	-
C.V. (%)				9,7		8,6		-	

Médias seguidas da mesma letra, para cada praga, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan, a 5 % de significância.

¹ Infestação realizada 150 dias após a aplicação do produto no grão.

² Média do número de insetos mortos 13 dias após a infestação inicial, e 7 dias após, para **C. ferrugineus**.

³ Eficiência de mortalidade calculada pela fórmula de Abbott (1925).

Fonte: Lorini (1994b).

Remoção física

*Este método pode auxiliar na redução da densidade populacional de pragas por um eficiente sistema de peneiras. Principalmente para as espécies **S. oryzae** e **S. zeamais**, que infestam os grãos já na lavoura, antes mesmo de estes serem colhidos, qualquer processo que remova os insetos durante o recebimento e armazenagem desses grãos estará contribuindo para a diminuição dos efeitos das pragas. A secagem de grãos poderá eliminar parte dos insetos e, se for associada à passagem dos grãos por uma mesa de gravidade, a maioria dos insetos, os quais teriam formado o foco inicial de infestação, será eliminada.*

Radiação

Existem dois tipos básicos de radiação ionizante para o controle de insetos: a) radiação-g produzida por ^{60}Co ou ^{137}Cs , e b) aceleração de elétrons. A radio-sensibilidade de insetos tem sido estudada e verificou-se que a tolerância aumenta na seguinte ordem crescente: ovo, larva, pupa e adulto. Assim, as doses que matam adultos são tomadas como máximas para o tratamento de grãos. Entretanto, deve-se considerar que a radiação pode reduzir a qualidade dos cereais tratados, especialmente trigo, e também reduzir as vitaminas A, C, E, B₁ e K. Em cevada, as doses que eliminam os insetos afetam a germinação, o que inviabiliza o malte e a qualidade da semente para a próxima safra (Banks & Fields, 1995). Existe também a possibilidade de irradiar os insetos para tornar as progênies estéreis, o que auxiliaria no controle. O uso de radiação como método de controle, apesar de ser eficaz, deixa muitas dúvidas quanto à qualida-

de alimentar do produto tratado.

Luz e som

A luz pode ser usada como um atrativo de grande utilidade para monitorar certas pragas de grãos armazenados, que são atraídas para a fonte de luz. Quando associada a uma armadilha de captura, o resultado serve para indicar a presença do inseto no ambiente de armazenagem. Como método de controle, praticamente, não é usado devido à baixa eficácia.

As ondas sonoras demonstraram ser eficientes no controle de insetos. Ondas de baixa frequência afetam o desenvolvimento de **P. interpunctella**, e uma exposição de 5 minutos a um som de 1MHz a 14.5 W/cm² elimina todos os estádios de **S. granarius** a 26 °C, em trigo (Banks & Fields, 1995). Porém o uso desses métodos deve ser definido em termos de viabilidade de uso comercial, o qual se acredita seja possível em determinadas situações de armazenagem.

Métodos químicos de controle

O uso de inseticidas é um dos métodos de controle de pragas de grãos armazenados mais empregados na atualidade. Porém vem apresentando restrições de uso, à medida que os problemas surgem. O controle químico pode ser aplicado de forma preventiva ou curativa.

Tratamento preventivo dos grãos

Após os grãos terem sido limpos e secos, expurgados ou não, deverão ser guardados em armazéns previa-

mente higienizados, por um período variável, dependendo do consumo e do interesse de cada armazenador.

Se o período de armazenagem for superior a 3 meses, pode-se fazer o tratamento preventivo dos grãos para proteção contra as pragas. Esse tratamento consiste em aplicar inseticidas líquidos sobre os grãos, no momento de carregar o armazém, na correia transportadora, e homogeneizá-los, de forma que todo o grão receba inseticida. Este inseticida protegerá o grão contra o ataque de pragas que tentarão se instalar na massa de grãos.

A pulverização deve ser realizada com os grãos descansados, ou seja, não efetuar o tratamento com a massa de grãos quente, logo após esta ter saído do secador. Os grãos quentes apresentam uma série de inconvenientes para o tratamento, que pode resultar em ineficácia. Assim, é aconselhável deixar os grãos esfriarem por alguns dias para, depois, fazer a pulverização com os inseticidas e proceder à armazenagem adequada.

Para este tratamento, é necessário instalar adequadamente o equipamento de pulverização, que pode ser específico ou adaptado a partir de um pulverizador de lavoura. Deve-se instalar uma barra de pulverização, com 3 ou 5 bicos, sobre a correia transportadora, no túnel ou na passarela, distribuídos de maneira que todo o grão receba inseticida. Também devem ser colocados tombadores sobre a correia transportadora para que os grãos sejam misturados quando estiverem passando sob a barra de pulverização. Durante este processo, devem ser verificadas a vazão dos bicos e a da correia transportadora. Se houver necessidade, deve-se fazer o ajuste de acordo com as doses de inseticidas e de

calda por tonelada de grãos. Recomenda-se a dose de 1,0 a 2,0 litros de calda/t, a ser pulverizada sobre os grãos, e o uso dos inseticidas pirimiphos-methyl, fenitrothion, delta-methrin ou permethrin, de acordo com a espécie e a raça da praga. Não se deve realizar o tratamento via líquida na correia transportadora, caso exista infestação de qualquer praga na massa de grãos, pois poderá resultar em falhas de controle e início de um problema de resistência das pragas aos inseticidas.

Não havendo raças resistentes, os inseticidas indicados são deltamethrin e permethrin, para controle de **R. dominica**, e pirimiphos-methyl e fenitrothion, para **S. oryzae** e **S. zeamais**. Para as demais pragas citadas neste trabalho, geralmente se obtém elevada eficiência usando-se um dos quatro inseticidas, salientando-se que são poucos os trabalhos existentes na literatura que tratam da eficiência de inseticidas sobre as outras espécies-pragas, uma vez que normalmente não são o alvo direto de controle. Detalhes sobre os inseticidas acima citados, como doses, nomes comerciais, intervalo de segurança etc., podem ser obtidos nas recomendações oficiais das comissões de pesquisa de trigo (Reunião, 1997a), de cevada (Reunião, 1997b) e de milho (Rio Grande do Sul, 1997).

Resultados de pesquisas obtidos na Embrapa Trigo (Tabela 5) evidenciaram um novo ingrediente ativo como eficiente no controle de **R. dominica** (Lorini, 1994a), tanto em trigo como em cevada. O inseticida bifenthrin, pertencente ao grupo dos piretróides, possui elevada eficiência sobre **R. dominica**, porém não controla raças dessa espécie resistentes ao inseticida deltamethrin.

Tabela 5. Efiçiência de inseticidas aplicados em grãos de trigo e de cevada, no controle de *Rhizopertha dominica*, de *Sitophilus oryzae* e de *Cryptolestes ferrugineus*. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 1994

Inseticida	Dose (ppm i. a.)	Infeção inicial ^l	<i>R. dominica</i> ^(ft1)		<i>S. oryzae</i> ^(st1)		<i>C. ferrugineus</i> ^(cr2)	
			n ^o	E(%) ³	n ^o	E(%) ³	n ^o	E(%) ³
Trigo:								
Bifenthrin	0,2	20,0	19,00 ab	94	6,25 e	30	18,50 a	92
Bifenthrin	0,4	20,0	19,75 ab	98	11,50 d	57	19,75 a	99
Bifenthrin	0,8	20,0	19,75 ab	98	12,75 cd	63	19,75 a	99
Permethrin	7	20,0	20,00 a	100	19,25 ab	96	19,50 a	97
Permethrin	14	20,0	19,00 ab	94	20,00 a	100	20,00 a	100
Deltamethrin	0,35	20,0	18,00 b	88	19,25 ab	96	19,75 a	99
Deltamethrin	0,70	20,0	18,50 ab	91	19,00 ab	95	20,00 a	100
Fenitrothion	7,5	20,0	19,50 ab	97	20,00 a	100	20,00 a	100
Pirimiphos-methyl	6,0	20,0	19,75 ab	98	20,00 a	100	20,00 a	100
Sem inseticida	-	20,0	2,75 c	-	0,25 f	-	0,75 c	-
C.V. (%)			3,7		9,7		4,8	

Continuação Tabela 5

Grão/ Inseticida	Dose (ppm i. a.)	Infestação inicial ¹	R. dominica ^(rh1)		S. oryzae ^(st1)		C. ferrugineus ^(cr2)	
			n ^o	E(%) ³	n ^o	E(%) ³	n ^o	E(%) ³
Cevada:								
Bifenthrin	0,2	20,0	18,25 a	89	9,25 cd	19	8,25 b	80
Bifenthrin	0,4	20,0	19,25 a	95	11,75 bc	37	9,75 a	97
Bifenthrin	0,8	20,0	19,75 a	98	12,00 b	40	9,75 a	97
Permethrin	7	20,0	20,00 a	100	19,25 a	94	9,75 a	97
Permethrin	14	20,0	20,00 a	100	19,75 a	98	9,50 a	94
Deltamethrin	0,35	20,0	19,50 a	97	16,75 a	75	10,00 a	100
Deltamethrin	0,70	20,0	19,50 a	97	19,25 a	94	9,75 a	97
Fenitrothion	7,5	20,0	18,25 a	89	20,00 a	100	10,00 a	100
Pirimiphos-methyl	6,0	20,0	20,00 a	100	20,00 a	100	10,00 a	100
Sem inseticida	-	20,0	4,00 b	-	6,75 d	-	1,00 c	-
C.V. (%)			3,5		7,5		4,5	

Médias seguidas da mesma letra, para cada praga e para tipo de grão, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Duncan, a 5 % de significância.

^{rh1, st1 e cr2}

Referem-se às raças das diferentes espécies.

¹ Infestação realizada 15 dias após a aplicação do produto no grão, a infestação inicial em cevada, para **C. ferrugineus**, foi de apenas 10 insetos.

² Média do número de insetos mortos 7 dias após a infestação inicial.

³ Eficiência de mortalidade calculada pela fórmula de Abbott (1925).

Fonte: Lorini (1994a).

Tratamento curativo de grãos

A fumigação ou expurgo é uma técnica empregada para eliminar qualquer infestação de pragas em grãos, mediante o uso de gás. Esta deve ser realizada sempre que houver infestação, seja em produto recém-colhido infestado na lavoura, ou mesmo após um período de armazenamento em que houve infestação no armazém. Esse processo pode ser realizado nos mais diferentes locais, desde que sejam observadas a perfeita vedação do local a ser expurgado e as normas de segurança dos produtos em uso. Assim, pode ser realizado em silos de concreto, em armazéns graneleiros, em tulhas, em vagões de trem, em porões de navios, em câmaras de expurgo etc., observando sempre o período de exposição e a hermeticidade do local. O gás introduzido no interior da massa de grãos deve ficar naquele ambiente em concentração letal para as pragas. Assim, qualquer saída ou entrada de ar deve ser vedada sempre com materiais apropriados, como a lona de expurgo, não porosa. Para grãos ensacados, é essencial a colocação de pesos ao redor das pilhas sobre as lonas de expurgo, para garantir a vedação.

O inseticida indicado para o expurgo de grãos, pela eficiência, facilidade de uso, segurança de aplicação e versatilidade, é a fosfina. No entanto, é importante lembrar que já foram detectadas raças de pragas resistentes a este fumigante (ver item 5). A temperatura e a umidade relativa do ar no armazém a ser expurgado, para o uso de fosfina, são de extrema importância, pois irão determinar a eficiência do expurgo. O tempo mínimo de exposição da fosfina às pragas deve ser de 72 horas para temperaturas superiores a 20 °C, de 96 horas para temperaturas de 16 a 20 °C e de

120 horas para temperaturas entre 10 e 15 °C. Abaixo de 10 °C não é aconselhável usar a fosfina, pois o expurgo será ineficaz. Quanto à umidade relativa do ar, deve-se observar o intervalo de 72 horas, se superior a 50 %, 96 horas de 40 a 50 %, 120 horas de 25 a 40 %, desaconselhando-se o expurgo com umidade inferior a 25 %. Deve-se associar a temperatura e a umidade relativa do ar para definir o período de exposição, prevalecendo a mais limitante das duas (Manual, 1992). Detalhes sobre a fosfina, como doses, nomes comerciais, intervalo de segurança etc., podem ser obtidos nas recomendações oficiais das comissões de pesquisa de trigo (Reunião, 1997a), de cevada (Reunião, 1997b) e de milho (Rio Grande do Sul, 1997).

Métodos biológicos de controle

O controle biológico é um método eficiente de controle de muitas pragas ao nível de campo, mas pouco adequado ao ambiente da armazenagem. O controle das pragas que ocorrem nos armazéns é feito principalmente pelo uso de químicos e, pelo fato de que os grãos devem ser mantidos isentos de insetos tanto quanto possível, não haverá disponibilidade de hospedeiros para manter a população de predadores e parasitóides na massa de grãos. Também, pelo uso destes químicos, haverá pouca chance de sobrevivência destes inimigos naturais nesse ambiente, a menos que eles possam tolerar os produtos químicos.

Neste particular, existem trabalhos que demonstram a tolerância de inimigos naturais das pragas aos inseticidas usados para controle (Hoy, 1990). Como exemplo, o

parasitóide **Theocolax elegans** (Westwood) (Hymenoptera: Pteromalidae), proveniente de populações de **R. dominica** (F.) resistentes ao inseticida deltamethrin, também apresentou elevada tolerância a este inseticida (Lorini, 1997; Lorini & Galley, 1997). Esse inseto também pode tolerar o tratamento de grãos com dióxido de carbono, conforme comprovado por Banks e Sharp (1979). Estas características são altamente desejáveis para o uso do controle biológico nesses ambientes onde o inseticida químico estará presente.

Na literatura, verifica-se uma variedade de inimigos naturais das pragas de grãos armazenados. Porém as citações limitam-se à identificação do agente e à capacidade de predação ou parasitismo em laboratório. **Teretriosoma nigrescens** (Coleoptera: Histeridae) é mencionado como predador importante de **Prostephanus truncatus**, o qual também pode reduzir populações de **Dinoderus minutus** e de **R. dominica** (F.) (Rees, 1991). O ácaro **Acarophenax lacunatus** (Acari: Acarophenacidae) tem sido encontrado predando ovos de **R. dominica** (F.), chegando a reduzir em até 90 % a população da praga (Padilha & Faroni, 1993; Matioli et al., 1995). O parasitóide **T. elegans** (Westwood) é comumente encontrado parasitando estádios imaturos de **S. oryzae**, embora não seja eficiente em reduzir a população da praga (Almeida & Matioli, 1984) e é menos competitivo que outro parasitóide, **Anisopteromalus calandrae**, tanto em milho quanto em trigo (Wen et al., 1994; Wen & Brower, 1995). O controle biológico precisa ser estudado e entendido como estratégia de controle de pragas durante o armazenamento de grãos. A liberação de parasitóides em grandes quantidades em armazéns, para redução de pragas, sem prejudicar a qualidade do produto final, deve ser investigada, uma vez

que existe a necessidade de se manter uma população mínima do hospedeiro no ambiente. Porém, é um método de controle que deve ser considerado por ocasião do manejo integrado de pragas e sua real contribuição na redução de pragas deve ser medida.

Resistência de Pragas aos Inseticidas

A resistência aos inseticidas está aumentando mundialmente e constitui um dos maiores problemas de controle de pragas na atualidade. Já existem documentadas 447 espécies de insetos e de ácaros que desenvolveram resistência a um ou mais grupos químicos (Georghiou & Mellon, 1983; Georghiou, 1986; Roush & Tabashnik, 1990). O primeiro caso de resistência foi relatado por Melander (1914) na cochonilha de São José ao enxofre, evoluindo para apenas 12 espécies nos 30 anos subsequentes. Porém, com a introdução do DDT, o interesse e o estudo da resistência aumentaram muito, afetando os diferentes grupos, como clorados, fosforados, carbamatos e piretróides (Georghiou, 1983). Espécies multirresistentes são comuns, demonstrando vários mecanismos de resistência a diferentes grupos químicos (Georghiou, 1986).

A resistência em pragas de produtos armazenados, no Brasil, tem assumido grande importância nos últimos anos. Já foi registrada em **R. dominica** ao inseticida deltamethrin (Lorini, 1997; Lorini & Galley, 1996), chlorpyrifos-methyl (Guedes et al., 1996; 1997), pirimiphos-methyl, malathion (Guedes et al., 1996; 1997; Sartori, 1993; Pacheco et al., 1990; Sartori et al., 1990) e fenitrothion e fosfina (Sartori,

1993; Pacheco et al., 1990; Sartori et al., 1990). Também, foram encontradas raças resistentes das pragas **S. oryzae**, **T. castaneum** e **Cryptolestes** sp. aos inseticidas pirimiphos-methyl, malathion, fenitrothion e fosfina (Sartori, 1993; Pacheco et al., 1990; Sartori et al., 1990). Atualmente, o manejo da resistência no ambiente de armazenagem de grãos é uma prática essencial, pois é muito difícil controlar uma praga depois que esta tornou-se resistente a um produto químico. O manejo adequado pode reduzir o número de espécies resistentes ou, no mínimo, retardar o aparecimento do problema da resistência (Lorini, 1997).

Monitoramento das Pragas na Massa de Grãos

O sistema de acompanhamento das pragas que ocorrem na massa de grãos armazenados é de fundamental importância, pois irá detectar o início de qualquer infestação que poderá alterar a qualidade final do grão. O sistema de monitoramento instalado deve contemplar um método eficiente de amostragem de insetos, de medição da temperatura e da umidade do grão e de detecção da presença de fungos. Para insetos que vivem no interior da massa de grãos, existem dois métodos eficientes: o método tradicional, que consiste em coletar amostras de grãos em vários pontos do armazém e passá-los por uma peneira de 20 cm x 20 cm, malha de 2 mm, dotada de um coletor, onde ficam retidas as pragas para posterior identificação e quantificação. Outro método é o uso de armadilhas de plástico, tipo "Burkholder

Grain Probe”, que consistem em tubos de plástico de 2,5 cm de diâmetro e 36 cm de comprimento, perfurados na metade superior (Cogburn et al., 1984; Burkholder & Ma, 1985; Subramanyam & Harein, 1990). Essas armadilhas são introduzidas na massa de grãos, onde permanecem por determinado tempo, 15 dias por exemplo. Pelo deslocamento dos insetos na massa de grãos, estes caem nas perfurações da armadilha, que, internamente, possui um coletor que impede a saída dos insetos. Após um período variável de 15 a 30 dias, essas armadilhas são retiradas, e as pragas identificadas e quantificadas. Podem ser usados feromônios específicos para atrair insetos para o interior das armadilhas (Cogburn et al., 1984; Burkholder & Ma, 1985).

A vantagem da armadilha de plástico é a coleta de insetos vivos na massa de grãos, uma vez que há necessidade de estes se deslocarem para que sejam capturados pela armadilha. No método da peneira, recolhem-se insetos vivos e mortos. Além disso, a permanência da armadilha na massa de grãos pode extrair, com maior exatidão, informações sobre a população da praga e auxiliar na tomada de decisão para controle (Lorini, 1993).

Para traças e outras espécies que atacam apenas a superfície da massa de grãos, existem armadilhas adesivas, que determinam a densidade de insetos que estão voando no interior da unidade armazenadora. Estes são monitorados periodicamente pela contagem de indivíduos, permitindo a previsão de infestação e auxiliando na tomada de decisão.

O monitoramento está baseado em um eficiente sistema de amostragem das pragas, por qualquer método empregado, e na medição de diversas variáveis que influem na

conservação do grão armazenado. Dessa forma, com o método eficaz e com o acompanhamento contínuo, chega-se à determinação de todos os fatores que podem interferir na conservação de grãos.

Controle Integrado de Pragas

A integração de diferentes métodos de controle é uma prática essencial para se obter sucesso na supressão das pragas de grãos armazenados. A resistência de pragas a inseticidas, crescente no Brasil, exige o uso integrado de outros métodos que não somente os químicos. Os métodos físicos, que antecederam os químicos no controle de pragas no passado, devem ser retomados e adequados ao uso presente e futuro. Também o controle biológico precisa ser definido quanto à sua parcela de contribuição na redução das populações de pragas; quando empregado com um método não químico, poderá ter melhor performance. O controle químico, adotado na maioria das unidades armazenadoras pela facilidade e simplicidade de uso, tem apresentado limitações de emprego, pelo aumento da resistência de pragas a esses inseticidas ou pela contaminação dos alimentos através do resíduo deixado no grão. A solução para reduzir o efeito de pragas nos grãos não é simples e exige competência técnica para ser executada. Esta passa pela integração dos métodos possíveis de serem executados em cada unidade armazenadora e por um eficiente sistema de monitoramento, os quais, associados às medidas preventivas e curativas de controle de pragas, permitirão ao armazenador manter o grão isento de insetos, evitando per-

das quantitativas e mantendo a qualidade de comercialização e de consumo do produto.

Referências Bibliográficas

- ABBOTT, W.S. A method of computing the effectiveness of an insecticide. **Journal of Economic Entomology**, v.18, p.265-267, 1925.
- ALDRYHIM, Y.N. Combination of classes of wheat and environmental factors affecting the efficacy of amorphous silica dust, dryacide, against **Rhyzopertha dominica** (F.). **Journal of Stored Products Research**, v.29, p.271-275, 1993.
- ALDRYHIM, Y.N. Efficacy of the amorphous silica dust, dryacide, against **Tribolium confusum** Duv. and **Sitophilus granarius** (L.) (Coleoptera: Tenebrionidae and Curculionidae). **Journal of Stored Products Research**, v.26, p.207-210, 1990.
- ALMEIDA, A.A.; MATIOLI, J.C. Ocorrência de **Chaetospila elegans** Westwood, 1874 (Hym., Pteromalidae) como parasito de **Sitophilus oryzae** (Linnaeus, 1763) (Col., Curculionidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.13, p.107-115, 1984.
- ALMEIDA, A.A.; POY, L.D.A. Reprodução de **Rhyzopertha dominica** (F., 1792) (Coleoptera, Bostrychidae) em grãos inteiros e partidos, de cultivares de trigo, de textura vítrea e suave. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.38, p.599-604, 1994.

- BANKS, H.J.; FIELDS, P.G. Physical methods for insect control in stored-grain ecosystems. In: JAYAS, D.S.; WHITE, N.D.G.; MUIR, W.E. **Stored-grain ecosystems**. New York: Marcell Dekker, 1995. p.353-409.
- BANKS, H.J.; SHARP, A.K. Insect control with CO₂ in a small stack of bagged grain in a plastic film enclosure. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v.19, p.102-107, 1979.
- BIRCH, L.C.; SNOWBALL, J.G. The development of eggs of *Rhizopertha dominica* (Fab. Coleoptera) at constant temperature. **Journal of Experimental Biology Medicine Science**, v.23, p.37-40, 1945.
- BOOTH, R.G., COX, M.L.; MADGE, R.B. **IIE Guides to insects of importance to man 3. COLEOPTERA**. London: C A B International, 1990. 384p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Comissão Técnica para Redução das Perdas na Agropecuária. (Brasília, DF). **Perdas na agropecuária brasileira: relatório preliminar**. Brasília, 1993. v.1.
- BURKHOLDER, W.E.; MA, M. Pheromones for monitoring and control of stored-product insects. **Annual Review of Entomology**, v.30, p.257-272, 1985.
- COGBURN, R.R.; BURKHOLDER, W.E.; WILLIAMS, H.J. Field tests with the aggregation pheromone of the lesser grain borer (Coleoptera: Bostrichidae). **Environmental Entomology**, v.13, p.162-166, 1984.

EBELING, W. Sorptive dusts for pest control. **Annual Review of Entomology**, v.16, p.122-158, 1971.

GEORGHIOU, G.P. The magnitude of the resistance problem. In: ESTADOS UNIDOS. National Research Council. **Pesticide resistance: strategies and tactics for management**. Washington: National Academy Press, 1986. p.14-43.

GEORGHIOU, G.P. Management of resistance in arthropods. In: GEORGHIOU, G.P.; SAITO, T., ed. **Pest resistance to pesticides: challenges and prospects**. New York: Plenum Press, 1983. p.769-792.

GEORGHIOU, G.P.; MELLON, R.B. Pesticide resistance in time and space. In: GEORGHIOU, G.P.; SAITO, T. **Pest resistance to pesticides: challenges and prospects**. New York: Plenum Press, 1983. p.1-46.

GUEDES, R.N.C.; DOVER, B.A.; KAMBHAMPATI, S. Resistance to chlorpyrifos-methyl, pirimiphos-methyl, and malathion in Brazilian and U.S. populations of **Rhyzopertha dominica** (Coleoptera: Bostrichidae). **Journal of Economic Entomology**, v.89, p.27-32, 1996.

GUEDES, R.N.C.; KAMBHAMPATI, S.; DOVER, B.A. Organophosphate resistance and its biochemical mechanisms in Brazilian and U.S. populations of the lesser grain borer, **Rhyzopertha dominica**. **Resistant Pest Management Newsletter**, v.9, p.24-25, 1997.

- HOY, M.A. Pesticide resistance in arthropod natural enemies: variability and selection responses. In: ROUSH, R.T.; TABASHNIK, B.E., ed. **Pesticide resistance in arthropods**. London: Chapman and Hall, 1990. p.203-236.
- ICI Brasil. Divisão Agroquímica (São Paulo, SP). *Proteção dos grãos armazenados: manual técnico*. São Paulo, [197-]. 28p.
- LORINI, I. Aplicação do manejo integrado de pragas em grãos armazenados. In: SIMPÓSIO DE PROTEÇÃO DE GRÃOS ARMAZENADOS, 1993, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993. p.117-126.
- LORINI, I. Avaliação de inseticidas no controle de pragas de cereais armazenados. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 17., 1994, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994a. p.19.
- LORINI, I. Avaliação do produto INSECTO no controle de pragas de trigo armazenado. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 17., 1994, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994b. p.20.
- LORINI, I. **Insecticide resistance in *Rhyzopertha dominica* (Fabricius) (Coleoptera: Bostrychidae), a pest of stored grain**. London: University of London, 1997. 166p. Ph.D. Thesis.
- LORINI, I.; GALLEY, D.J. Changes in resistance status of ***Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae)**, a pest of stored grain in Brazil, with and without deltamethrin selection. **Resistant Pest Management Newsletter**, v.8, p.12-14, 1996.

- LORINI, I.; GALLEY, D.J. Toxicity of insecticides to **Theocolax elegans** (Westwood) (Hymenoptera: Pteromalidae), a parasitoid of the stored grain pest **Rhyzopertha dominica** (F.) (Coleoptera: Bostrychidae). In: HASKELL, P.T.; MCEWEN, P.K., ed. **New studies in ecotoxicology**. Cardiff: The Welsh Pest Management Forum, 1997. p.42-44.
- LORINI, I.; SCHNEIDER, S. **Pragas de grãos armazenados: resultados de pesquisa**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. 47p.
- LOSCHIAVO, S.R. Availability of food as a factor in effectiveness of a silica aerogel against the merchant grain beetle (Coleoptera: Cucujidae). **Journal of Economic Entomology**, v.81, p.1237-1240, 1988b.
- LOSCHIAVO, S.R. Safe method of using silica aerogels to control stored-product beetles in dwellings. **Journal of Economic Entomology**, v.81, p.1231-1236, 1988a
- MANUAL técnico *Gastoxin: procedimento de aplicação*. São Vicente: Casa Bernardo, 1992. 28p.
- MATIOLI, A.L.; FARONI, L.R.D.; BUECK, J. Controle biológico natural de **Rhyzopertha dominica** (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) e avaliação da progênie de **Acarophenax lacunatus** (Prostigmata: Pyemotidae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 15., 1995, Caxambu. **Resumos...** Lavras: ESAL/SEB, 1995. p.351.

MELANDER, A.L. *Can insects become resistant to sprays?*
Journal of Economic Entomology, v.7, p.167-173, 1914.

MOUND, L. *Common insect pests of stored food products.*
London: British Museum (Natural History), 1989. 68p.

PACHECO, I.A.; SARTORI, M.R.; TAYLOR, R.W.D. **Levanta-
mento de resistência de insetos-pragas de grãos ar-
mazenados à fosfina no Estado de São Paulo.**
Coletânea ITAL, v.20, p.144-154, 1990.

PADILHA, L.; FARONI, L.R.D. *Importância e formas de
controle de **Rhizopertha dominica** (F.) em grãos armaze-
nados. In: SIMPÓSIO DE PROTEÇÃO DE GRÃOS AR-
MAZENADOS, 1993, Passo Fundo. **Anais...** Passo
Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993. p.52-58.*

POTTER, C. *The biology and distribution of **Rhizopertha
dominica** (Fab.). **Transactions of the Royal
Entomological Society of London**, v.83, p.449-482,
1935.*

POY, L. de A. **Ciclo de vida de *Rhizopertha dominica*
(Fabricius, 1792) (Col., Bostrychidae) em farinhas e
grãos de diferentes cultivares de trigo.** Curitiba: Uni-
versidade Federal do Paraná, 1991. 135p. Tese
Mestrado.

REES, D.P. *The effect of **Teretriosoma nigrescens** Lewis
(Coleoptera: Histeridae) on three species of storage
Bostrychidae infesting shelled maize. **Journal of Stored
Products Research**, v.27, p.83-86, 1991.*

- REUNIÃO ANUAL DE PESQUISA DE CEVADA, 17., 1997, Passo Fundo. **Recomendações da Comissão de Pesquisa de Cevada para o cultivo de cevada cervejeira em 1997 e em 1998.** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997b. 64p. (EMBRAPA-CNPT. Documentos, 33).
- REUNIÃO DA COMISSÃO SUL-BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO, 29., 1997, Porto Alegre. **Recomendações...** Porto Alegre: Comissão Sul-Brasileira de Pesquisa de Trigo, 1997a. 82p.
- RIO GRANDE DO SUL. Programa Multinstitucional de Difusão de Tecnologia em Milho. **Recomendações técnicas para a cultura do milho no estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: FEPAGRO/EMATER-RS/FECOTRIGO, 1997. 140p. (Programa Multinstitucional de Difusão de Tecnologia em Milho. Boletim Técnico, 4).
- ROUSH, R.T.; TABASHNIK, B.E. **Pesticide resistance in arthropods.** London: Chapman and Hall, 1990. 303p.
- SARTORI, M.R. Resistência de pragas de grãos. In: SIMPÓSIO DE PROTEÇÃO DE GRÃOS ARMAZENADOS, 1993, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1993. p.28-43.
- SARTORI, M.R.; PACHECO, I.A.; IADEROZA, M.; TAYLOR, R.W.D. Ocorrência e especificidade de resistência ao inseticida malatim em insetos-praga de grãos armazenados, no Estado de São Paulo. **Coletânea ITAL**, v.20, p.194-209, 1990.
- SHAWIR, M.; LE PATOUREL, G.N.J.; MOUSTAFA, F.I. Amorphous silica as an additive to dust formulations of insecticides for stored grain pest control. **Journal of Stored Products Research**, v.24, p.123-130, 1988.

SUBRAMANYAM, B.; HAREIN, P.K. *Accuracies and samples sizes associated with estimating densities of adult beetles (Coleoptera) caught in probe traps in stored barley. **Journal of Economic Entomology**, v.83, p.1102-1109, 1990.*

WEN, B.; BROWER, J.H. *Competition between **Anisopteromalus calandrae** and **Choetospila elegans** (Hymenoptera: Pteromalidae) at different parasitoid densities on immature rice weevils (Coleoptera: Curculionidae) in wheat. **Biological Control**, v.5, p.151-157, 1995.*

WEN, B.; SMITH, L.; BROWER, J.H. *Competition between **Anisopteromalus calandrae** and **Choetospila elegans** (Hymenoptera: Pteromalidae) at different parasitoid densities on immature maize weevils (Coleoptera: Curculionidae) in corn. **Environmental Entomology** v.23, p.367-373, 1994.*