

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU*

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS EM GRÃOS ARMAZENADOS

João Rodrigo Cardoso
Engenheiro Agrônomo (UDESC)

Monografia apresentada como um dos requisitos parciais
à obtenção do Título de Especialista , Curso de Pós-graduação *Lato Sensu*
“Tecnologias Inovadoras no Manejo Integrado de Pragas e Doenças de
Plantas”

Porto Alegre (RS), Brasil
Novembro de 2009

Folha de Homologação

Sumário

1. INTRODUÇÃO	Erro! Indicador não definido	7
2. DESENVOLVIMENTO	Erro! Indicador não definido	10
2.1 Descrição das principais pragas de grãos armazenados no Brasil	Erro! Indicador não definido	12
2.1.1 Coleópteros	Erro! Indicador não definido	12
2.1.1.1 <i>Ryzopertha dominica</i> (besourinho dos cereais)	Erro! Indicador não definido	12
2.1.1.2 <i>Sitophilus oryzae</i> e <i>S. zeamais</i> (gorgulho dos cereais)	Erro! Indicador não definido	14
2.1.1.3 <i>Tribolium castaneum</i>	Erro! Indicador não definido	15
2.1.2 Lepidópteros	Erro! Indicador não definido	16
2.1.2.1 <i>Sitotroga cerealella</i> (traça dos cereais)	Erro! Indicador não definido	16
2.2 Métodos preventivos de controle de pragas de grãos armazenados	Erro! Indicador não definido	16
2.2.1 Importância da cultivar sobre a qualidade dos grãos	Erro! Indicador não definido	17
2.2.2 Importância do processo de colheita na prevenção contra pragas	Erro! Indicador não definido	18
2.2.2.1 Problemas na colheita manual	Erro! Indicador não definido	18
2.2.2.2 Problemas na colheita mecânica	Erro! Indicador não definido	18
2.2.3 Efeito da temperatura e do teor de água do grão sobre os insetos	Erro! Indicador não definido	19
2.2.4 Prevenção da infestação pelo monitoramento e amostragem	Erro! Indicador não definido	19
2.2.4.1 Uso de armadilhas para Captura de insetos	Erro! Indicador não definido	20
2.3 Ações para prevenir e/ou controlar a infestação	Erro! Indicador não definido	21
2.3.1 Higienização espacial	Erro! Indicador não definido	21
2.3.2 Uso da aeração na prevenção e/ou controle de insetos	Erro! Indicador não definido	22
2.3.3 Uso do resfriamento na prevenção e/ou controle de insetos	Erro! Indicador não definido	23
2.3.4 Uso de inseticidas protetores como método de controle	Erro! Indicador não definido	23
2.3.5 Uso de atmosfera controlada como método de controle	Erro! Indicador não definido	25
2.4 Métodos curativos para o controle de insetos em grãos armazenados	Erro! Indicador não definido	27
2.5 Demonstrativo de incrementos econômicos na produção com a utilização do manejo integrado de pragas em grãos armazenados	Erro! Indicador não definido	28
3. CONCLUSÕES	Erro! Indicador não definido	30
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		32

RELAÇÃO DE TABELAS

	Página
1. Ganhos líquidos por hectare com adoção do manejo integrado de pragas de grãos armazenados (MIPGRÃOS). Embrapa trigo, 2007	29

MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS EM GRAOS ARMAZENADOS

Autor: JOAO RODRIGO CARDOSO

Orientador: RAFAEL GOMES DIONELLO

RESUMO

O manejo integrado de pragas em grãos armazenados visa integrar ações para conservação destes produtos da melhor forma, sem alterar sua composição e tornando possível armazená-los por períodos prolongados, mantendo a sua qualidade. Entre as técnicas passíveis de integração faz-se necessário, o conhecimento integral da unidade armazenadora, a identificação de espécies e de populações de pragas ocorrentes e seus danos, o potencial de cada praga, as medidas preventivas como, higienizações de instalações, escolha da cultivar, cuidados no processo de colheita, o emprego de métodos de controle preventivo e curativo, de um sistema de monitoramento de pragas e da massa de grãos, e de estratégias de manutenção da qualidade do grão.

INTEGRATED MANAGEMENT OF PESTS IN STORED GRAIN

Author: JOÃO RODRIGO CARDOSO
Advisor: RAFAEL GOMES DIONELLO

ABSTRACT

Integrated pest management in grain storage is intended to integrate actions for their preservation in the best way, without changing their composition and making it possible to store them for extended periods while maintaining its quality. Among the techniques which integration is necessary, the full knowledge of the storage unit, the identification of species and populations of pests and their damage occurring, the potential of each pest, preventive measures as sanitization facilities, choice of variety, care in the collection procedure, the use of methods of preventive and curative control of a system of monitoring for pests and grain yield, and strategies for maintaining grain quality.

1 INTRODUÇÃO

O aumento da demanda de alimentos, em função do crescimento populacional, exige o desenvolvimento e o aperfeiçoamento de novas técnicas de manejo de grãos durante o armazenamento. Por ser o Brasil um dos maiores produtores de grãos, torna-se evidente a relevância de estudos sobre novas técnicas para diminuir as perdas durante o armazenamento (Pereira, 2006).

Os esforços concentrados no aumento da produção de grãos podem não dar resultados, se não houver uma melhoria nas condições de armazenamento e controle das pragas desses produtos. As perdas causadas pelos insetos, durante o armazenamento dos grãos, podem equivaler ou mesmo superar aquelas provocadas pelas pragas que atacam a cultura no campo. Entretanto, os danos sofridos pela planta em desenvolvimento podem ser compensados, em parte, por uma recuperação da própria planta danificada pelo aumento de produção das plantas não atacadas, mas os danos sofridos pelos grãos armazenados são definitivos e irrecuperáveis (Faroni, 1995; Lorini et al., 2002).

As perdas ocasionadas por insetos e pragas em geral podem ser quantitativas, mais fáceis de serem observadas, ou seja, perda de peso, de matérias seca, ou qualitativas, mais difíceis de serem observadas, ou seja,

perda do valor nutricional, de proteína, de gordura, que ocorrem durante o armazenamento, ocasionadas muitas vezes pelo ataque de pragas. Estas perdas levam a desvalorização comercial dos produtos, perda de germinação e vigor no caso de sementes. Além destes efeitos os insetos são os principais disseminadores de fungos na massa de grãos carregando em suas patas, asas, abrindo portas para a sua entrada.

A integração de diferentes métodos de controle é prática essencial para se obter sucesso na eliminação de pragas de grãos armazenados. A crescente resistência de pragas a inseticidas no Brasil, exige o uso integrado de outros métodos que não somente os químicos. A solução para reduzir o efeito de pragas em grãos armazenados não é simples e exige competência técnica para ser executada. Exige a integração dos métodos possíveis de serem utilizados em cada unidade armazenadora e de um eficiente sistema de monitoramento, os quais, associados às medidas preventivas e curativas de controle de pragas, permitirão ao armazenador manter o grão livre de insetos, evitando perdas quantitativas e mantendo a qualidade de comercialização e de consumo do produto. Isso é possível com o uso do Manejo Integrado de pragas de Grãos Armazenados (MIP Grãos), que consiste na adoção de uma série de medidas pelos armazenadores para evitar os danos causados por pragas (Lorini *et al*, 2002).

A redução de perdas quanti-qualitativas dos grãos, a racionalização de uso de inseticidas, o aumento da duração do período entre tratamentos preventivos e curativos, a garantia de entrega e satisfação do cliente, a manutenção e a imagem do produto e a organização decorrentes da implantação do MIP resultam na valorização do produto ofertado. Há um

ganho adicional de 1 a 5% do preço do produto com adoção da tecnologia MIP em relação ao produto sem monitoramento (Lorini, 2008).

O presente trabalho tem como objetivo analisar as diversas alternativas existentes para o manejo integrado de pragas em grãos armazenados. Desta forma poderá ser escolhido o método mais adequado observando-se as particularidades de cada unidade armazenadora.

2 DESENVOLVIMENTO

A história da humanidade revela que o homem se valeu de práticas, que embora intuitivas, constituíam técnicas para conservação de grãos. Escavações em pedras seladas com argila eram utilizadas como depósitos de grãos de trigo. Neste ambiente hermético, sem oxigênio, que foi consumido pela respiração da semente e com produção de CO₂, insetos e fungos não se desenvolvem e os grãos se conservam muito bem. Por milhares de anos o homem utilizou de potes de barro, escavações em solo argiloso revestidos de capim, como forma de prevenir contra pragas e conservar grãos de trigo. Entretanto, com o advento da indústria agroquímica, as práticas naturais deram lugar aos inseticidas. A partir de então o homem passou a adotar medidas curativas (Santos, 2002).

Dentre as espécies de pragas encontradas em grãos armazenados e seus subprodutos, destacam-se os insetos como um importante agente responsável por perdas e depreciação dos produtos no período pós-colheita. O ataque de insetos pode causar redução da massa e/ou do volume dos grãos, aquecimento do produto durante o armazenamento, disseminação de microrganismos, favorecendo a infestação por patógenos, redução do poder germinativo e do vigor em sementes, além de contribuir para o aumento do

custo de produção pela necessidade de práticas de controle (Faroni *et al.*, 1995).

Os insetos são responsáveis por grandes perdas na pós-colheita de grãos, atingindo valores muitas vezes superiores a 10% da produção total no país (Lorini *et al.*, 2002). Dados de alguns autores mostram muitas vezes valores que atingem até 20% da produção brasileira (Gallo, *et al.*, 2002). Atualmente se fizermos uma conta simples, em cima de 10%, ou seja, o menor valor encontrado na literatura como causa de perdas por insetos na pós-colheita de grãos, sendo que temos uma produção na safra 2008 / 2009 de 134 milhões de toneladas, teremos um valor de 13.400.000 toneladas de grãos perdidas anualmente no Brasil.

Os insetos apresentam três características de extrema importância, sendo, a primeira o alto potencial biótico, ou seja, alta capacidade de reprodução, 6 gerações no período de aproximadamente 6 meses podem gerar 2.300.000 insetos. A segunda característica importante é a polifagia, capacidade para atacar diversos grãos, como é o caso da *Rizopertha dominica*, *Sitophilus sp.* que são pragas de diversos cereais como trigo, arroz e milho. E a terceira característica é a capacidade de infestação cruzada, ou seja, atacam tanto no campo como no armazém, o que é bastante comum de ocorrer com o *Sitophilus sp.* que atacam tanto na, lavoura como, no armazém (Faroni *et al.*, 1995).

Os insetos, como pragas de grãos armazenados, podem ser divididos em dois grupos de maior importância econômica, que são besouros e traças. No primeiro grupo, as espécies que causam maior prejuízo são *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae*, *S. zeamais* e *Tribolium castaneum*, e no

segundo, *Sitotroga cerealella* é a traça de maior importância. Estas pragas apresentam uma classificação quanto ao hábito alimentar:

Quanto aos hábitos alimentares os insetos podem ser classificados em pragas primárias e secundárias. São pragas primárias aquelas que atacam grãos inteiros e sadios e podem ser chamadas de internas ou externas. As primárias internas perfuram os grãos e neles penetram para completar seu desenvolvimento, dessa forma alimentam-se de todo o interior do grão e favorecem a instalação de outros agentes de deterioração, como os fungos. São exemplos *Ryzopertha dominica*, *Sitophilus oryzae* e *S. zeamais*. As primárias externas destroem a parte externa dos grãos (casca) e posteriormente, se alimentam da parte interna, sem se desenvolverem no interior do grão, como exemplo *Plodia interpunctella*. As pragas secundárias são aquelas que não conseguem atacar grãos inteiros, necessitam que os grãos estejam danificados ou quebrados. Ocorrem quando os grãos estão trincados, quebrados ou danificados pelas pragas primárias. São exemplos *Cryptolestes ferrugineus*, *Oryzaephilus surinamensis* e *Tribolium castaneum*. As pragas secundárias infestam quase todos os grãos nos depósitos e principalmente seus subprodutos, como farinhas, farelos e fubás, rações (Faroni *et al*,1995; Lorini *et al.*, 2002).

2.1 Descrição das principais pragas de grãos armazenados no Brasil

2.1.1 Coleópteros

2.1.1.1 *Ryzopertha dominica* (besourinho dos cereais)

Pertencem à família Bostrichidae, os besouros adultos chegam a medir de 2,3 a 2,8 mm de comprimento, apresentam cor castanho escura,

corpo cilíndrico e cabeça globular. As pupas apresentam cor variando de branca inicialmente a castanho quando próximas da idade adulta, elas apresentam um corpo de 3,9 mm de comprimento e 1,0 mm de largura. As larvas têm a cor branca como principal característica, além de cabeça escura e quando completamente desenvolvidas medem 2,8 mm de comprimento. 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 varia em função da temperatura, sendo 15,5 dias a 26 °C (Potter, 1935) ou de 4,5 dias a 36 °C (Birch & Snowball, 1945). A temperatura ótima para o desenvolvimento varia de 32 a 35 °C em 70% de umidade relativa (UR). O desenvolvimento é completado em 25 dias a 34 °C e em 84 dias a 22 °C, em UR de 70%. Em condições de 30 °C e 70% de UR o período larval é de 22 dias, período de pupa de 5 dias e o estágio de adulto de 29 dias. O ciclo de vida é de aproximadamente 60 dias. A fecundidade média da fêmea é de 250 ovos (Almeida & Poy, 1994), podendo ovipositar até 500 ovos em condições ótimas. Infestam os grãos preferencialmente no armazém, raramente atacando na lavoura. Pode ocorrer mais de uma larva no mesmo grão e vivem por até 5 meses.

Com relação aos danos, essa praga é primária interna, possui elevado potencial de destruição em grãos de trigo, capaz de destruir de 5 a 6 vezes o seu peso em uma semana (Poy, 1991). Principal praga na pós-colheita de trigo no país, com alta incidência e difícil controle. Tanto adultos como larvas causam danos aos grãos, perfurando-os. São hospedeiros de várias culturas como trigo, cevada, triticale, arroz e aveia (Lorini, 2008).

2.1.1.2 *Sitophilus oryzae* e *S. zeamais* (gorgulho dos cereais)

Pertencem à família Curculionidae, bastante semelhantes em caracteres morfológicos, só distinguidos pelo estudo da genitália. Podem ocorrer juntos na massa de grãos, independente do tipo de grão. Adultos são gorgulhos de 2 a 3,5 mm de comprimento, cor castanho-escura, manchas mais claras nos élitros (asas anteriores), visíveis logo após a emergência. As larvas apresentam cor amarelo clara e cabeça de cor marrom-escura. As pupas são brancas.

A biologia do *S. zeamais* em milho a 28 °C e 60% de UR apresenta os seguintes valores em média: período de oviposição de 104 dias, 282 ovos por fêmea, longevidade das fêmeas de 140 dias e dos machos de 142 dias, período de incubação varia entre 3 e 6 dias, ciclo de ovo até a emergência dos adultos é de 34 dias. A postura é inibida em grãos com umidade inferior a 12,5%. As fêmeas fazem a postura em pequenos orifícios, individualmente nos ovos, que são abertos com as mandíbulas, e posteriormente, glândulas associadas ao ovipositor, secretam uma substância gelatinosa que é utilizada para vedar o orifício, dificultando a visualização ao olho nu. A postura de mais de um ovo por grão pode levar ao canibalismo, fazendo com que somente uma larva alcance o estágio de pupa. A larva de *Sitophilus* vive em somente um grão e apenas um adulto emerge de cada grão (Faroni *et al.*, 1995; Lorini *et al.*, 2002).

Os danos se resumem na infestação de grãos no campo e no armazém (infestação cruzada), penetram em profundidades na massa dos grãos. Apresentam um alto potencial de reprodução. Causam danos principalmente em milho, trigo, arroz, sorgo, cevada e tritcale. Tanto larvas

como adultos atacam grãos inteiros e são prejudiciais. A postura é realizada no interior dos grãos, as larvas, após se desenvolverem, saem para empurar e se transformarem em adultos. Reduzem o peso e a qualidade do grão (Lorini & Scheneider, 1994).

2.1.1.3 *Tribolium castaneum*

Pertence à família Tenebrionidae, os besouros adultos geralmente tem cor castanho avermelhada, medindo de 2,3 a 4,4 mm de comprimento. O corpo tem forma achatada, com duas depressões transversais na cabeça. As larvas são branco amareladas, cilíndricas, e medem até 7 mm de comprimento. Já as fêmeas colocam de 400 a 500 ovos em fendas de paredes, na sacaria e sobre os grãos. O ciclo de ovo a adulto pode variar de 1 a 4 meses, dependendo da temperatura e UR. Sob condições ótimas, temperatura de 37 °C e UR de 70%, o desenvolvimento ocorre em 20 dias, enquanto a 22 °C e 75% de UR ocorrem em aproximadamente 75 dias e a 34 °C e 72% de UR o ciclo é completado em 22 dias (Booth *et al.*,1990). Os adultos podem viver até 4 anos.

As larvas e os insetos adultos causam danos em cereais, atacando preferencialmente o embrião. É praga importante nas indústrias de arroz. Encontrados em locais de concentração de impurezas, poços e lugares de difícil acesso. Como praga secundária, depende do ataque da praga primária para se instalar nos grãos armazenados. Causa prejuízos muitas vezes maiores que os resultantes do ataque de pragas primárias que permitiram a sua instalação. Os ovos e as pupas de *Tribolium* são frequentemente atacados por larvas e adultos da mesma espécie, limitando a população, sendo que os machos têm preferência pelas pupas e as fêmeas pelos ovos.

Os adultos consomem ovos, larvas, pupas e adultos jovens, enquanto que as larvas também consomem ovos, larvas, pupas e adultos jovens. Além disto, os adultos e larvas são predadores de todos os estágios de *Plodia interpunctella*, *Ephestia cautella* e *Corcyra cephalonica*. Sua presença indica que já existe ataque de pragas primárias.

2.1.2 Lepidópteros

2.1.2.1 *Sitotroga cerealella* (traça dos cereais)

A fase adulta se caracteriza por mariposas com 10 a 15 mm de envergadura e 6 a 8 mm de comprimento que vivem de 6 a 10 dias. Os ovos são colocados sobre os grãos, principalmente nos quebrados ou fendidos. Uma fêmea pode ovipositar 40 a 280 ovos de uma única vez. As larvas após a eclosão penetram no interior do grão, onde se alimentam e completam a fase larval, que se estende por aproximadamente 15 dias. Podem atingir 6 mm de comprimento e são brancas com as mandíbulas escuras. O estado de pupa possui uma cor branca no início e marrom-escura, quando próximas à emergência do adulto. O ciclo de ovo a adulto dura em média 30 dias (Lorini & Schneider, 1994).

Os danos provocados por essa praga primária afetam a superfície da massa de grãos. As larvas destroem o grão, alterando o peso e a qualidade do mesmo, além de atacar produtos já beneficiados (industrializados) como farinhas de diversos grãos (arroz, trigo, milho).

2.2 MÉTODOS PREVENTIVOS DE CONTROLE DE PRAGAS DE GRÃOS ARMAZENADOS

Um efetivo programa de manejo integrado deve levar em consideração a importância da influência dos fatores ecológicos. Obtêm-se

melhores resultados quando são observados fatores como temperatura, teor de água do grão, umidade relativa do ambiente, período de armazenagem, escolha do cultivar, processo de colheita, recepção e limpeza, secagem de grãos, aeração e refrigeração.

O armazenamento prolongado só pode ser realizado ao se incorporar ao manejo dos grãos o monitoramento e o combate aos insetos. Sobre o ambiente dos grãos armazenados exercem influência fatores como temperatura, umidade, disponibilidade de oxigênio, microorganismos, insetos, roedores e pássaros (Lorini et al., 2002; Lorini, 2008)..

2.2.1 Importância do cultivar sobre a qualidade dos grãos

As cultivares se diferenciam quanto à suscetibilidade a sofrerem danos pelas pragas de grãos armazenados. Aquelas que produzem grãos mais duros são mais resistentes ao ataque das pragas, como é o caso de milho, sorgo, trigo e arroz.

A cultivar ideal é aquela que ao mesmo tempo tenha boa produtividade de grãos e aproveite as características próprias do grão para dificultar o ataque de pragas durante o armazenamento (como por exemplo, o uso da palha da espiga do milho).

Segundo Ferraz et al, 2001 altas infestações causadas por *Spodoptera. frugiperda* e *Helicoverpa. zea* foram correlacionadas com ataques de pragas de grãos armazenados.

2.2.2 Importância do processo de colheita na prevenção contra pragas

A fase de pré-colheita compreende o período que vai da maturação fisiológica, caracterizada pelo surgimento da “camada preta”, para o caso do milho (grão com cerca de 36% de umidade), até a colheita.

A colheita, sendo realizada logo após a maturação fisiológica, garante o mais alto rendimento de grãos e a menor incidência de pragas de grãos armazenados; no entanto, como os grãos ainda estão com alto teor de umidade, é necessária uma secagem artificial com excessivo consumo de energia e possibilidade de quebrar os grãos, tornando-os mais vulneráveis a serem atacados por insetos posteriormente (Santos, 2002).

2.2.2.1 Problemas na colheita manual

O trabalho manual de coleta contribui para reduzir as perdas nessa fase, o que ocorre na magnitude de 1 a 1,5% (Lorini et al, 2002). O grande inconveniente é que ela é realizada tardiamente, pois na falta de estrutura de secagem, o produtor espera que o milho seque naturalmente no campo, o que predispõe os grãos a ser infestado por pragas de grãos armazenados, criando a necessidade de se adotar um controle preventivo de pragas antes de armazenar os grãos (Santos, 2002).

2.2.2.2 Problemas na colheita mecânica

O dano mecânico provocado nos grãos durante a operação de colheita, causando-lhes quebras e trincas, contribuirá para maior ocorrência de insetos durante o armazenamento, criando necessidades para se tornar medidas preventivas de controle de pragas.

Para reduzir as perdas de grãos e os danos mecânicos, é fundamental o treinamento dos operadores para uma adequada manutenção e regulação das colheitadeiras.

2.2.3 Efeito da temperatura e do teor de água do grão sobre os insetos

A aeração, que consiste em forçar a passagem de ar através da massa de grãos, constitui uma operação fundamental para reduzir e uniformizar a temperatura e a umidade dos grãos, sendo elementos determinantes na ocorrência de insetos durante o armazenamento. No entanto, deve-se ter cuidado porque uma aeração excessiva poderá reduzir o teor de umidade e conseqüentemente o peso, o que afeta o controle preventivo de insetos e fungos (Elias, 2007).

Outra questão crítica para uma armazenagem segura é a migração de umidade. Grãos com umidade adequada e uniformemente distribuída por toda a massa podem permanecer armazenados com segurança por longo período de tempo. Quando não houver aeração, a umidade migra de um ponto para outro, devido a diferenças na temperatura dentro da massa de grãos, criando pontos de alta umidade que favorecem o desenvolvimento de insetos e fungos (Santos, 2002).

2.2.4 Prevenção da infestação pelo monitoramento e amostragem

Amostragem é o ponto crítico de qualquer programa de monitoramento, pois permite o registro da ocorrência de insetos e outros organismos com freqüência previamente definida, ao longo de um período de tempo e sob determinadas condições ambientais, possibilitando a escolha da forma adequada para o controle das pragas.

Existem diversos tipos de armadilhas que se mostram eficientes para detectar a presença de insetos adultos.

A tarefa mais difícil é interpretar o significado do número de insetos capturados, correlacioná-los com a população mais provável de existir na massa de grãos e tomar uma decisão quanto a adotar ou não medidas de controle. Fatores como comportamento da espécie de inseto em relação ao tipo de armadilha e sua localização, variações de temperatura e umidade dentro da massa de grãos, duração da exposição da armadilha e condições de limpeza dos grãos devem ser levados em consideração para uma escolha adequada do método de controle.

2.2.4.1 Uso de armadilhas para Captura de insetos

As armadilhas podem detectar precocemente as infestações, permitindo a adoção de medidas de controle para evitar a deterioração dos grãos. São basicamente de três tipos: armadilhas para insetos com grande capacidade de vôo, armadilhas com superfície perfurada para insetos com hábitos rasteiros e armadilhas do tipo sondas perfuradas que são introduzidas na massa de grãos.

a) **tipo de um funil:** o método convencional de capturar insetos consiste em utilizar-se de um calador, o qual, quando introduzido na massa de grãos, recolhe uma amostra que é colocada num recipiente assemelhando-se a um funil.

b) **sondas perfuradas:** permite capturar insetos em diferentes profundidades na massa de grãos, podendo ser distribuídas em diversos pontos e profundidades, e são deixadas na massa de grãos pelo tempo que

se desejar. Dessa forma é possível pesquisar as espécies, a distribuição e a densidade populacional dos insetos pela massa de grãos.

Outra utilidade desse tipo de armadilha é na verificação da eficiência de tratamentos, pois se pode colocar insetos na ponteira da sonda e testar se os pesticidas estão surtindo o efeito desejado.

c) **armadilhas com cola e feromônio sexual:** nesse tipo de armadilha, os insetos são atraídos pelo feromônio e capturados pelo contato com a superfície colante. Uma armadilha tipo funil confeccionada em plástico, com uma tampa protetora e cápsulas de feromônio pendentes no centro, atrai mariposas. Outras armadilhas confeccionadas em cartão (papelão corrugado) e telas têm sido usadas para capturar insetos pragas em grãos armazenados, incluindo aquelas com iscas atrativas.

2.3 Ações para prevenir e/ou controlar a infestação

2.3.1 Higienização espacial

a) Para prevenir e controlar a infestação é preciso conhecer onde os insetos ocorrem ou se escondem. Levantamentos têm demonstrado que a maioria das unidades armazenadoras vazias são infestadas por insetos de diferentes espécies e por ácaros. Rações e equipamentos agrícolas são também fonte de contaminação.

Muitos insetos são dotados de grande capacidade de vôo, o que aumenta sua condição de infestar os grãos armazenados. Para evitar maiores problemas durante a armazenagem, algumas medidas preventivas devem ser tomadas (Santos, 2002; Lorini, 2008):

- realizar uma boa limpeza dos grãos antes de serem armazenados;
- limpar toda a estrutura de armazenagem;

- consertar toda e qualquer possibilidade de goteira;
- não permitir acúmulo de lixo dentro e fora da unidade;
- pulverizar as paredes, tetos e pisos de unidades armazenadoras vazias com inseticida registrado e específico;
- monitorar a temperatura da massa de grãos, a umidade e a presença de insetos em pontos críticos da unidade de armazenamento;
- somente armazenar grãos da mesma safra em estrutura vazia e higienizada e nunca misturar grãos novos com velhos;
- lembrar sempre que grãos aerados e refrigerados dificilmente se deterioram.

b) A nebulização é uma prática que consiste na aplicação de um inseticida na forma de micro partículas que são lançadas através de uma corrente de fumaça. Esse tipo de tratamento visa controlar, especialmente os insetos voadores como as mariposas que se alojam nos pontos mais altos das unidades armazenadoras.

2.3.2 Uso da aeração na prevenção e/ou controle de insetos

A aeração pode reduzir a temperatura da massa de grãos a um valor que inibe a multiplicação dos insetos, porém, algumas espécies são mais adaptadas às condições de temperaturas mais baixas e são capazes de permanecerem viáveis caso ocorra um incremento na temperatura. É necessário ter como primeiro princípio de conduta a redução da temperatura do grão e, por conseguinte, intervir quando a temperatura do ar for inferior em alguns graus à temperatura do grão. São levados em conta dois fatores restritivos: a umidade relativa do ar e a diferença de temperatura entre o ar e

o grão. Outro importante princípio a ser observado na aeração é intervir preventivamente, e não corretivamente, para remediar uma elevação de temperatura pelo aquecimento natural do grão, pois só ocorre aumento de temperatura quando há metabolismo e, aí, as perdas já são irreversíveis.

2.3.3 Uso do resfriamento na prevenção e/ou controle de insetos

A principal fonte de deterioração dos grãos é o aquecimento espontâneo da massa de grãos. Devido à estrutura do grão, da sua superfície e das suas propriedades físicas, como baixa condutividade térmica, grãos oferecem as melhores condições para serem resfriados e assim permanecerem por longo período de tempo. Além da redução de custos de secagem, de reduzir perdas fisiológicas pela respiração do grão e manter alta qualidade, o resfriamento do grão oferece excelente proteção contra insetos. A atividade dos insetos, bem como sua multiplicação é suspensa à temperatura em torno de 13°C, tornando o controle químico desnecessário a uma temperatura em até 17°C.

2.3.4 Uso de inseticidas protetores como método de controle

Depois de feita a limpeza e a secagem e se o armazenamento for por períodos superiores há 90 dias, os grãos podem ser tratados preventivamente com inseticidas protetores de origem química ou natural (Lorini, 2008).

Para produtos de origem química sintética os inseticidas indicados são deltamethrin e bifenthrin, para controle de *R. dominica*, e pirimiphos-methyl e fenitrothion, para *S. oryzae* e para *S. zeamais*. Para as demais pragas citadas neste trabalho, geralmente se obtém elevada eficácia usando-se algum destes inseticidas. A aplicação deste método constitui na

instalação do equipamento de pulverização (bicos para pulverização), sobre a correia transportadora, no túnel ou na passarela, com 3 ou 5 bicos, 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. Segundo Lorini, 2008 a dose recomendada deve variar de 1 a 2 litros de calda/tonelada de grãos. É importante salientar que caso exista infestação de qualquer praga na massa de grãos não se deve realizar o tratamento via líquida, pois poderá resultar em falhas de controle e início de problema de resistência das pragas aos inseticidas.

Para produtos de origem natural com ação de controle sobre as pragas destaca-se a utilização de terras de diatomácea provenientes de fósseis de algas diatomáceas, que possuem naturalmente uma fina camada de sílica amorfa hidratada. O maior componente destes fósseis é a sílica contendo também outros minerais. Este pó misturado com grãos controlada a maioria de pragas em grãos armazenados de forma eficaz (Lorini, 2008). Os insetos em contato com a terra diatomácea perdem água por danos provocados na cutícula e morrem após certo tempo. Este tempo depende da umidade relativa do ar e, no caso de insetos de grãos armazenados, do teor de água dos grãos (Smiderle & Cicero, 1998). A terra de diatomácea apresenta-se como um método eficaz e seguro, e vem para tentar solucionar falhas de controle e resíduos apresentadas atualmente pelos inseticidas químicos sintético.

Ainda relacionado com produtos de origem natural para o controle de insetos, deve ser mencionada a utilização de substâncias químicas

originadas de plantas. Entre essas substancias merece mencionar o uso de óleos essenciais e de macerados de plantas. Dentre as plantas que possuem ação inseticida em relação a importantes pragas de grãos armazenados destacam-se o *Eucaliptus camaldulenses* e o *E. cameronii* e a casca de *Citrus aurantium*. Segundo Lorini et al.(2002) foi utilizado óleos essenciais das plantas mencionadas com sucesso no controle de insetos em grãos armazenados. Os extratos vegetais são de fácil utilização e minimizam os problemas apresentados pelos produtos químicos, constituindo-se em um importante método de controle a ser adotado, por apresentarem menor probabilidade de desenvolvimento de resistência nos insetos, não deixarem resíduos tóxicos e serem compatíveis com outros métodos de controle, embora produtos naturais não possam ser automaticamente assumidos como sem risco (Gallo et al., 2002).

De acordo com Gallo et al. (2002), o objetivo principal do uso de extratos vegetais é reduzir o crescimento da população de pragas. A mortalidade do inseto é apenas um dos efeitos e, geralmente, necessita de concentrações muito elevadas. Este efeito está associado à redução do número de ovos, à inibição da oviposição e à ocorrência de esterilidade, geralmente relacionada a distúrbios alimentares e deficiência nutricional (Costa et al., 2004).

2.3.5 Uso de atmosfera controlada como método de controle de insetos

O uso deste método de controle está baseado na modificação da atmosfera, pela alteração da concentração dos gases dióxido de carbono (CO₂), oxigênio (O₂) e nitrogênio (N₂) o que torna o ambiente letal a insetos.

Segundo Lorini (2008) o controle de insetos é conseguido com a adição de CO₂ e baixa concentração de O₂. Para se obter um ambiente com atmosfera controlada é fundamental que as instalações do armazém ou do silo sejam herméticas. Num sistema hermeticamente fechado não ocorrem trocas gasosas entre os meios interno e externo, impossibilitando a entrada de O₂ e a saída de CO₂. O teor de oxigênio no interior da massa de grãos é reduzido muitas vezes a um nível abaixo de 3% e o teor de CO₂ é elevado a um nível onde a respiração aeróbia cessa. Isso evita que se volte a criar condições que favoreçam o desenvolvimento de pragas, garantindo a conservação dos grãos ao longo do tempo.

Há poucos dados existentes na literatura sobre a utilização de atmosfera modificada e aquecimento de estruturas armazenadoras e/ou processadoras de grãos. Contudo, a maior parte dos autores ressalta a relevância econômica e a importância da utilização de estruturas que sejam mais herméticas, de forma a facilitar e melhorar a eficiência das diferentes formas de controle de pragas de grãos armazenados (Lorini et al.,2002).

O estudo de alternativas para a substituição de protetores químicos de grãos na Austrália, concluiu que naquele país, as estratégias de controle como a fumigação e a atmosfera modificada representaram as alternativas mais viáveis economicamente. O estudo ressaltou ainda que, em estruturas muito antigas e de difícil vedação, a melhor opção seria reduzir a quantidade de protetores necessários, promovendo-se a movimentação ou o resfriamento periódico dos grãos (Lorini et al.,2002).

2.4 Métodos curativos para o controle de insetos em grãos armazenados

Quando infestados, os grãos requerem o uso de medidas curativas, o que para sua eficiência pressupõe a aplicação de técnicas que eliminem as espécies nocivas presentes em todas suas fases evolutivas (Lorini & Scheneider, 1994; Lorini et al., 2002; Lorini, 2008).

Expurgo, ou fumigação, é uma operação de controle de pragas, em que, em ambiente fechado, hermeticamente, um inseticida sob a forma gasosa produz uma concentração letal para uma determinada espécie. Estes inseticidas são chamados fumigantes, são gases tóxicos resultantes da vaporização, a determinada pressão e temperatura, de compostos químicos, aplicados sob a forma líquida, sólida ou gasosa para desinfestar grãos, seus derivados e espaços fechados (Celaro, 2002). Dentre estes a fosfina é o de maior utilização, sua ação ocorre por difusão penetrando no interior dos produtos tratados, embalados ou não. A dosagem de fosfina recomendada é de 6 a 9 gramas de produto comercial por tonelada, ou 2 a 3 g de ingrediente ativo por tonelada. O tempo mínimo de exposição a este fumigante é de 120 horas, apresentando no mínimo 400 ppm ao final deste período, para eliminação de todas as fases de vida dos insetos presentes na massa de grãos (Lorini et al.,2002; Lorini, 2008).

O expurgo é um procedimento curativo, de tratamento, a escolher sempre que houver recebimento direto da lavoura, recebimento de diversas unidades armazenadoras ou em qualquer situação em que for detectada infestação por insetos (Faroni et al., 1995; Lorini et al.,2002; Lorini, 2008).

A velocidade com que o inseto morre pela ação do fumigante depende da taxa respiratória deste inseto, todo fator que aumente a taxa de respiração torna o inseto mais sensível ao fumigante. As variações climáticas estão diretamente relacionadas com a diferença de sensibilidade apresentada por insetos ao fumigante. Os diversos estágios de desenvolvimento de uma determinada espécie apresentam sensibilidades diferentes. Os ovos e as pupas são formas de difícil combate (Lorini et al.,2002).

A toxicidade do fumigante sobre o inseto depende, a temperaturas definidas, principalmente da concentração e do tempo de exposição da massa de grãos ao gás.

A temperatura é um fator de grande influência sobre a eficiência do expurgo. Temperaturas abaixo de 10°C não são recomendadas para se executar fumigação. A quantidade de umidade no produto em expurgo é inversamente proporcional à adsorção do fumigante.

A hermeticidade da estrutura em que vai se efetuar a operação de expurgo é condição indispensável para sua execução. Não havendo condições para aplicação homogênea do fumigante ou de vedação absoluta do ambiente, é necessário buscar alternativas para o combate a pragas.

2.5 Demonstrativos de incrementos econômicos na produção com a utilização do manejo integrado de pragas em grãos armazenados

A tabela demonstra o incremento possível de se obter quando adotado o manejo integrado de pragas em grãos armazenados comparando-se com a não adesão ao MIP.

Tabela 1. Ganhos líquidos por hectare com adoção do manejo integrado de pragas de grãos armazenados (MIPGRÃOS).

Ano	Renda sem agregação – sistema anterior (R\$/t)	Renda com agregação – sistema proposto (R\$/t)	Renda adicional unitária (R\$/t)
2000	239,48	244,27	4,79
2001	254,01	259,10	5,08
2002	386,19	393,91	7,72
2003	487,08	501,70	14,61
2004	481,69	496,14	14,45
2005	370,52	381,64	11,12
2006	313,04	322,43	9,40

Fonte: Embrapa trigo, 2007

3 CONCLUSÕES

A integração dos métodos de controle de pragas em grãos armazenados é a prática de maior viabilidade econômica. Deve-se destacar a importância de iniciar o manejo desde a escolha da cultivar, que possua características desejáveis para produtividade e também características para dificultar o ataque de insetos durante o armazenamento, incluindo treinamento do pessoal que trabalha nas unidades armazenadoras e o uso de métodos preventivos e curativos.

Os impactos resultantes da adoção da tecnologia relacionam-se a redução de perdas quantitativas e qualitativas dos grãos; racionalização do uso de inseticidas; aumento da duração do período entre tratamentos preventivos e curativos; melhoria no processo e estrutura de armazenagem com foco no controle preventivo; alterações no espaço físico com nova visão do modelo de construção de instalações de armazenagem; treinamento e capacitação de mão-de-obra e melhoria do conhecimento do processo de armazenagem; melhoria nas condições de trabalho (ambiente de trabalho agradável, redução de riscos de acidentes, satisfação e motivação dos funcionários); melhorias no processo gerencial (maior integração da equipe, otimização de recursos); valorização do produto; garantia de entrega e

satisfação do cliente; manutenção e expansão de mercado (produto diferenciado) e melhoria de imagem da organização.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. A.; POY, L. D. A. Reprodução de *Rhyzopertha dominica* (F., 1972) (Coleoptera, Bostrychidae) em grãos inteiros e partidos, de cultivares de trigo, de textura vítrea e suave. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 38, p. 599-604, 1994.

BIRCH, L. C.; SNOWBALL, J. G. The development of eggs of *Rhyzopertha dominica* (Fab. Coleoptera) at constant temperature. **Journal of Experimental Biology, Medicine and Science**, Washington DC, v. 23, p. 37-40.

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.

CELARO, J. C. Métodos curativos de controle de pragas de grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. **Armazenagem de grãos**. Campinas: IBG, 2002. cap. 7.2, p.493-529

COSTA, E. L. N.; SILVA, R. F. P.; FIUZA, L. M. Efeitos, aplicações e limitações de extratos de plantas inseticidas. **Acta Biologica Leopoldensia**, São Leopoldo – RS, v.26, n.2, p.173-185, 2004.

ELIAS, M.C. **Pós-Colheita de Arroz: Secagem, Armazenamento e Qualidade**. Pelotas, RS : Editora UFPEL, 2007. 422p.

FARONI, L. R. A.; SILVA, J. F.; SILVA, F. A. P. Pragas e métodos de controle. In: SILVA, J. S. (Ed.). **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora : Instituto Maria, 1995.

FERRAZ, J. M. G.; HABIB, M.E.M., **Estudos bioecologicos de *Spodoptera frugiperda* (Abbot e Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae) como subsidio ao manejo integrado de pragas na cultura do milho**. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10229/55974> Acesso em: nov.2009.

GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

LORINI, I.; SCHENEIDER, S. **Pragas de grãos armazenados**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. 47 p. Resultados de pesquisa.

LORINI, I. Descrição, biologia e danos das principais pragas e grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SCUSSEL, V. M. **Armazenagem de Grãos**. Campinas: IBR, 2002.

LORINI, I. **Manejo integrado de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa trigo, 2008.

PEREIRA, A. M. **Processo de ozonização**: eficácia biológica, qualidade dos grãos e análise econômica. Viçosa : UFV, 2006.

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

POY, L. de A. **Ciclo de vida de *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1972) (Col., Bostrychidae) em farinhas e grãos de diferentes cultivares de trigo**. 1991. 135 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.

SANTOS, J. Métodos preventivos de controle de pragas de grãos armazenados. In: LORINI, I.; MIIKE, L.H.; SCUSSEL, V. M. **Armazenagem de Grãos**. Campinas: IBR, 2002.

SMIDERLE, O. J.; CICERO, S. M. Tratamento inseticida e qualidade de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras – MG, v. 20, n. 2, p.223-230, 1998,