

Sete Lagoas, MG
Maio, 2019

Indicações Técnicas para Controle de Pragas e Armazenamento de Grãos de Sorgo

Marco Aurélio Guerra Pimentel
Simone Martins Mendes
Ivônio Rubens de Oliveira

Introdução

O sorgo é um cereal amplamente cultivado em todo mundo, pois se adapta aos mais diferentes ecossistemas, apresentando características de tolerância ao déficit hídrico e a climas quentes, sendo dessa forma muito utilizado no Brasil na segunda safra em sucessão a culturas cultivadas na primeira safra (Menezes et al., 2018). De acordo com a Conab, a estimativa de produção para a cultura do sorgo, para a safra 2018/19, varia entre 1.941,5 e 1.952,1 mil toneladas, com área plantada entre 776,1 e 783,1 mil hectares e uma produtividade média de 2.497 kg/ha (Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, 2018).

A produção de grãos de sorgo no Brasil destina-se principalmente a alimentação animal, sendo a principal

alternativa ao milho na fabricação de rações, como fonte energética, atendendo diversas cadeias produtivas, especialmente as de aves, suínos, bovinos e *petfood*. Recentemente, estudos têm sido conduzidos demonstrando a viabilidade do uso do sorgo na alimentação humana, especialmente para pessoas celíacas, que apresentam intolerância ao glúten (Queiroz et al., 2014; Menezes et al., 2018).

Diante da importância do sorgo na alimentação animal e humana é fundamental que os padrões mínimos de qualidade dos grãos sejam mantidos após a colheita, quando os grãos são armazenados para consumo ao longo do ano. Os grãos de sorgo apresentam uma característica positiva que é a possibilidade de serem armazenados por longo período de tempo, sem

Indicações Técnicas para Controle de Pragas e Armazenamento de Grãos de Sorgo¹

perdas significativas da qualidade. Entretanto, o armazenamento prolongado só pode ser realizado quando se adotam corretamente as práticas de colheita, limpeza, secagem, combate a pragas e prevenção de fungos (Proctor, 1994; Santos, 2008; Mendes et al., 2014; Pimentel, 2015).

Dentre os principais fatores que afetam a qualidade dos grãos na pós-colheita acarretando deteriorações e perdas, destaca-se a infestação por insetos-pragas, que podem reduzir a qualidade dos grãos, enquadrando o produto comercializado em tipos de menor qualidade, afetando os preços de comercialização, reduzindo a lucratividade do produtor, além de reduzir o poder germinativo das sementes, e a massa dos grãos em até 18,3% em apenas 70 dias de armazenamento (Lorini, 2002; Chuck-Hernández et al., 2013; Goftishu; Belete, 2014; Mendes et al., 2014; Pimentel et al., 2018).

Assim o controle dos insetos-pragas que atacam os grãos de sorgo durante o armazenamento é uma das práticas agrícolas que devem ser adotadas para garantir a qualidade dos grãos armazenados e reduzir as perdas, contribuindo para aumentar a rentabilidade do produtor e beneficiar os consumidores dos grãos, garantindo alimento de qualidade e com as propriedades nutricionais mantidas.

Esta publicação tem como objetivo orientar técnicos, produtores, extensionistas, operadores agroindustriais e demais agentes das cadeias produtivas quanto ao controle dos insetos-pragas que atacam os grãos de sorgo durante o armazenamento. Estas orientações poderão auxiliar os produtores no armazenamento dos grãos de sorgo com maior qualidade, reduzindo as perdas e evitando a contaminação dos grãos por compostos tóxicos, como as micotoxinas.

¹ Eng.-Agrôn., Doutor em Entomologia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo; Eng.-Agrônomo, Doutora em Entomologia, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo; Eng.-Agrôn., Doutor em Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo.

Principais insetos-pragas que causam danos em grãos de sorgo durante o armazenamento

As principais espécies de insetos-pragas que causam danos aos grãos de sorgo durante o armazenamento são o caruncho-do-milho *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae), o besourinho-broqueador *Rhyzopertha dominica* (Fabricius, 1792) (Coleoptera: Bostrichidae), e os besouros *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens, 1831) (Coleoptera: Laemophloeidae), *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus, 1758) (Coleoptera: Silvanidae) e *Tribolium castaneum* Herbst, 1797 (Coleoptera: Tenebrionidae). Além dos besouros citados, as traças ou mariposas *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1819) (Lepidoptera: Gelechiidae), *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae) e *Plodia interpunctella* (Hübner, 1813) (Lepidoptera: Pyralidae) podem ser responsáveis pela deterioração da qualidade do sorgo armazenado (Rees, 1996; Sedlacek et al., 1996; Loeck, 2002; Lorini, 2002; Faroni; Sousa, 2006; Mendes et al., 2014).

A atividade dos insetos é muito sensível à temperatura e pode ser controlada mantendo a massa de grãos ao redor de 19-20 °C, o que se torna difícil nos climas tropicais ou subtropicais durante os meses mais quentes. Além da influência da temperatura, também deve ser observada a correta identificação dos insetos em questão, tendo em vista seus ciclos evolutivos diferenciados, bem como longevidade dos adultos e capacidade de postura, o que determinará a adoção de estratégias de controle e desenvolvimento de modelos de programas de crescimento populacional em massa de grãos (Santos, 2008). Na Tabela 1, estão apresentadas, de maneira geral, algumas características biológicas dos principais insetos que atacam grãos de sorgo armazenado, segundo Loeck (2002).

Tabela 1. Características biológicas dos principais insetos de grãos armazenados.

Espécie	Temperatura desenvolvimento (°C)	Ciclo evolutivo (dias)	Longevidade (dias)	Capacidade de postura (nº ovos)
<i>Rhyzopertha dominica</i>	34-22	25-84	120	400
<i>Tribolium castaneum</i>	34-22	22-75	360	500
<i>Sitophilus zeamais</i>	28	34	140	280
<i>Oryzaephilus surinamensis</i>	30	22	250	370
<i>Sitotroga cerealella</i>	28-30	30-35	10-52	100-150

Fonte: Loeck (2002).

Dentre as pragas, *S. oryzae* e *S. zeamais* são as mais preocupantes economicamente e justificam a maior parte do controle químico praticado nos armazéns. Além dessas pragas, há roedores e pássaros causadores de perdas, principalmente qualitativas, pela sujeira que deixam no produto final, que também devem ser considerados no Manejo Integrado de Pragas (MIP).

***Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) – caruncho-do-milho**

Os insetos adultos são besouros de 2,0 a 3,5 mm de comprimento, de coloração castanho-escura, com manchas mais claras nos élitros (asas anteriores), sendo a principal característica para identificação da espécie a cabeça projetada à frente, na forma de rostro curvado (expansão da parte frontal da cabeça) (Figura 1 e 2). 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 (Rees, 1996).

S. zeamais é praga primária, tem capacidade de perfurar grãos sadios, causando danos no interior deles, reduzindo sua massa específica (Figura 3).

Os insetos adultos têm capacidade ainda de ocasionar infestação cruzada, ou seja, infestar grãos no campo e também no armazém, onde penetram profundamente na massa de grãos. A praga apresenta elevado potencial de reprodução, possui muitos hospedeiros além do sorgo, como trigo, milho, arroz, cevada, triticale e aveia. Tanto larvas como adultos podem causar danos aos grãos inteiros, podendo atacar também produtos processados. Os danos decorrem da redução de peso, contaminação da massa de grãos por impurezas, redução da qualidade física, nutricional e fisiológica dos grãos (Figura 3) (Rees, 1996; Lorini, 2008; Mendes et al., 2014).

Fotos: Marco Aurélio Guerra Pimentel.



Figura 1. Adulto de caruncho-do-milho, *Sitophilus zeamais*, vista superior (A) e lateral (B).

Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel.



Figura 2. Grãos de sorgo infestados pelo caruncho-do-milho, *Sitophilus zeamais*.

Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel.



Figura 3. Grãos de sorgo danificados por infestação pelo caruncho-do-milho, *Sitophilus zeamais*.

***Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae) – besourinho-dos-cereais**

Os adultos são besouros de 2,3 mm a 2,8 mm de comprimento, coloração castanho-escura, corpo cilíndrico e cabeça globular, normalmente escondida pelo protórax (Figura 4). O ciclo de vida da praga é de, aproximadamente, 60 dias. A fêmea tem fecundidade média de até 250 ovos, a qual depende da qualidade do alimento e das condições de temperatura e de umidade (Rees, 1996). *R. dominica* é praga primária interna e possui elevado potencial de destruição, podendo atacar além dos grãos de sorgo diversos grãos, como trigo, arroz, milho, cevada, aveia, centeio e triticale, sendo capaz de destruir de 5 a 6 vezes seu próprio peso em uma semana. Os danos nos grãos são caracterizados por furos circulares e grande quantidade de resíduos na forma de farinha (Figura 5), decorrentes do hábito alimentar. Tanto adultos como larvas causam danos aos grãos armazenados (Rees, 1996; Lorini, 2008).

Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel.

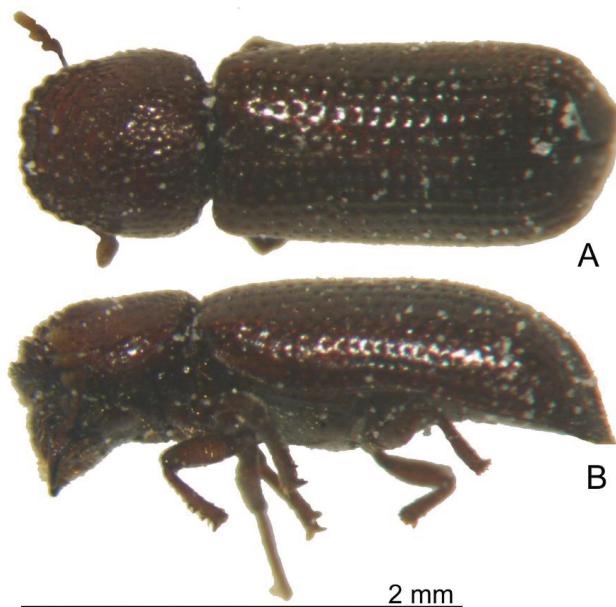


Figura 4. Adulto do besourinho-dos-cereais, *Rhyzopertha dominica*, vista superior (A) e lateral (B).

Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel.



Figura 5. Grãos de sorgo danificados e resíduos na forma de pó que caracterizam infestação por *Rhyzopertha dominica*.

***Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae)**

Os adultos são besouros de coloração castanho-avermelhada, medindo de 2,3 a 4,4 mm de comprimento; o corpo é achatado e possui duas depressões transversais na cabeça (Figura 6). As larvas são branco-amareladas, cilíndricas, medindo até 7 mm de comprimento. As fêmeas colocam de 400 a 500 ovos em fendas de paredes, na sacaria e sobre os grãos. A duração de uma geração pode ser inferior a 20 dias, em condições favoráveis (Rees, 1996). As larvas e os adultos podem se alimentar dos grãos, mas dependem da presença de grãos quebrados ou do ataque de outras pragas para se instalar nos grãos armazenados. É um inseto polífago e alimenta-se de grãos de sorgo e de grande variedade de grãos e produtos processados, especialmente farinhas, fubá e farelos (Rees, 1996; Lorini, 2008; Mendes et al., 2014).

Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel.



Figura 6. Adulto de *Tribolium castaneum*, vista superior (A) e lateral (B).

***Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae)**

Os adultos são besouros alongados, achatados, de coloração vermelho-escura, com comprimento variável de 1,7 a 3,3 mm (Figura 7). Possui três carenas longitudinais no pronoto, além de apresentarem seis dentes laterais, o que permite identificá-los. 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, podendo colocar de 50 a 300 ovos (Rees, 1996; Faroni; Sousa, 2006; Mendes et al., 2014). *O. surinamensis* é uma praga considerada secundária que ataca grãos quebrados, fendidos e restos de grãos. Pode danificar a massa de grão, sendo expressiva 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 a inseticidas químicos, sendo uma das primeiras a colonizar a massa de grãos após aplicação desses produtos (Rees, 1996; Lorini, 2008).

Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel.



Figura 7. Adulto de *Oryzaephilus surinamensis*, vista superior (A) e lateral (B).

***Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Cucujidae)**

Os adultos (Figura 8) são pequenos besouros de, aproximadamente, 2,5 mm de comprimento, de corpo achatado e antenas longas. Têm cor marrom avermelhada-pálida e grande facilidade de deslocamento. O ciclo de vida pode variar de 17 a 100 dias, dependendo da temperatura e da umidade da massa de grãos, possuindo, portanto, elevado potencial de reprodução, em relação a outras pragas de armazéns (Rees, 1996; Faroni; Sousa, 2006).

C. ferrugineus é uma praga secundária que pode destruir grãos quebrados e restos de grãos e de farinhas, causando elevação na temperatura da massa de grãos e deterioração de grãos (Lorini, 2008). Da mesma forma que *O. surinamensis*, aparece em grande quantidade em armazéns, após o tratamento com inseticidas, e é muito tolerante a esses tratamentos.

Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel.



Figura 8. Adulto de *Cryptolestes ferrugineus*, vista superior (A) e lateral (B).

***Sitotroga cerealella* (Lepidoptera: Gelechiidae) – traça-dos-cereais**

Os adultos (Figura 9) são mariposas com 10 mm a 15 mm de envergadura e 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. A fêmea pode ovipositar de 40 a 280 ovos diretamente sobre os grãos, preferencialmente nos grãos quebrados. Após a eclosão, as larvas penetram no interior dos grãos, onde 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 branca, no início, a marrom-escura, próximo à emergência do adulto. O período de ovo a adulto dura, em média, 30 dias. *S. cerealella* é uma praga que ataca grãos intactos ou quebrados e pode ser observada infestando a parte superficial da massa de grãos (Sedlacek et al., 1996). A fase larval causa danos aos grãos reduzindo sua massa específica e se alimentando da parte interna dos grãos (Figura 10).

Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel.

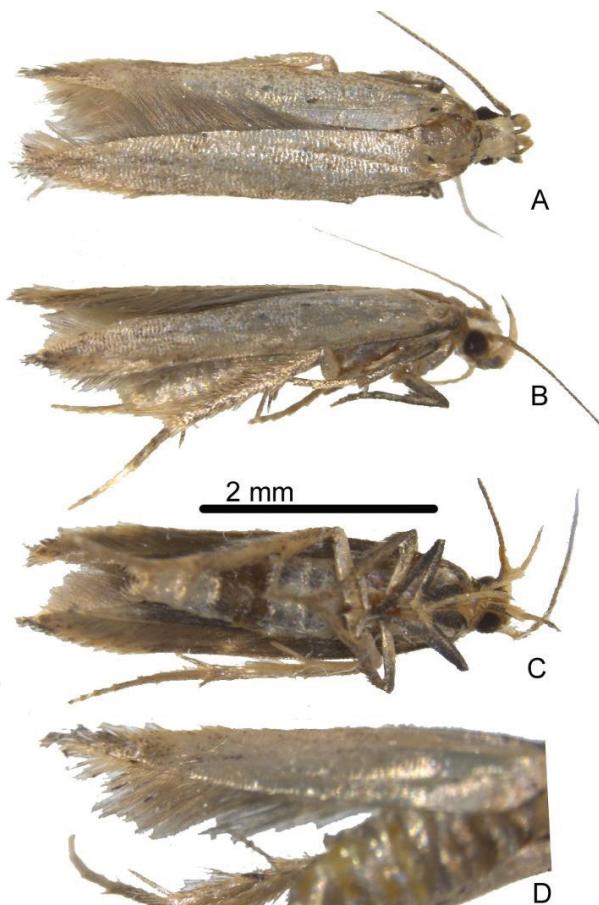


Figura 9. Adulto de *Sitotroga cerealella*, vista superior (A), lateral (B), dorsal (C) e detalhe da asa anterior com franjas (D).

Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel.



Figura 10. Grãos de sorgo danificados e infestação aparente por *Sitotroga cerealella*.

***Ephestia* sp. (Lepidoptera: Pyralidae) – traças**

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-escuas. As asas posteriores são mais claras. A fêmea oviposita de 200 a 300 ovos. As larvas atingem até 15 mm de comprimento; possuem coloração rosada e pernas e cabeça castanhas. O período de ovo a adulto estende-se 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 de adultos é de, aproximadamente, 15 dias (Sedlacek et al., 1996).

Ephestia sp. 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, por causa da formação de uma teia sobre a massa de grãos ou mesmo nas sacarias

durante o armazenamento. Esta praga é responsável pela grande quantidade de tratamentos em termonebulização, durante o período de armazenamento dos lotes de semente.

***Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) – traça-indiana-dos-cereais**

A traça-indiana é uma espécie comum nas regiões tropicais e subtropicais, que causa danos em várias espécies de grãos cereais. O adulto mede cerca de 18 mm de envergadura e é bem distinto em suas cores; as asas anteriores são de cor amarelada e café, e as posteriores, esbranquiçadas (Figura 11). As larvas podem chegar a atingir 13 mm de comprimento e sua cor vai do branco-amarelado ao branco-esverdeado. A larva produz um fio de seda onde se acumulam restos de alimentos e excreções (Figura 12). Dentro de silos, seu ataque ocorre principalmente na porção superior da massa de grãos, onde a presença de teia é marcante, podendo formar uma camada espessa de teia e, em estágios avançados de infestação, obstruir a troca gasosa ou até mesmo o fluxo de ar da aeração (Figura 12). Seu ciclo de vida é de 26 dias a 30 °C e 70% UR (Sedlacek et al., 1996).

Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel.



Figura 11. Adulto de *Plodia interpunctella*, vista superior (A), lateral (B) e detalhe das asas anterior e posterior (C).

Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel.

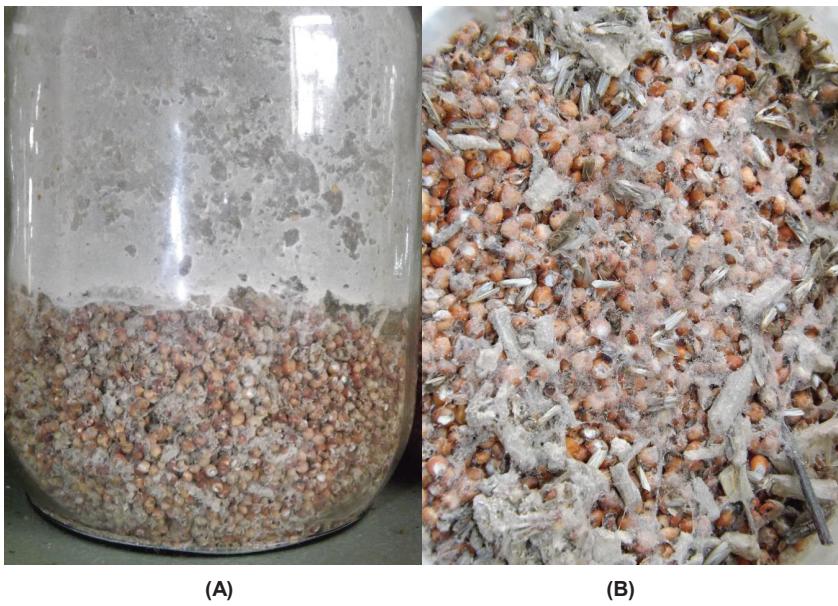


Figura 12. Camada de teia produzida por larvas de *Plodia interpunctella* em potes de vidro utilizados na criação dos insetos (A) e detalhe de parte superficial de grãos de sorgo com presença de teia (B).

Medidas preventivas contra a ocorrência de pragas

O controle preventivo constitui um passo importante para o sucesso de um programa de manejo integrado de pragas em grãos armazenados. Para implementar um efetivo programa de manejo integrado, com redução do potencial de infestação, torna-se necessário o conhecimento sobre a importância da influência dos fatores ecológicos, como temperatura, teor de umidade do grão, a umidade relativa do ambiente e o período de armazenagem, e suas interações no sistema de armazenagem adotado. Dentre as principais medidas preventivas para evitar a presença de insetos-pragas durante a armazenagem dos grãos, pode-se destacar desde a fase de plantio, onde o produtor pode selecionar uma cultivar que apresenta menor suscetibilidade de ataque a insetos, passando pelas boas práticas agrícolas, até o processo de colheita, onde a regulagem e limpeza das máquinas colhedoras deve ser realizado antes do início da colheita. Após a colheita o produtor deve estar atento a recepção e limpeza dos grãos, a secagem e aeração que são fatores

importantes para o controle preventivo das pragas de grãos armazenados (Pimentel, 2015).

Limpeza dos grãos

A limpeza de grãos é realizada pela separação das impurezas baseando-se nas propriedades físicas dos grãos. Os equipamentos utilizados para realizar a limpeza dos grãos separam as impurezas em função do tamanho, forma, peso e velocidade terminal do produto.

A limpeza é feita através de máquinas de pré-limpeza e limpeza até os níveis adequados para armazenagem e comercialização. No caso do sorgo, os limites máximos de impurezas, fragmentos e matérias estranhas são estipulados e sugeridos por meio da Portaria nº 268, de 22 de agosto de 1984 (Brasil, 1984). A portaria sugere limites máximos de tolerância de defeitos/tipo, sendo um lote de grãos de sorgo classificado como tipo 1 quando apresentar máximo de 1,0% de matérias estranhas, impurezas e fragmentos; o tipo 2 permite tolerância máxima de 2,0%, o tipo 3 permite tolerância máxima de 4,0% e o tipo 4 permite tolerância máxima de 6,0%. Lotes de grãos de sorgo que apresentem mais de 6,0% de impurezas, matérias estranhas e fragmentos são classificados como abaixo do padrão (AP), e/ou 13% de umidade. O teor de impurezas de um lote de grãos é determinado no momento da classificação do produto utilizando-se peneiras recomendadas para cada produto. As peneiras recomendadas para classificação oficial do sorgo, nas análises de grãos quebrados e impurezas são aquelas de crivos circulares de 2,2 mm de diâmetro.

Os métodos de limpeza dos grãos podem ser manuais ou mecanizados. Os métodos manuais são os mais simples, e podem utilizar o vento para separar as impurezas dos grãos, assim como peneiras com malhas apropriadas para os diferentes produtos.

A limpeza mecanizada pode ser realizada com o auxílio de máquinas com ventilação, com peneiras cilíndricas, e através do método mais comum, que utiliza máquinas de ar e peneira (Figura 13 A) e máquinas de pré-limpeza (Figura 13 B). As máquinas de limpeza com ventilador e peneira constituem um dos sistemas mais eficiente de limpeza dos grãos a granel. O sistema

de limpeza nas máquinas de ar e peneira atua por peneiramento, no qual são retiradas as impurezas maiores e menores, e por aspiração onde são retiradas as impurezas leves através do ventilador (Figura 13) (Dalmásquale, 2002; Weber, 1995, 2005).

Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel.



(A)



(B)

Figura 13. Máquina de ar e peneira utilizada para limpeza de grãos a granel (A) e máquina de pré-limpeza com grãos de sorgo (B).

Teor de água dos grãos

O teor de água dos grãos de sorgo, popularmente conhecido como percentual de umidade dos grãos, é parâmetro fundamental para a armazenagem dos grãos por períodos prolongados e também para evitar infestação por insetos-pragas e por fungos que podem deteriorar o produto durante a armazenagem.

O sorgo tem sido muito utilizado em sucessão de culturas na segunda safra, sendo que nas regiões com maior produção, Centro-Oeste e Sudeste, a colheita concentra-se entre os meses de junho a agosto, de acordo com a Conab (Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, 2018). O período de colheita nestas regiões coincide com a época de seca, onde especialmente no Cerrado do Sudeste e Centro-Oeste a umidade relativa do ar é muito baixa, favorecendo a secagem natural dos grãos ainda na planta, sendo a colheita realizada quando os grãos estão com teor de água próximo ao ideal recomendado para armazenagem, que é de 13%. Assim, geralmente os grãos de sorgo colhidos nestas regiões não necessitam de secagem artificial para atingir o teor de água ideal para armazenagem. Mas em regiões e épocas

distintas ao cultivo realizado no Sudeste e Centro-Oeste, deve-se atentar ao percentual de umidade, teor de água dos grãos, de 13% para armazenagem. A Portaria nº 268, de 22 de agosto de 1984 (Brasil, 1984), que estabelece as Normas de Identidade, Qualidade, Apresentação e Embalagem do Sorgo, também sugere o teor de umidade de até 13% para enquadramento nos tipos de 1 a 4, estabelecidos pela portaria.

Limpeza, sanitização e manutenção do local de armazenagem

A limpeza e higienização dos silos e armazéns, depósitos, máquinas, equipamentos, passarelas, poços dos elevadores e demais estruturas nas unidades armazenadoras são absolutamente essenciais e representam um altíssimo percentual no sucesso de um perfeito controle de insetos e fungos (Mullen; Pederson, 2000). Condições de limpeza inadequadas, tanto no interior como em torno das unidades armazenadoras, devem ser evitadas a qualquer custo (Figuras 14 A e B). Para se obter êxito pleno na preparação da nova safra, seria ideal que todo o remanescente de produtos da safra anterior fosse retirado, com o objetivo de eliminar a mais remota possibilidade de existência de focos de infestação. Esses detritos nunca devem ser simplesmente amontoados nas proximidades e sim queimados de forma controlada, compostados, enterrados ou eliminados de outra forma. O uso de ar comprimido e de aspiradores pneumáticos pode contribuir bastante para o bom êxito das operações de limpeza. Após o processo de limpeza, é necessário o tratamento periódico de toda a estrutura armazenadora, com inseticidas protetores de longa duração, para evitar reinfestações de insetos. Levantamentos têm demonstrado que a maioria das unidades armazenadoras, mesmo vazias, são infestadas por insetos de diferentes espécies, que conseguem sobreviver nestas instalações mesmo sem alimento disponível.

Com objetivo de reduzir as infestações por insetos-pragas algumas orientações podem ser seguidas, tais como: (i) Limpar toda a estrutura, de preferência utilizando jatos de ar para desalojar a sujeira das paredes e dos equipamentos, e recolher todo o material fino com aspirador de pó; (ii) Não permitir acúmulo de impurezas, sujidades e material retirado da limpeza dos grãos dentro ou mesmo fora da unidade armazenadora; (iii) Inspecionar

todo o teto e consertar toda e qualquer possibilidade de goteira e infiltrações antes de carregar o silo ou armazém; (iv) Pulverizar as paredes, estruturas metálicas de teto e estruturais dos silos e unidades armazenadoras vazias com inseticidas registrados para essa finalidade (Tabela 2); (v) Evitar a mistura de grãos novos, recém colhidos, com grãos de safras antigas armazenados a mais tempo.

A desinfestação de silos e armazéns pode ser feita utilizando-se inseticidas residuais que podem ser aplicados nos silos ou armazéns vazios, por meio de pulverizador, atingindo toda a superfície das paredes, teto e chão (Tabela 2). O volume de calda a ser aplicado deve variar de acordo com a porosidade da superfície, os inseticidas devem ser diluídos em volume variando de 2 a 25 litros de água (Miike et al., 2002).

Os inseticidas residuais também podem ser aplicados nas estruturas de armazenagem via termonebulização, que é uma prática que consiste na aplicação de um inseticida, na forma de micropartículas, que são lançadas numa corrente de fumaça produzida por um equipamento que queima óleo mineral, produz e lança no ambiente um jato de fumaça. Esta fumaça, de baixa densidade, carrega as micropartículas de inseticida para os pontos mais altos da unidade armazenadora, onde normalmente não são atingidos por pulverização. Este tipo de tratamento visa controlar, especialmente, os insetos voadores, como as mariposas, que se alojam nos pontos mais altos da unidade armazenadora. A dose do inseticida, na operação de nebulização, é calculada em função do volume (m^3) de espaço interno da estrutura que será ocupada pela fumaça (White; Leesch, 1996).

Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel.

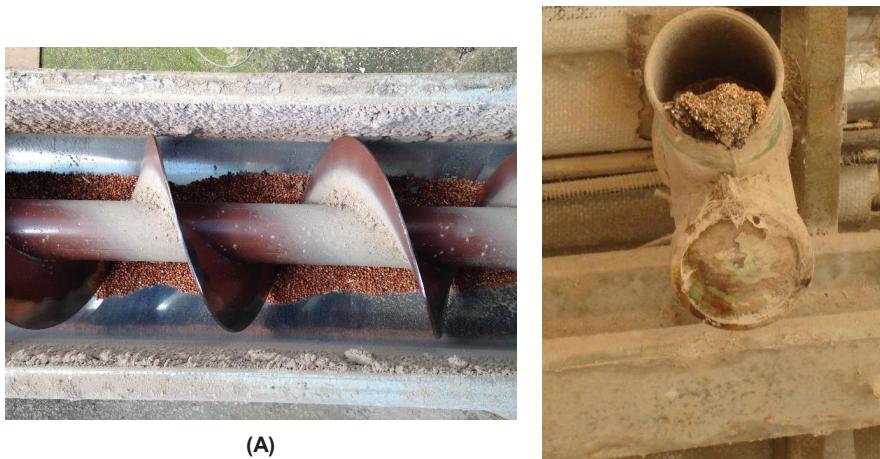


Figura 14. Sobras de grãos de sorgo em transportador helicoidal (A) e sujidades de massa de grãos de sorgo em tubulação de silo metálico (B).

Tabela 2. Inseticidas químicos de contato utilizados para sanitização de instalações de armazenagem de grãos

Inseticidas		Concen- tração (g/litro ou kg)	Aplicação espacial (dose/100 m ²)	
Comercial	Princípio ativo		Sacarias	Instala- ções
K-Obiol 25 EC	Deltametrina	25,0	53-80 ml	53-80 ml
Actellic 500 EC	Pirimifós-metílico	500,0	50 ml	100-200 ml

Fonte: Brasil (c2003).

Métodos de Controle

O manejo das pragas de grãos de sorgo durante o armazenamento pode ser realizado com uso de inseticidas à base de terra de diatomáceas (tratamento

preventivo) e por meio do tratamento curativo dos grãos por meio do expurgo com o inseticida fumigante (tratamento curativo). Esses dois métodos podem ser usados isoladamente ou em combinação.

Controle químico com inseticidas fumigantes - expurgo (tratamento curativo)

A fumigação ou expurgo é uma técnica empregada para eliminar qualquer infestação de pragas em sementes e grãos armazenados mediante uso de gás. 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 seja observada a perfeita vedação do local a ser expurgado e as normas de segurança para os produtos em uso. Assim, pode ser realizado em pilhas de sacos (lotes), silos metálicos, em armazéns graneleiros, em tulhas, em vagões de trem, em porões de navios, em câmaras de expurgo, entre outros, observando-se sempre o período de exposição e a hermeticidade do local (Mendes et al., 2014; Pimentel, 2015).

O inseticida indicado para expurgo é popularmente conhecido como fosfina (Tabela 3). A fosfina é oferecida comercialmente sob dois diferentes princípios ativos, sendo fosfeto de alumínio (AIP) e fosfeto de magnésio (Mg_3P_2). O fosfeto de magnésio reage mais rapidamente com a umidade do ar ambiente (20% mais rápido) em relação ao fosfeto de alumínio, que é menos higroscópico que o fosfeto de magnésio. Sob temperaturas moderadas e baixa umidade, a completa decomposição pode requerer cinco dias ou mais. Esta reação começa lentamente e vai se acelerando gradualmente, até a completa reação do fosfeto de alumínio ou de magnésio. Cada grama de fosfeto de alumínio ou de magnésio libera um terço de seu peso em fosfina (PH_3).

As duas formulações são oferecidas em diferentes formas e embalagens, compreendendo os comprimidos de 0,6 g, diâmetro de 9 mm e superfície esférica; as pastilhas de 3,0 g, diâmetro de 16 mm e superfície esférica; e os saches compostos por saquinhos permeáveis com 34,0 g de produto na forma de pó seco (Tabela 3) (Brasil, c2003).

A fosfina oferece vantagens na sua aplicação para o controle de insetos como a liberação gradual do gás, conferindo maior segurança para o aplicador, facilidade de dosar e aplicar, evitando erros de aplicação, economia de mão de obra na aplicação, não deixa pó residual após o expurgo (em forma de saches), o gás apresenta densidade similar a densidade do ar, facilitando sua distribuição uniforme no volume expurgado, é de fácil transporte, não afeta a viabilidade de sementes e pode ser gerada *in situ* pela reação da formulação com a umidade do ar ambiente.

Por outro lado a fosfina oferece algumas desvantagens para sua aplicação para o controle de insetos, como a necessidade de ambientes herméticos para o sucesso do expurgo, o elevado período de exposição requerido, que varia de 96 a 288 horas, seleção de resistência pelos insetos, a geração de resíduos dos comprimidos e das pastilhas, que devem ser recolhidos após a fumigação, perigo de autoignição que pode existir no caso de uma alta concentração de fosfina (acima de 27,1 g m⁻³) e problemas de corrosão a metais, como ferro e cobre.

A temperatura e a umidade relativa do ar no armazém a ser expurgado, para uso de fosfina, são de extrema importância, pois determinarão a eficiência do expurgo. O tempo mínimo de exposição das pragas à fosfina deve ser de 168 horas para temperatura superior a 10 °C. Abaixo de 10 °C não é aconselhável usar fosfina em pastilhas, pois a liberação do gás será prejudicada, afetando o expurgo. Quanto à umidade relativa do ar, deve-se observar que no intervalo de 168 horas seja superior a 25%, desaconselhando-se o expurgo com umidade inferior a 25%. Deve-se associar temperatura com umidade relativa do ar para definir o período de exposição, prevalecendo sempre o fator mais limitante dos dois (White; Leesch, 1996).

Para o expurgo de grãos de sorgo a granel e em sacaria (em sacos de 60 quilos) recomenda-se 2 pastilhas de 3 g m⁻³ ou 10 comprimidos de 0,6 g m⁻³, ou ainda 1 sache de 34 g 6 m⁻³ (Tabela 3). Recomenda-se ainda que a dosagem seja calculada sempre em função do volume (m³) do total a ser ocupado, considerando que o sorgo possui densidade aparente média variando de 720 a 750 kg m⁻³. O período de exposição dos grãos ao gás fosfina também é de extrema importância para o sucesso do expurgo. Sendo assim, recomenda-se período de exposição, para temperaturas acima de 25 °C, variando de 96 horas para sementes, 120 horas para sacarias, 240

horas para silos metálicos e porões de navios e 280 horas para graneleiros horizontais. Para temperaturas entre 15 °C a 25 °C recomenda-se prolongar o tempo de exposição em 20% para sacaria, silos metálicos e graneleiros horizontais, exceto para sementes.

Para realizar o expurgo dos grãos de sorgo ensacados ou a granel o agricultor deve dispor de lona grande, apropriada a operação de expurgo, como as de PVC ou polietileno, com espessura mínima de 150 microns, sem furos, que permita a cobertura da sacaria ou dos grãos com sobra, em todas as laterais, de 20 a 30 cm no mínimo. O local do expurgo deve ser plano, preferencialmente com piso de cimento. Dar preferência a local coberto, para proteção contra a chuva e umidade.

A adoção das recomendações de aplicação, como tempo de exposição, tipo de lona a ser usada para expurgo, doses corretas e condições ambientais do local de aplicação devem ser seguidas, conforme orientações do fabricante, para que o controle seja efetivo e reduza as falhas de controle, mantendo a tecnologia efetiva para o futuro, evitando os casos de resistência a inseticidas como a fosfina, que já foram reportados no Brasil (Lorini et al., 2007; Pimentel et al., 2007, 2008, 2009) para a maior parte dos insetos-pragas de grãos armazenados.

Procedimentos recomendados:

1. Pesar ou cubar (determinar o volume) dos grãos ou sacarias no local do expurgo;
2. Cobrir com a lona, de modo a sobrar no mínimo 30 cm em todas as laterais (Figura 15);
3. Fechar as partes laterais da lona com “cobras de areia” ou material pesado, para não permitir a saída de ar (Figura 16). Deixar duas aberturas pequenas nos cantos, em lados opostos;
4. Colocar a fosfina em comprimidos ou pastilhas, de acordo com a quantidade de grãos nos dois cantos abertos (Figura 17);

5. Imediatamente após a colocação da fosfina, fechar os cantos abertos com as “cobras de areia”, justapostas para evitar vazamento do gás (Figura 18);
6. Deixar o material coberto durante o período de exposição recomendado (mínimo de 96 horas) para cada finalidade de produto e condição climática local (Tabela 3);
7. Por medida de segurança, usar os grãos de sorgo quatro dias após o expurgo;
8. O uso dos equipamentos de proteção individual (EPI) é obrigatório. Deve-se utilizar máscara própria para gases e luvas protetoras para fazer o expurgo e repeti-lo a cada três meses ou quando verificar infestação na massa de grãos.

Foto: Alexandre Esteves Neves.



Figura 15. Cobertura das sacarias com lona plástica apropriada com espessura mínima de 150 micra.

Foto: Alexandre Esteves Neves.



Figura 16. Cobertura das laterais da lona com “cobras de areia”.

Foto: Alexandre Esteves Neves.



Figura 17. Aplicação de comprimidos ou pastilhas de fosfina nos cantos abertos da lona plástica.

Foto: Alexandre Esteves Neves.



Figura 18. Detalhe da colocação das “cobras de areia” de forma justaposta para evitar o vazamento do gás fumigante.

Tabela 3. Inseticidas fumigantes utilizados no tratamento curativo de grãos e sementes de sorgo armazenado.

Comercial	Inseticidas	Intervalo de Segurança (dias)		Aplicação direta nos grãos (doses)	Tempo de Fumigaçāo	Classe Toxicológica/Classe Ambiental
		Princípio ativo (i.a.)	Dose i.a. (g kg ⁻¹)			
Gastoxin	Fosfeto de alumínio	570	4	1 sachê de 34 g/5,66 m ³ ou 2 pastilhas de 3 g/m ³ ou 10 comprimidos de 0,6 g/ m ³	96 a 240 h	I – Extremamente tóxico/III – Produto perigoso ao meio ambiente
Gastoxin B57	Fosfeto de alumínio	570	4	1 sachê de 34 g/5,66 m ³ ou 2 pastilhas de 3 g/m ³ ou 10 comprimidos de 0,6 g/ m ³	96 a 240 h	I – Extremamente tóxico/III – Produto perigoso ao meio ambiente
Phostek	Fosfeto de alumínio	570	4	1 sachê de 34 g/5,66 m ³ ou 2 pastilhas de 3 g/m ³ ou 10 comprimidos de 0,6 g/ m ³	96 a 240 h	I – Extremamente tóxico/III – Produto perigoso ao meio ambiente
Fumi-Cel	Fosfeto de magnésio	560	4	1 tablete/16,5 m ³	96 h	I – Extremamente tóxico/III – Produto perigoso ao meio ambiente

Fonte: Brasil (c2003).

Inseticida à base de terra de diatomáceas (tratamento preventivo)

Métodos alternativos de controle estão sendo enfatizados, a fim de reduzir o uso de produtos químicos, diminuir o potencial de exposição humana e reduzir a velocidade e o desenvolvimento de resistência de pragas a inseticidas. Recentemente disponibilizados no mercado, os pós inertes à base de terra de diatomáceas constituem uma alternativa para o produtor controlar as pragas durante o armazenamento, por meio do tratamento preventivo dos grãos.

O pó inerte à base de terra de diatomáceas é proveniente de fósseis de algas diatomáceas, que possuem naturalmente fina camada de sílica, e pode ser de origem marinha ou de água doce. O preparo da terra de diatomáceas para uso comercial é feito por extração, secagem e moagem do material fóssil, o qual resulta em pó seco, de fina granulometria. No Brasil, dois produtos comerciais estão registrados para uso em grãos de sorgo armazenados (Tabela 4), ambos com classe toxicológica IV – Pouco tóxico e classificação ambiental IV – Produto pouco perigoso (Brasil, c2003).

O tamanho reduzido do corpo dos insetos e seus apêndices longos e delgados resultam em área de grande superfície de evaporação por unidade de volume. Sabe-se que os insetos morrem quando perdem cerca de 30% de seu peso total ou 60% do teor corpóreo de água e que estes são protegidos da desidratação por uma barreira lipídica epicuticular com espessura média de 0,25 µm. Os insetos de produtos armazenados vivem em ambientes cujas condições são muito secas, tornando a conservação de água crucial para sua sobrevivência.

O pó inerte adere à epicutícula dos insetos por carga eletrostática, levando à desidratação corporal, em consequência da ação de adsorção de ceras da camada lipídica pelos cristais de sílica ou de abrasão da cutícula ou de ambas. Quando as moléculas de cera da camada superficial são adsorvidas pelas partículas de sílica, ocorre o rompimento da camada lipídica protetora, o que permite a evaporação dos líquidos do corpo do inseto (Fields; Muir, 1996).

A atividade inseticida do pó inerte, entretanto, pode ser afetada pela mobilidade dos insetos, pelo número e distribuição de pelos na cutícula, pelas diferenças

quantitativas e qualitativas nos lipídios cuticulares das diferentes espécies de insetos, pelo tempo de exposição e pela umidade relativa do ar, fatores que influenciam a taxa de perda de água, afetando consequentemente a eficiência dos pós inertes.

O produto comercial pode ser usado diretamente nos grãos e sementes, polvilhando no momento imediatamente anterior ao ensaque ou carregamento dos silos e armazéns. A dose recomendada é de 1,0 kg de terra de diatomáceas por tonelada de grãos (Tabela 4) (Brasil, c2003). Esse tratamento é realizado com auxílio de uma máquina desenvolvida especificamente para aplicação do produto, a qual proporciona mistura homogênea do produto com a semente, o que é fundamental para o sucesso do controle de pragas. O produto também pode ser usado para o tratamento de estruturas de armazenamento de grãos e sementes, polvilhando-se as paredes na dose 20 g m⁻² para evitar a infestação externa de pragas.

O tratamento de sementes e/ou grãos com terra de diatomáceas possui algumas vantagens em relação aos demais tratamentos, tais como: a) Controle das diversas pragas que atacam sementes armazenadas; b) Longo efeito residual; c) Segurança para os operadores manusearem o produto, pois é de origem natural; d) Controle de populações de pragas resistentes aos inseticidas químicos e não promove a resistência em insetos.

Trata-se de produto seguro para o usuário e de efeito inseticida duradouro, pois não perde eficácia ao longo do tempo. O uso de pós inertes à base de terra de diatomáceas para controlar pragas em sementes e grãos armazenados é um avanço substancial no setor, pois vem ao encontro das exigências dos usuários por produtos eficientes e que respeitem a saúde das pessoas e o ambiente.

Tabela 4. Inseticidas de contato à base de terra de diatomáceas utilizados na proteção de grãos e sementes de sorgo armazenado.

Inseticidas		Dose i.a. (g kg ⁻¹)	Dose do produto comercial*	Intervalo de Segurança
Produto Comercial	Ingrediente Ativo (i.a.)			
Gran Protect	Terra de Dia- tomáceas	912,0	1,0 kg ton ⁻¹	Sem restri- ções
Silicon Protect	Terra de Dia- tomáceas	912,0	1,0 kg ton ⁻¹	Sem restri- ções

*Aplicação do produto comercial pulverizado em toda massa dos grãos na esteira, antes da entrada nos silos, depósitos e armazéns, após a limpeza do local.

Fonte: Brasil (c2003).

Monitoramento da massa de grãos no manejo da infestação

Após o tratamento da massa de grãos com inseticidas, o produtor deve monitorar o local de armazenamento e os grãos armazenados com o objetivo de verificar a presença de insetos-pragas vivos no ambiente de armazenamento. O monitoramento tem como objetivo obter o registro por amostragem da ocorrência de insetos, ou de outro organismo, com frequência previamente definida, ao longo de um período de tempo e sob determinadas condições ambientais. Portanto, a amostragem da massa de grãos é o ponto crítico de qualquer programa de monitoramento visando um controle de pragas em grãos armazenados. O monitoramento pode ser feito por meio de peneiramento de uma amostra de grãos amostrados ou pelo uso de armadilhas, com ou sem feromônios, que se mostram eficientes para detectar a presença de insetos adultos (Hagstrum; Subramanyam, 1996).

Formas de armazenamento de grãos de sorgo

O tipo de armazenamento ideal para os grãos de sorgo é função do tempo de armazenamento, investimento e da necessidade de armazenar os grãos (Proctor, 1994). Além disso, o nível tecnológico do armazenamento será estabelecido de acordo com o volume a ser armazenado e a disponibilidade de armazéns ou de recursos para a construção e para os equipamentos que constituirão a unidade armazenadora.

Os grãos de sorgo geralmente são armazenados a granel, em silos (metálicos, de alvenaria ou concreto), em armazéns convencionais (sacarias), em armazéns graneleiros e em sistemas de armazenagem temporária, como os “silos bolsa” (Pimentel, 2015).

Armazenamento a granel em silos e armazéns graneleiros

O armazenamento dos grãos de sorgo a granel, em estruturas com sistemas de termometria e aeração forçada, é o método que permite melhor qualidade do produto por períodos prolongados. Para se ter sucesso nesse tipo de armazenamento são necessários alguns procedimentos, como descrito anteriormente, tais como limpeza e secagem dos grãos e das estruturas, aeração, monitoramento de temperatura (termometria) e o controle das pragas.

Silos para armazenamento a granel podem ser construídos com chapas metálicas ou em alvenaria, permitindo fácil manuseio, manutenção e acesso por pequenos e médios produtores (Figura 19). A indústria de silos metálicos fabrica estruturas de tamanho médio e econômico, que possibilitam aos agricultores e produtores de suínos, aves e bovinos armazenar sorgo a granel em suas propriedades. O sucesso na utilização desses tipos de silo de porte pequeno e médio está na possibilidade de se armazenar os grãos colhidos com 13 a 14% de umidade, completar a secagem com aeração natural e fazer o expurgo após os silos terem sido carregados e quando for observada infestação por insetos-pragas.

O expurgo com fosfina, na dose recomendada (Tabela 3), é um método de comprovada eficiência para se controlar os insetos no sorgo armazenado a

granel. Recomenda-se, a partir de resultados de pesquisas, que a operação de expurgo no armazenamento dos grãos a granel deve ser repetida a cada três meses ou quando se verificar nova infestação.

Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel.



Figura 19. Silo metálico para armazenamento de grãos de sorgo a granel.

Armazenamento a granel em silos bolsa

O armazenamento de grãos de sorgo em sistema de armazenamento temporário pode ser feito utilizando-se os chamados “silo bolsa”, que são estruturas horizontais de polietileno de baixa densidade, com uma espessura superior a 200 micras e capacidade variável, dependendo do fabricante (Figura 20). O carregamento do silo bolsa é feito com uma máquina chamada embolsadora, que pode ser acoplada à tomada de potência de tratores convencionais e que vai carregando o silo bolsa com os grãos. A retirada dos grãos pode ser realizada utilizando-se outro implemento, conhecido como extratora de grãos, que tem por função extrair os grãos que estavam armazenados neste tipo de silo.

O armazenamento de grãos de sorgo neste tipo de estrutura deve obedecer algumas premissas, como o conteúdo de água (umidade) dos grãos próximo a 13%, baixo percentual de sujidades, impurezas e matérias estranhas e instalação e manutenção correta da bolsa plástica para se evitar furos que permitam a entrada de oxigênio no interior da estrutura.

Neste sistema todo oxigênio intergranular presente no momento do enchimento é consumido pela atividade respiratória dos grãos gerando uma atmosfera pobre em oxigênio e rica em dióxido de carbono, permitindo uma boa conservação dos grãos, desde que eventuais furos na lona sejam rapidamente reparados. Em atmosferas com baixa concentração ou até mesmo ausência de oxigênio os insetos e fungos não sobreviverão e, portanto, os grãos podem ser armazenados com poucos danos oriundos da infestação por insetos-pragas durante todo o período de armazenagem.

Foto: Marco Aurélio Guerra Pimentel.



Figura 20. Silo bolsa para armazenamento de grãos de sorgo a granel.

Armazenamento em Sacaria

O armazenamento do sorgo em sacaria, em armazéns convencionais, pode ser empregado com sucesso, desde que as estruturas armazenadoras atendam às condições mínimas. O sorgo deve estar seco (13% de umidade) e deve haver boa ventilação na estrutura. O piso deve ser concretado e cimentado e a cobertura deve evitar entrada de umidade no ambiente, com controle e proteção antirratos, as pilhas de sacos devem ser erguidas sobre estrados de madeira e afastadas das paredes. O combate aos insetos deve ser através de expurgo periódico e pulverização externa das pilhas de sacos, bem como de toda a estrutura, utilizando inseticidas e concentrações sugeridas nas Tabelas 2 e 3. Nesse tipo de armazenamento, as perdas que ocorrem por causa do ataque de insetos podem ser minimizadas, porque os métodos para seu controle são eficientes.

Referências

ACOMPANHAMENTO DA SAFRA BRASILEIRA [DE] GRÃOS: safra 2017/18: décimo segundo levantamento. Brasília, DF: Conab, v. 12, set. 2018. 148 p. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: 17 set. 2018.

BRASIL. Portaria nº 268, de 22 de agosto de 1984. Estabelece normas de identidade, qualidade, apresentação e embalagem do sorgo. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 164, 23 ago. 1984. Seção 1, p. 54-55.

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

CHUCK-HERNÁNDEZ, C.; SERNA-SALDÍVAR, S. O.; GARCÍA-LARA, S. Susceptibility of different types of sorghums during storage to *Sitophilus zeamais* Motschulsky. **Journal of Stored Products Research**, v. 54, p. 34-40, 2013.

DALPASQUEL, V. A. Procedimentos essenciais de recepção e limpeza de grãos. In: LORINI, I.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (Ed.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Bio Geneziz, 2002.

FARONI, L. R. A.; SOUSA, A. H. Aspectos biológicos e taxonômicos dos principais insetos-praga de produtos armazenados. In: ALMEIDA, F. A. C.; DUARTE, M. E. M.; MATA, M. E. R. M. C. **Tecnologia de armazenagem em sementes**. Campina Grande: UFCG, 2006. p. 371-402.

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

GOFTISHU, M.; BELETE, K. Susceptibility of sorghum varieties to the maize weevil *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 31, p. 2419-2426, 2014.

HAGSTRUM, D. W.; SUBRAMANYAM, B. Monitoring and decision tools. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. W. (Ed.). **Integrated management of insects in stored products**. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 1-28.

LOECK, A. E. **Pragas de produtos armazenados**. Pelotas: EGUFPEL, 2002. 113 p.

LORINI, I. Descrição, biologia e danos das principais pragas de grãos armazenados. In: IRINEU, L.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (Ed.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Biogeneziz, 2002. p. 379-397.

LORINI, I.; COLLINS, P. J.; DAGLISH, G. J.; NAYAK, M. K.; PAVIC, H. Detection and characterisation of strong resistance to phosphine in Brazilian *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrichidae). **Pest Management Science**, v. 63, n. 4, p. 358-364, 2007.

LORINI, I. **Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 72 p.

MENDES, S. M.; WAQUIL, J. M.; VIANA, P. A.; PIMENTEL, M. A. G. Manejo de pragas. In: BORÉM, A.; PIMENTEL, L. D.; PARELLA, R. A. C. (Ed.). **Sorgo: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2014. p. 207-241.

MENEZES, C. B. de; COELHO, A. M.; SILVA, A. F. da; SILVA, D. D. da; MENDES, S. M.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; RODRIGUES, J. A. S. É possível aumentar a produtividade de sorgo granífero no Brasil? In: PAES, M. C. D.; VON PINHO, R. G.; MOREIRA, S. G. (Ed.). **Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil**. Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2018. p. 106-139.

MIIKE, L. H.; FAUSTAINO, M. L. S.; PAULO, A. D. Tecnologia de aplicação de inseticidas preventivos nos grãos In: IRINEU, L.; MIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. (Ed.). **Armazenagem de grãos**. Campinas: Instituto Biogeneziz, 2002. p. 531-540.

MULLEN, M. A.; PEDERSON, J. R. Sanitation and exclusion. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. W. (Ed.). **Alternatives to pesticides in stored products IPM**. Norwell: Kluwer Academic Publishers, 2000. p. 29-50.

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

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

PIMENTEL, M. A. G.; FARONI, L. R. D'A.; TÓTOLA, M. R.; GUEDES, R. N. C. Phosphine resistance, respiration rate and fitness consequences in stored-product insects. **Pest Management Science**, v. 63, n. 9, p. 876-881, 2007.

PIMENTEL, M. A. G. Manejo integrado de pragas em grãos armazenados. In: PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Sorgo: o produtor pergunta a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 213-227.

PIMENTEL, M. A. G.; MENDES, S. M.; MENEZES, C. B. de; OLIVEIRA, I. R. de; RAMOS, G. C. P.; FERNANDES, D. K. S. **Escolher o híbrido certo, ajuda a controlar o caruncho nos grãos de sorgo?** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. 20 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 172).

PROCTOR, D. L. (Ed.). **Grain storage techniques**: evolution and trends in developing countries. Roma: FAO, 1994. (FAO Agricultural Services. Bulletin n° 109). Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/T1838E/T1838E01.htm#Foreword>>. Acesso em: 5 jul. 2011.

QUEIROZ, V. A. V.; MORAES, E. A.; MARTINO, H. S. D.; PAIVA, C. L.; MENEZES, C. B. de Potencial do sorgo para uso na alimentação humana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 278, p. 7-12, jan./fev. 2014.

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

SEDLACEK, J. D.; WESTON, P. A.; BARNEY, R. J. Lepidoptera. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. W. (Ed.). **Integrated management of insects in stored products**. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 41-70.

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

WEBER, E. A. **Armazenagem agrícola**. Porto Alegre: Kepler Weber Industrial, 1995. 400 p.

WEBER, E. A. **Excelência em beneficiamento e armazenagem de grãos**. [S.l.: s.n], 2005. 586 p.

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

Esta publicação está disponível no
endereço:
[https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/
publicações](https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes)

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

1ª edição
Publicação digitalizada (2019)

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo
Elena Charlotte Landau

Membros

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

Revisão de texto
Antonio Claudio da Silva Barros

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

Tratamento das ilustrações
Tânia Mara Assunção Barbosa

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
Tânia Mara Assunção Barbosa

CGPE 15284



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

