

Monitoramento da Concentração de Fosfina Durante o Expurgo de Grãos de Trigo com Uso da Recirculação e Redução da Dosagem de Fosfina¹

Márcio Leandro Martins Ketterer²; Irineu Lorini³

RESUMO

O expurgo é um método utilizado no mundo todo para o controle de insetos-praga que atacam grãos armazenados. O expurgo é realizado através da aplicação do gás de fosfina na massa de grãos ou a aplicação de pastilhas de fosfeto de alumínio (PH_3), que, em contato com a umidade relativa do ar, libera o gás fosfina. A fosfina deve permanecer entre a massa de grãos, com uma concentração mínima e por um período de tempo recomendado para ser eficaz. O objetivo deste trabalho foi de monitorar a concentração de fosfina durante o expurgo na massa de grãos de trigo, aplicada em diferentes dosagens em silos verticais e com auxílio da recirculação do gás durante o expurgo. Foram realizados quatro expurgos comparativos em grãos de trigo, sendo três com as dosagens de 9,0; 8,0 e 7,5 g/m³ do produto comercial contendo fosfina, com recirculação do gás durante o expurgo. Outro expurgo foi realizado com a dosagem de 9,0 g/m³ do produto comercial contendo fosfina, mas sem a recirculação do gás. Foram usadas pastilhas de fosfina de 3,0g do produto comercial, aplicados na parte superior do silo em todos os expurgos. Os resultados mostraram que a utilização da recirculação de fosfina, em expurgo de silos de concreto, se mostrou eficiente, alcançando níveis de concentração adequados para o controle eficaz de todas as fases dos insetos-praga, em todas as dosagens usadas. A aplicação da fosfina sobre a massa de grãos, sem a utilização da recirculação do gás fosfina, não se mostrou eficiente por não ter alcançado níveis mínimos de concentração, por um período mínimo de exposição.

Palavras-chave: expurgo; fosfina; recirculação do gás.

¹Trabalho publicado na PR Coop. Techn. Cient., Curitiba, v. 17, ed. esp. 26, p. 06-19. 2021.

²Engenheiro Agrônomo pela Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal de Garça/SP. Coordenador de Operações da Frisia Cooperativa Agroindustrial, Rodovia TO 080, km 46. CEP 77.600-000. Paraíso do Tocantins - TO. E-mail: marcio.ketterer@frisia.coop.br

³Engenheiro Agrônomo, PhD em Pragas de Produtos Armazenados. IL Consultoria Empresarial. Rua Caminho do Engenho, 160/603B, Itacorubi, 88034-300. Florianópolis, SC. E-mail: lorini.irineu@gmail.com

INTRODUÇÃO

O crescimento da população mundial demonstrou que em 1950 a população era de 2,53 bilhões de pessoas, 63 anos depois em 2013, este número atingiu os 7,16 bilhões, e segundo estimativa da ONU deve chegar a 11 bilhões em 2100. Com esta população no planeta, a demanda por alimentos aumenta e junto com esta, a necessidade de reduzir as perdas e evitar o desperdício por processos de produção e armazenamento (BORTOLAIA, 2011; BARNES, 2013).

Dentro do setor de armazenagem de grãos no Brasil, temos dois importantes pontos que indicam perdas. Perdas quantitativas que chegam até 20% do total de grãos produzidos, desperdiçados nos processos de colheita, de transporte e de armazenamento, e perdas qualitativas, as quais são as de maior importância por se tratar de perdas de aspectos relacionados à qualidade e nutrição dos grãos, grande parte das perdas qualitativas são causadas pelo ataque de pragas podendo atingir até 10% de perdas no volume de grãos (LORINI *et al.*, 2015).

No setor de armazenagem ocorrem diversas espécies de pragas como insetos, ácaros, roedores e pássaros. Os ácaros não tem participação expressiva nos danos aos grãos armazenados, estes se desenvolvem em más condições de armazenagem, grãos com presença de ácaros perdem seu valor nutricional, e a ingestão de rações infestadas por ácaros podem causar doenças animais (FARONI, 2000; LORINI *et al.*, 2011).

Os insetos tem a capacidade de promover a chamada infestação cruzada por causar danos na lavoura e em produtos armazenados; também possuem capacidade de alimentar-se de diferentes tipos de alimentos, não tendo êxito em promover a rotação de produtos armazenados, sendo essa habilidade na alimentação é chamada de polifagia (LORINI *et al.*, 2011).

Diferentes métodos de controle podem ser aplicados para o controle de pragas de grãos armazenados, dentre métodos biológicos físicos e químicos, há também a implantação de MIP (Manejo Integrado de Pragas). O método de controle químico através da utilização de inseticidas é o mais utilizado atualmente, podendo este método ser dividido em dois grupos de tratamentos, tratamentos preventivos com inseticidas líquidos aplicados junto à massa de grãos e curativos através de inseticidas fumigantes (LORINI *et al.*, 2010; 2015).

A fumigação ou expurgo é o método mais utilizado no mundo para o controle de insetos que atacam diferentes tipos de grãos armazenados. O expurgo é realizado através da aplicação do gás de fosfina na massa de grãos ou a aplicação de pastilhas de fosfeto de alumínio (PH_3), que em contato com o ar libera o gás de fosfina (PIMENTEL, 2006; LORINI *et al.*, 2015).

O gás de fosfina deve permanecer entre a massa de grãos com uma concentração mínima por um período de tempo recomendado e para isso o silo, graneleiro, porão de navio ou pilhas de sacarias devem estar devidamente vedados, sem vazamentos. Em silos e graneleiros esta vedação é feita com lonas de expurgo. O gás de fosfina é altamente tóxico. A concentração do gás fosfina é medida através de aparelhos específicos. Para que o expurgo seja eficaz no controle de insetos, alguns fatores são importantes,

como a vedação completa do local de expurgo, treinamento dos operadores, dosagens corretas seguindo a recomendação de concentração (ANTUNES *et al.*, 2011; LORINI *et al.*, 2011).

Para a aplicação das pastilhas de fosfina em silos, são empregados diferentes métodos, de acordo com a estrutura do local onde será realizado, podendo ser através de transilagem, sondas a vácuo e por recirculação do gás (LORINI *et al.*, 2015). A recirculação do gás fosfina durante o expurgo de grãos demonstrou ser eficaz no controle das pragas de produtos armazenados, facilitando e uniformizando a distribuição do gás em todas as partes da massa de grãos durante o expurgo (LORINI *et al.*, 2015; PILAR, LORINI, 2015; FERTONANI *et al.*, 2020; RODRIGUES *et al.*, 2020).

Para se obter um expurgo com resultados satisfatórios é necessário que a concentração do gás fosfina esteja por todo o local expurgado. Segundo LORINI *et al.* (2011) a concentração mínima para controle de todas as fases do inseto é de 400 ppm por um período mínimo de 120 horas.

O objetivo deste trabalho foi de monitorar a concentração de fosfina durante o expurgo na massa de grãos de trigo, aplicada em diferentes dosagens em silos verticais de concreto e com auxílio da recirculação do gás durante o expurgo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Unidade Armazenadora da Cooperativa Agroindustrial Agrária, situada no município de Guarapuava, PR, em silos verticais de concreto com capacidade estática de 1.800 toneladas.

Foram realizados quatro expurgos comparativos em grãos de trigo, sendo os três primeiros com as dosagens de 9,0; 8,0 e 7,5 g/m³ do produto comercial contendo fosfina, com recirculação do gás durante o processo de expurgo, e um quarto expurgo com a dosagem de 9,0 g/m³ do produto comercial contendo fosfina, sem a recirculação do gás. Foram usadas pastilhas do produto comercial de 3,0g cada, cada uma contendo 1,0 g do ingrediente ativo fosfina. Todas pastilhas foram aplicadas na parte superior do silo em todos os quatro expurgos. As pastilhas foram espalhadas uniformemente sobre a massa de grãos e cobertas com lona de expurgo transparente de 200 micras de espessura.

Foram instaladas mangueiras de PVC no interior do silo, junto aos cabos de termometria em profundidades de 1; 4; 7 e 10m da base do silo e uma na superfície da massa de grãos, sob a lona, para medição da concentração do gás fosfina durante os expurgos. A concentração do gás fosfina foi medida com uso de equipamento medidor de gás SILOCHEK, e as medições foram realizadas durante 10 dias consecutivos, sempre no mesmo horário, com a primeira leitura de concentração realizada 3 horas após início da liberação das pastilhas do expurgo.

Para recirculação do gás, foi usado um motor conectado a mangueiras de PVC flexível de duas polegadas, com sucção na parte superior do silo e insuflamento na parte inferior, junto ao duto de aeração. A recirculação foi responsável pela distribuição do gás fosfina liberado pelas pastilhas na parte superior do silo para a parte inferior. Isso fez que a distribuição do gás fosse uniforme em toda a massa de grãos no silo. O equipamento

ficou ligado durante 17 horas diárias, durante os 10 dias de avaliação. O sistema de aeração no período de expurgo ficou bloqueado para não ter risco de ser acionado.

Os resultados das medições da concentração de fosfina, em cada ponto de medição, na parte interna do silo, foram representados graficamente para verificação da distribuição do gás durante o expurgo dos grãos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os quatro expurgos realizados permitiram medir a concentração de fosfina na massa de grãos, demonstrando a distribuição do gás em cada ponto de medição nas diferentes profundidades da massa de grãos no silo (Figuras 1 a 4).

No primeiro silo expurgado, a dosagem do produto comercial contendo fosfina foi de 9,0 g/m³ com sistema de recirculação do gás durante todos os dias de expurgo. Na primeira medição com 3 horas da liberação das pastilhas no silo, somente o ponto a 1m da base do silo teve níveis de fosfina acima de 400 ppm. Concentrações acima de 400 ppm foram obtidas a partir de 24 horas da realização do expurgo, em todos os pontos de medição, e se mantendo acima durante as 240 horas (Figura 1). Segundo LORINI *et al.*, (2015), a exposição dos insetos ao gás fosfina, a pelos menos 400 ppm por 120 horas, é eficaz para o controle de todas as fases de vida, como ovo, larva, pupa e adulto.

O segundo expurgo foi realizado com dosagem de 8,0 g/m³, com sistema de recirculação do gás ligado. Na primeira leitura com 3 horas de expurgo, somente o cabo a 1m da base do silo teve níveis de fosfina acima de 400 ppm. Concentrações acima de 400 ppm, foram obtidas a partir de 24 horas da realização do expurgo, se mantendo durante as 240 horas em concentrações acima do recomendado (Figura 2).

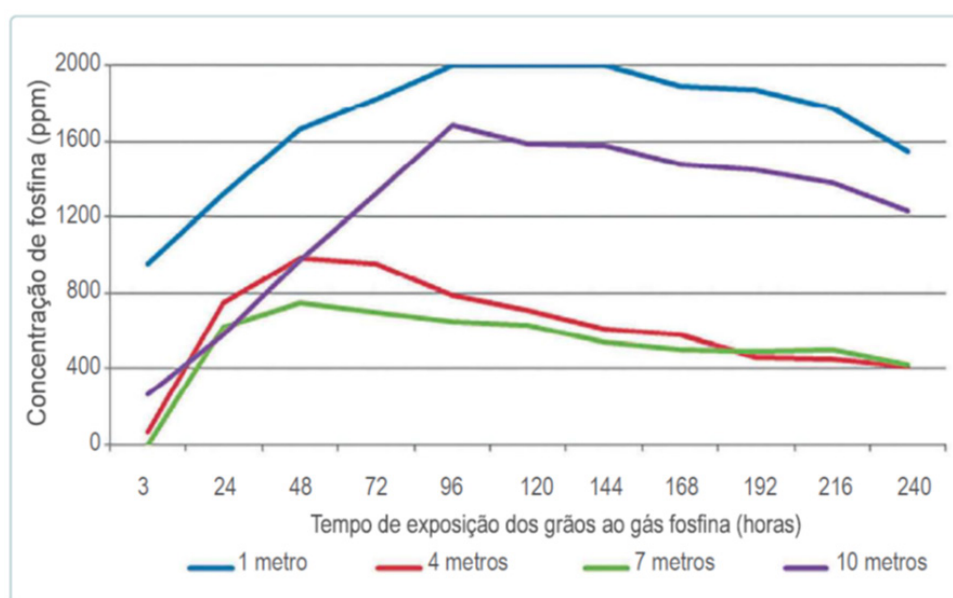


Figura 1. Monitoramento da concentração de fosfina em diferentes profundidades da massa de grãos, com distribuição das pastilhas na superfície, na dosagem de 9,0 g/m³ do produto comercial, com recirculação do gás durante o expurgo em silo de concreto. Agrária, Guarapuava, PR, 2014.

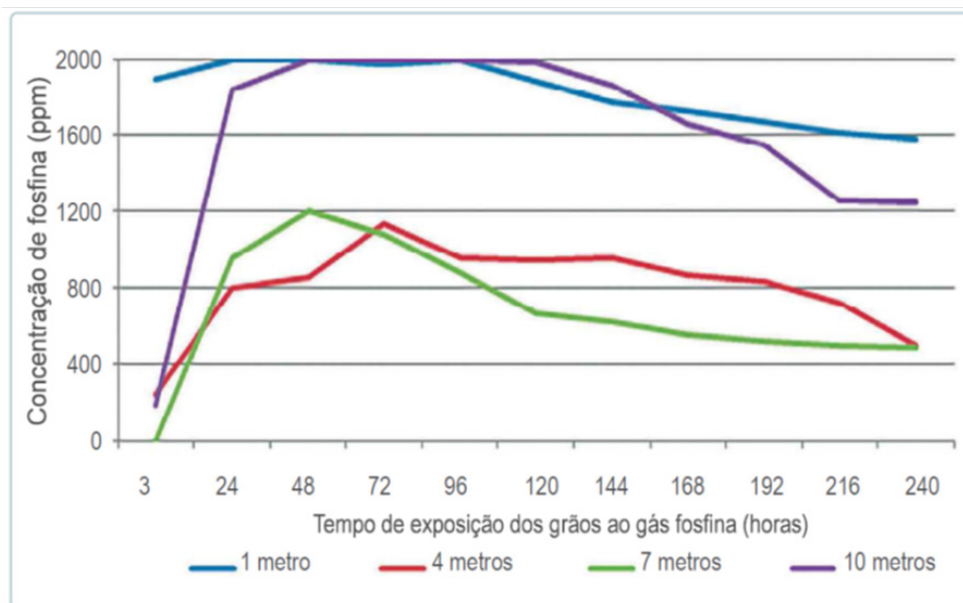


Figura 2. Monitoramento da concentração de fosfina em diferentes profundidades da massa de grãos, com distribuição das pastilhas na superfície, na dosagem de 8,0 g/m³ do produto comercial, com recirculação do gás durante o expurgo em silo de concreto. Agrária, Guarapuava, PR, 2014.

No terceiro expurgo realizado, a dosagem utilizada foi de 7,5 g/m³, utilizando o sistema de recirculação do gás fosfina (PH₃). Na primeira leitura com 3 horas de expurgo, somente o cabo a 1m da base do silo teve níveis de fosfina acima de 400 ppm. Concentrações acima de 400 ppm, foram obtidas a partir de 24 horas da realização do expurgo, se mantendo durante 9 dias (216 horas), com 240 horas os níveis de concentração nos pontos a 4 e 7 metros da base do silo obtiveram níveis abaixo de 400 ppm de concentrações (Figura 3).

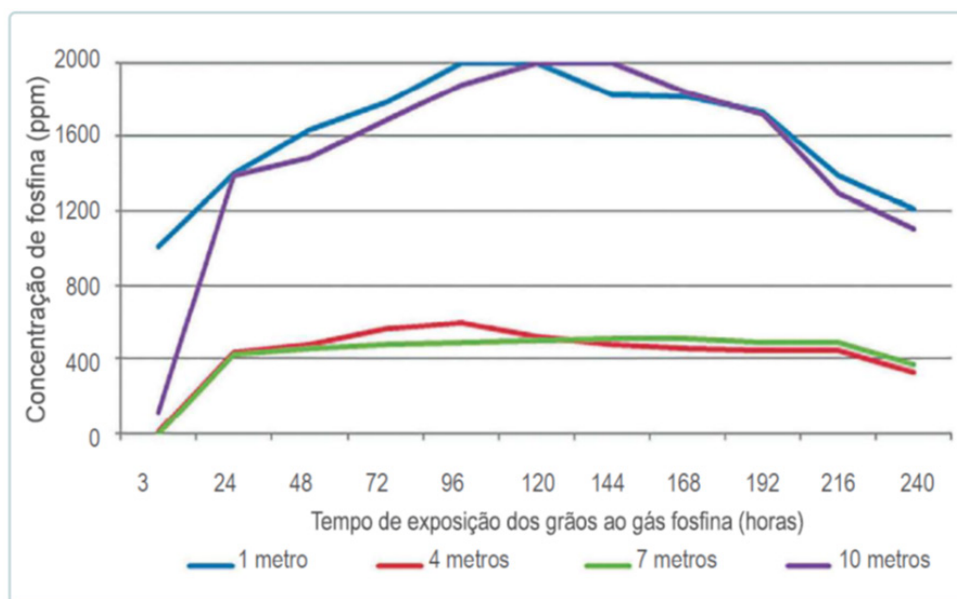


Figura 3. Monitoramento da concentração de fosfina em diferentes profundidades da massa de grãos, com distribuição das pastilhas na superfície, na dosagem de 7,5 g/m³ do produto comercial, com recirculação do gás durante o expurgo em silo de concreto. Agrária, Guarapuava, PR, 2014.

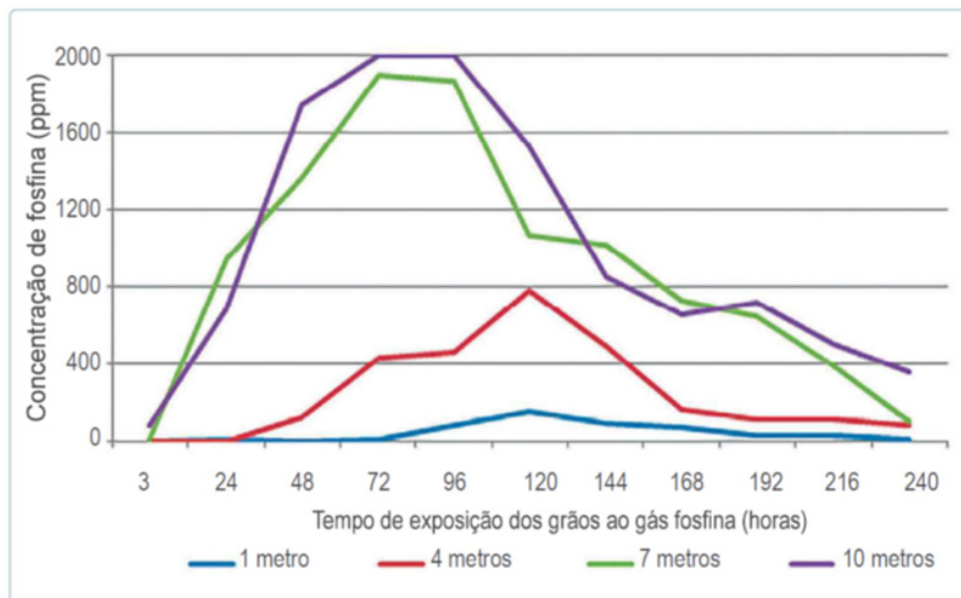


Figura 4. Monitoramento da concentração de fosfina em diferentes profundidades da massa de grãos, com distribuição das pastilhas na superfície, na dosagem de 9,0 g/m³ do produto comercial, sem recirculação do gás durante o expurgo em silo de concreto. Agrária, Guarapuava, PR, 2014.

No quarto expurgo foi utilizado a dosagem de 9,0 g/m³, sem o sistema de recirculação do gás fosfina. As pastilhas foram colocados sobre a massa de grãos e monitorado a concentração. A primeira leitura com 3 horas não se obteve nenhum ponto com concentração acima de 400 ppm, a partir de 24 horas os pontos localizados a 7 e 10 metros da base do silo obtiveram níveis acima de 400 ppm, o ponto localizado a 4 metros da base do silo alcançou níveis de 400 ppm com 72 horas, e o ponto localizado a 1 metro não alcançou o mínimo de 400 ppm em nenhum momento durante o período de expurgo (Figura 4).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da recirculação de fosfina em expurgo de silos de concreto se mostrou eficiente nos três expurgos, alcançando níveis de concentração satisfatórios e adequados para o controle eficaz de todas as fases do inseto, mesmo quando em doses menores que recomendado. A aplicação da fosfina sobre a massa de grãos sem a utilização da recirculação do gás fosfina não se mostrou eficiente, por não ter alcançado níveis mínimos de concentração, em todos os pontos do silo, por um período mínimo de exposição.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Aramis Lacerda Toledo e Edilson Lachouski da Cooperativa Agroindustrial Agrária pela colaboração na execução destes experimentos, agradecem a Cooperativa Agroindustrial Agrária por ter permitido a realização deste trabalho e o apoio para conclusão desta especialização.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, L. E. G.; FERRARI FILHO, E.; PIRES, P. D. S.; VIEBRANTZ, P. C.; GOTTARDI, R.; DIONELLO, R. G.; Controle de *Sitophilus zemeis* (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae) e *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Cucujidae) usando duas concentrações de gás fosfina com diferentes períodos de exposição, em grãos de milho armazenados. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**/Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, Porto Alegre, RS, v.17, n.2, p.167-172, 2011.

BARNES, H. **O crescimento da população mundial está fora de controle?** 2013. Disponível em: https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2013/09/130929_projecao_pop_mundial_an. Acesso em: 8 abr. 2021.

BORTOLAIA, L.A. **Modelagem matemática e simulação do processo de secagem artificial de grão de soja em secadores de fluxo contínuo.** 2011. 148f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós – Graduação em Engenharia Mecânica. Porto Alegre, jul, 2011. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/37388/000821562.pdf?sequence=1>. Acesso em 8 abr. 2021.

FARONI, L. R. A.; SILVA, J. S. S. Manejo de pragas no ecossistema de grãos armazenados. In: **Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas.** Viçosa-MG. Aprenda Fácil Editora. 2000. cap 15. p. 371-405.

FERTONANI, G. G.; RODRIGUES, M. A. A.; LORINI, I. Recirculação do gás fosfina durante o expurgo de grãos de trigo em silo metálico para controle de pragas de armazenamento. **Paraná Cooperativo Técnico e Científico**, Curitiba, PR, v. 16, ed. esp. 25, p. 6-17, 2020.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A.; HENNING, F. A. **Manejo Integrado de Pragas de Grãos e Sementes Armazenadas.** Brasília, DF: Embrapa, 2015. 81 p.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A.A. **Principais pragas e métodos de controle em sementes durante o armazenamento-Série Sementes.** Londrina, Pr, 12p, 2010. (Embrapa Soja, Circular Técnica 73).

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A.A. Monitoramento da liberação do gás PH₃ por pastilhas de fosfina usadas para expurgo de sementes. **Informativo ABRATES**, v. 21, n.3, 2011.

PILAR, F. R.; LORINI, I. Expurgo comparativo em silos metálicos com e sem vedação interna das chapas, e a recirculação de fosfina. **Paraná Cooperativo Técnico e Científico**, Curitiba, PR, v. 11, n. 128, ed. esp. 11, p. 27-36, 2015.

PIMENTEL, M. A. G. **Resistência a fosfina: magnitude, mecanismo e custo adaptativo.** Viçosa, MG, 2006. 67p. Tese (*Magister Scientiae*). Universidade Federal de Viçosa, 2006.

RODRIGUES, M. A. A.; FERTONANI, G. G.; LORINI, I. Monitoramento da dissipação do gás fosfina nas proximidades da Unidade Armazenadora durante o expurgo de grãos para controle de pragas de armazenamento. **Paraná Cooperativo Técnico e Científico**, Curitiba, PR, v. 16, ed. esp. 25, p. 18-31, 2020.