
Expurgo comparativo em silo metálico e armazém graneleiro com uso da recirculação do gás fosfina

● ISRAEL CAMPOS BERNARDES¹

● OSVALDO GARDIN²

● IRINEU LORINI³

Cooperativa
Coamo

Curso
Pós-graduação *Lato Sensu* em Pós-colheita de Grãos e a Segurança Alimentar
FAG – Sescoop/PR

Resumo

O expurgo ou a fumigação é uma técnica empregada para eliminar qualquer infestação de pragas em grãos e sementes armazenadas. O inseticida indicado para expurgo de grãos, pela eficácia, facilidade de uso, segurança de aplicação e versatilidade é o gás fosfina. Dentre as principais pragas que atacam os grãos armazenados estão os insetos *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus zeamais* e *Tribolium castaneum*, um dos mais importantes fatores responsáveis pelas perdas na pós-colheita. O expurgo é uma técnica empregada para eliminar qualquer infestação de pragas em grão e a distribuição homogênea do gás é de fundamental importância para que se atinjam todos os insetos. O objetivo deste trabalho foi de avaliar a eficácia da fosfina no controle das pragas de grãos armazenados, através do expurgo dos grãos em silos metálicos e armazém graneleiro, com uso da técnica de recirculação de fosfina com distribuição das pastilhas na superfície da massa de grãos. Foram realizados dois expurgos consecutivos em silo metálico com e sem recirculação, e dois expurgos em armazém graneleiro, com e sem recirculação da fosfina. Foi usado o equipamento da marca Draeger para a medição da concentração da fosfina conectado as mangueiras de sucção inseridas na massa de grãos do silo e do armazém. Os resultados mostraram que a distribuição do gás fosfina, em ambos expurgos com recirculação, foi uniforme, mantendo a concentração acima de 400 ppm durante o período mínimo de 120 horas, necessária para a eficácia do tratamento.

Palavras-chave: expurgo de grãos; recirculação de fosfina; silo metálico; armazém graneleiro.

¹Tecnólogo em Comércio Exterior pela FATEC-INTERNACIONAL. Pós-graduado em Pós-colheita de Grãos e Segurança Alimentar pela FAG. Coamo Agroindustrial Cooperativa. Rod. BR 466 Km 01, s/n Acesso a Manoel Ribas. 85260-000 Manoel Ribas/PR. E-mail: bernardes@coamo.com.br

²Tecnólogo em Processos Gerenciais pela UniCesumar. Pós-graduado em Pós-colheita de Grãos e Segurança Alimentar pela FAG. Coamo Agroindustrial Cooperativa. BR 466 km 01. Coamo Arroio Grande. 85200-000 Pitanga/PR. E-mail: ogardin@coamo.com.br

³Engenheiro Agrônomo. Doutor em Manejo Integrado de Pragas de Grãos Armazenados. (Integrated Pest Management on Stored Grain) na Universidade de Londres. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Embrapa Soja). Rodovia Carlos João Strass s/n - Distrito de Warta, Caixa Postal 231. 86001-970 Londrina/ PR. E-mail: irineu.lorini@embrapa.br

Comparative purge in silo and bulk warehouse with the use of phosphine gas recirculation

- ISRAEL CAMPOS BERNARDES
- OSVALDO GARDIN
- IRINEU LORINI

Cooperative
Coamo

Course
Postgraduate *Lato Sensu* in Post-Harvest Grains and Food Security
FAG – Sescoop/PR

Abstract

Fumigation is a technique employed to eliminate pest infestation in stored grains and seeds. The insecticide indicated for grain fumigation for its effectiveness, safe application and versatility is phosphine. The main pest infesting grain are *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus zeamais* and *Tribolium castaneum* causing the most important postharvest losses. The aim of this work was to verify the efficacy of the gas recirculation in the distribution of the phosphine during grain fumigation. Two experiments were made in a still silo and in a bulk warehouse, with and without phosphine recirculation. The first two grain fumigations were performed without gas recirculation and the others two with the recirculation system working with twelve hours intervals. To measure the phosphine concentration draeger equipment was used by connecting the small plastic tubes inserted in the grain mass of the silo and the bulk warehouse previously. The results showed that the gas concentration were better in the fumigation with recirculation of gas phosphine remaining above 400 ppm of PH₃ during the minimum period of 120 hours necessary for fumigation efficacy.

Keywords: grain fumigation, phosphine recirculation, still silo; bulk warehouse.

Introdução

São muitas as espécies de insetos-pragas que se encontram em produtos armazenados e seus derivados. Os insetos se desenvolvem em diversos tipos de ambientes, nos armazéns, em silos a granel, e em produtos ensacados, entre outros, com a proliferação de diversas espécies em produtos secos, e em ambiente escuros. (LORINI, et al., 2015)

As principais formas de controle são a limpeza com uso de água, lavando bem as estruturas que previamente foram varridas, aspiradas e todo o resíduo eliminado. Em seguida, é possível fazer a pulverização com o uso de inseticidas, em todo fluxo, como moegas, correias transportadoras, elevadores, máquinas de limpeza e pós-limpeza, no fundo dos silos e armazéns onde o produto será armazenado. Após isto, podem-se usar métodos de controle preventivo (físico ou químico) e curativo, que é o expurgo dos grãos (LORINI et al., 2015).

Se não houver um controle eficaz dos insetos que atacam os produtos armazenados podem-se ter sérios problemas, como: dificuldades em exportação de grãos e derivados, presença de insetos nos produtos já industrializados causando diversos transtornos no mercado consumidor, e efeitos negativos na saúde humana e animal.

O expurgo é uma técnica empregada para eliminar qualquer infestação de pragas em grãos mediante uso de gás. Deve ser realizada sempre que houver infestação no silo ou 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. O gás introduzido no interior da massa de grãos deve ficar nesse ambiente em concentração letal para as pragas. Por isso, qualquer saída ou entrada de ar deve ser vedada sempre com materiais apropriados, como lona de expurgo, não porosa (LORINI et al., 2013). O inseticida indicado para expurgo de grãos, pela eficácia, facilidade de uso, segurança de aplicação e versatilidade, é a fosfina. A temperatura e a umidade relativa do ar no armazém a ser expurgado, para uso da fosfina, são de extrema importância, pois determinarão a eficiência do expurgo.

Para que o expurgo seja eficiente, ou seja, para que todas as fases de vida do inseto sejam eliminadas, a concentração de fosfina deve ser mantida por no mínimo em 400 ppm por pelo menos 120 horas (LORINI et al., 2011; 2015). A distribuição homogênea do gás é de fundamental importância, para que todos os pontos da massa sejam alcançados, controlando assim todos os

insetos presentes no silo (LORINI, et al., 2002; 2010). A recirculação de fosfina durante o expurgo pode ser usada em silo metálico, onde proporcionará a eliminação de todas as pragas, nas suas diferentes formas do ciclo de vida, uniformizando a distribuição do gás em todos os pontos da massa de grãos de trigo ou milho.

O objetivo deste trabalho foi de avaliar a eficácia da fosfina no controle das pragas de grãos armazenados, através do expurgo dos grãos em silos metálicos e armazém graneleiro, com uso da técnica de recirculação de fosfina com distribuição das pastilhas na superfície da massa de grãos.

Materiais e métodos

O trabalho foi realizado em duas Unidades Armazenadoras da Coamo Agroindustrial Cooperativa, localizadas em Arapuã e Manoel Ribas, ambas no estado do Paraná.

O primeiro experimento foi realizado em um silo metálico, contendo 9.400 t (11.750 m³) de trigo, localizado na unidade da Coamo de Arapuã, PR. Com auxílio de sonda pneumática foram feitas três perfurações na massa de grãos, sendo uma junto ao cabo central da termometria e as outras duas perfurações no primeiro e segundo cabos de termometria laterais subsequentes, à direita do silo, formando assim um triângulo. Em cada uma das três perfurações introduziram-se três mangueiras de PVC, de cores diferentes, atadas em um cabo de aço, dispostas nas profundidades de 1,0 m; 8,0 m e 17,5 m, respectivamente.

Neste silo foram realizados dois expurgos, sendo o primeiro sem o acionamento do sistema de recirculação de fosfina e o segundo com o sistema de recirculação de gás fosfina. A fosfina foi colocada na superfície da massa de grãos, sob a lona de expurgo. Para facilitar a colocação das pastilhas de fosfina foram abertos, com o auxílio de rodos, pequenas depressões na superfície da massa de grãos, com profundidade aproximada de 20 cm, onde foram aplicadas as pastilhas de fosfina.

A quantidade total de fosfina aplicada foi de 99 kg, o que correspondeu a uma dosagem de 10,5 g de produto comercial por tonelada. Cerca de 90% das pastilhas de fosfina foram aplicadas na superfície da massa de grãos e 10% nos dutos de aeração e registros de descarga do silo. Para a vedação do expurgo no silo utilizaram-se lonas próprias de expurgo, fitas adesivas e “cobras de areia” como pesos auxiliares para fixar a lona.

A medição da concentração de fosfina foi realizada com auxílio de medidor de fosfina, modelo Draeger, com sensibilidade de 1,0 ppm e limite superior de medição de 2.000 ppm, pelo acoplamento do aparelho em cada mangueira instalada no silo. Após 3 horas do término do expurgo foi efetuada a primeira medição de concentração e 3 horas após esta a segunda medição. As demais medições foram efetuadas nos horários determinados das 9 e 16 horas, todos os dias, durante os 10 dias do expurgo.

Um segundo experimento foi feito em um armazém da unidade da Coamo de Manoel Ribas/PR. Neste armazém, o trabalho foi realizado em uma célula de armazenagem de 1.100 t de milho, onde foi usada a metodologia semelhante àquela descrita no primeiro experimento. O sistema de recirculação do gás fosfina foi instalado na superfície da massa de grãos com tubos em PVC de 50 mm de diâmetro, em formato de antena de TV, com vários furos de 4 mm na parte inferior do tubo, espaçados de 1,0 m. Foram feitas quatro perfurações na massa de grãos, com auxílio de uma sonda pneumática, sendo a primeira perfuração junto ao cabo central da termometria, a segunda próximo ao fosso central do armazém, a terceira junto ao cabo de termometria à direita da célula, formando uma triangulação, e a quarta perfuração junto à escada de acesso a célula. Em cada uma das quatro perfurações introduziram-se três mangueiras de PVC, de cores diferentes, atadas em um cabo de aço, dispostas nas profundidades de 1,0 m, 4,2 m e 8,2 m, na perfuração central; de 1,0 m, 5,4 m e 10,6 m no fosso do armazém; de 1,0 m, 2,4 m e 4,6 m no cabo da termometria a direita da célula, e no cabo da escada de acesso a célula. A quantidade total de fosfina aplicada foi de 9,9 kg, o que correspondeu a uma dosagem de 9,0 g de produto comercial por tonelada. Cerca de 90% das pastilhas de fosfina foram aplicadas na superfície da massa de grãos e 10% nos dutos de aeração da célula. Para a vedação do expurgo no silo utilizou-se lonas próprias de expurgo, fitas adesivas e “cobras de areia” como pesos auxiliares para fixar a lona.

Em ambos experimentos, na parte externa da célula ou silo, foi instalado o aparelho recirculador de fosfina que interligou o duto de aeração com a superfície da massa de grãos. Foram usadas mangueiras siliconadas com diâmetro de 50 mm, conectadas ao centro da tubulação na superfície entre a massa de grãos e a lona de expurgo da superfície. Esse sistema funcionou sem entrada de ar externo, ou seja, a recirculação foi retirando o gás fosfina da superfície para o duto de aeração. O recirculador permaneceu ligado por 12 horas a cada dia do expurgo.

Os resultados da concentração de fosfina em cada ponto de medição nas profundidades de cada mangueira instalada, em ambos os experimentos, foram registrados e representados graficamente para efeito de comparação dos sistemas com e sem recirculação de fosfina durante os expurgos de grãos.

Resultados e discussão

O resultado dos diferentes expurgos realizados nas duas unidades, em silo metálico e em armazém graneleiro, com a medição da concentração do gás fosfina, demonstrou ser o melhor caminho para se fazer um expurgo eficiente (Figuras 1 a 9). A distribuição da fosfina, medida em expurgos com e sem recirculação do gás, permitiu comparar com a referência técnica de 400 ppm de PH₃ por um período mínimo de 120 horas (LORINI et al., 2015).

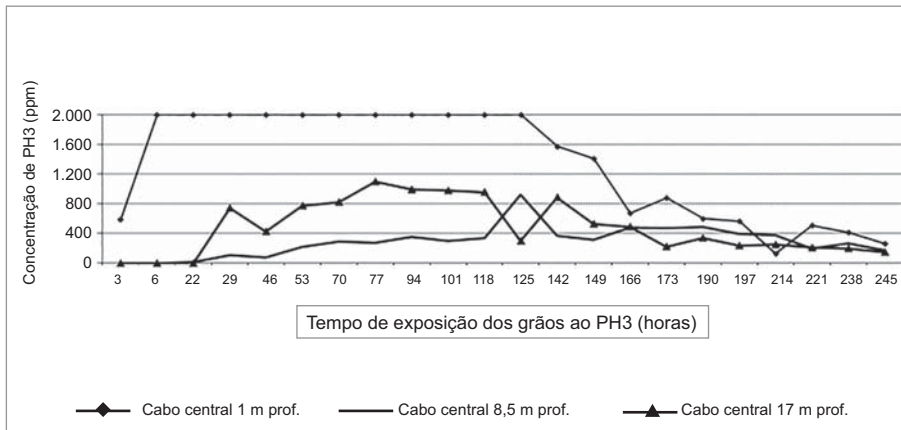
No primeiro expurgo, em silo metálico (Figuras 1 e 2) e em célula do armazém graneleiro (Figuras 6 e 7), em ambos experimentos sem recirculação da fosfina, houve liberação da fosfina nos diferentes pontos de medição da concentração, chegando à concentração superior aos 400 ppm em alguns momentos, porém com muita demora em atingir esta concentração mínima e dispersa no interior da massa de grãos, com dificuldade de manter os 400 ppm pelo período mínimo de 120 horas.

No segundo expurgo, em ambos os experimentos, realizado com recirculação da fosfina em silo metálico (Figuras 3 a 5) e em célula do armazém graneleiro (Figuras 8 e 9), a medição da concentração de fosfina ficou bem distribuída em toda massa de grãos, com concentração superior aos 400 ppm por mais de 120 horas, caracterizando o expurgo como eficiente para o controle de todas as fases das pragas de grãos armazenados.

A recirculação do gás fosfina na massa de grão proporciona melhor uniformização, fazendo com que o gás chegue a todos os pontos do silo ou armazém, ocupados com a massa de grãos, garantindo a eficácia do processo. Esta uniformidade de distribuição da fosfina permite eliminar todos os focos de pragas, o que minimiza a ocorrência de insetos resistentes ao gás fosfina, como já detectada em raças de *R. dominica* (LORINI et al., 2007).

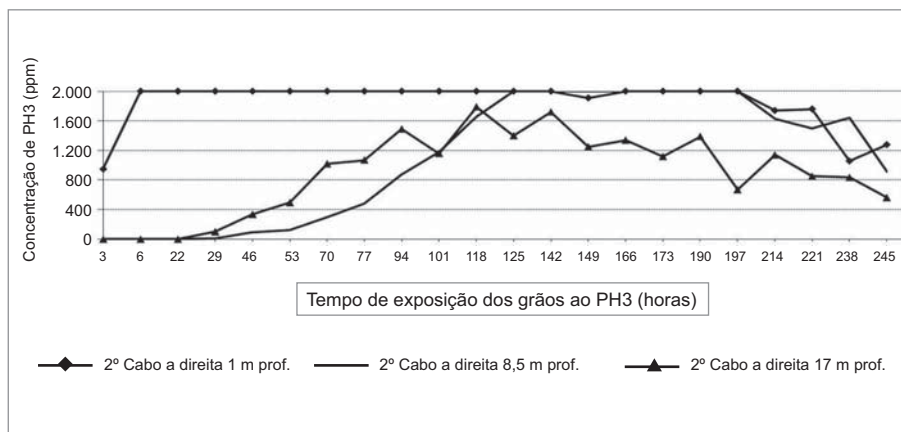
É possível conseguir sucesso no expurgo, porém, alguns detalhes devem ser seguidos com rigor, e um desses detalhes é a vedação, ou a hermeticidade, pois se houver vazamentos de gás o resultado do trabalho poderá ficar prejudicado, gerando mais gastos e retrabalho desnecessários. Uma boa verificação na lona e demais equipamentos é de extrema importância.

Figura 1 – Monitoramento da concentração da fosfina (PH3) medida em diferentes profundidades, durante o expurgo em silo metálico de 9.400 t, com distribuição das pastilhas de fosfina na superfície da massa de grãos sem circulação da fosfina. Coamo, Arapuã/PR, 2016



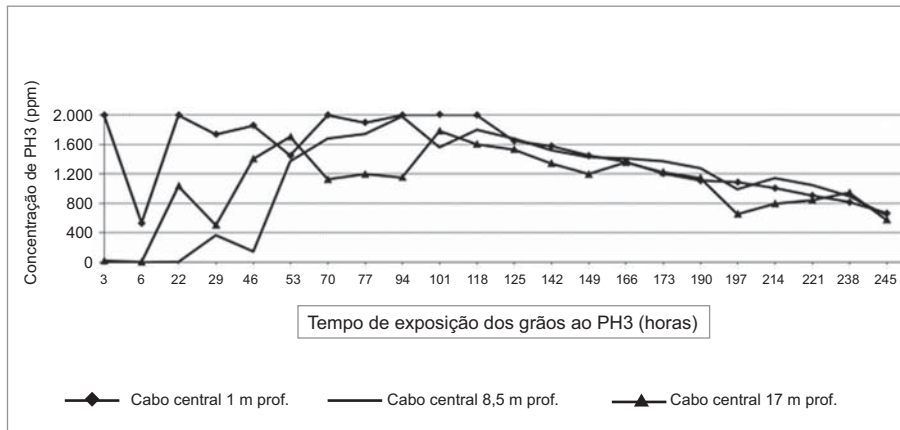
Fonte: Autores (2017)

Figura 2 – Monitoramento da concentração da fosfina (PH3) medida em diferentes profundidades, durante o expurgo em silo metálico de 9.400 t, com distribuição das pastilhas de fosfina na superfície da massa de grãos sem circulação da fosfina. Coamo, Arapuã/PR, 2016



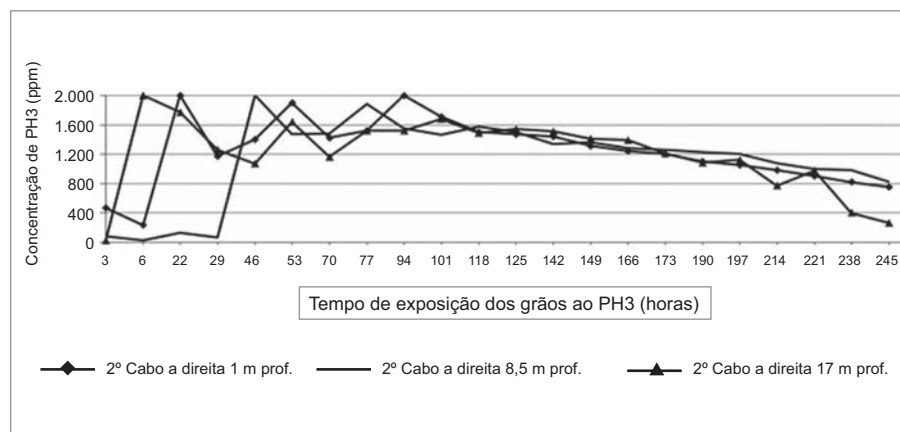
Fonte: Autores (2017)

Figura 3 – Monitoramento da concentração da fosfina (PH₃) medida em diferentes profundidades, durante o expurgo em silo metálico de 9.400 t, com distribuição das pastilhas de fosfina na superfície da massa de grãos com o sistema de recirculação da fosfina. Coamo, Arapuá/PR, 2016



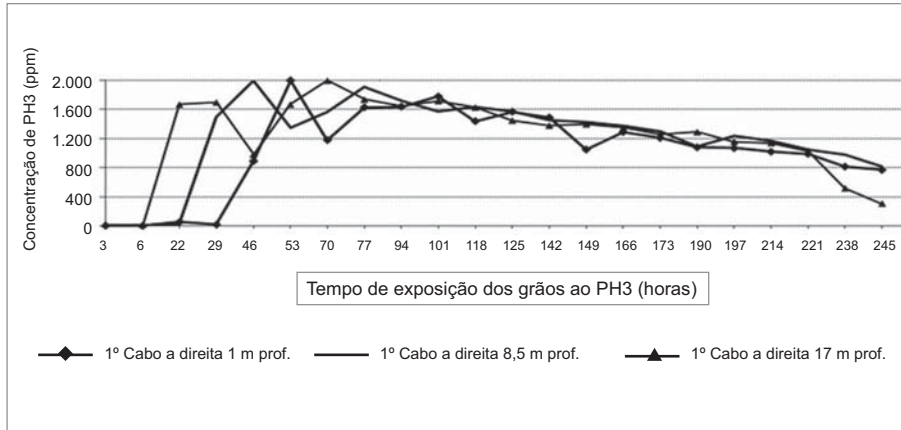
Fonte: Autores (2017)

Figura 4 – Monitoramento da concentração da fosfina (PH₃) medida em diferentes profundidades, durante o expurgo em silo metálico de 9.400 t, com distribuição das pastilhas de fosfina na superfície da massa de grãos com o sistema de recirculação da fosfina. Coamo, Arapuá/PR, 2016



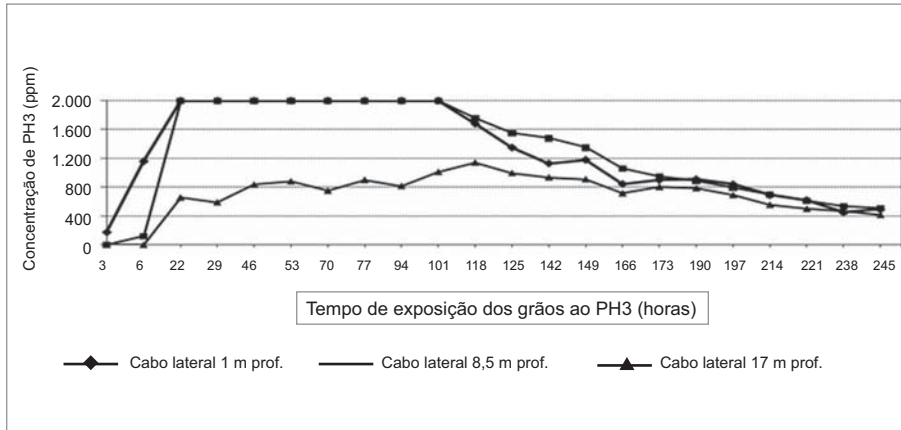
Fonte: Autores (2017)

Figura 5 – Monitoramento da concentração da fosfina (PH₃) medida em diferentes profundidades, durante o expurgo em silo metálico de 9.400 t, com distribuição das pastilhas de fosfina na superfície da massa de grãos com o sistema de recirculação da fosfina. Coamo, Arapuã/PR, 2016



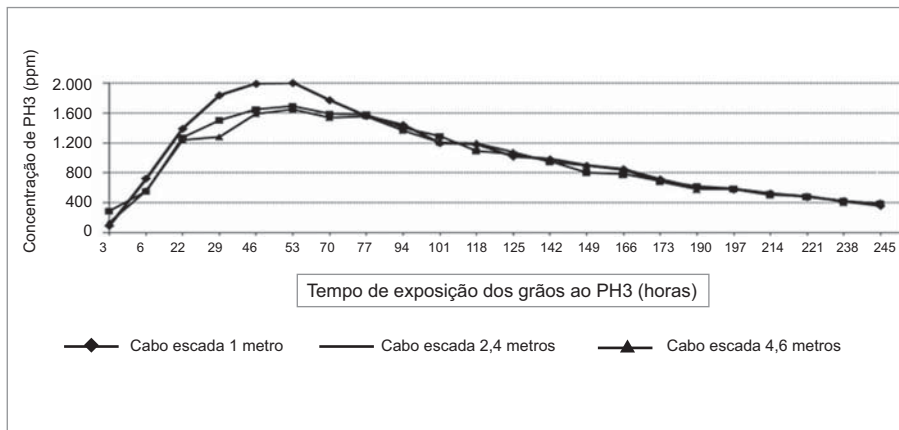
Fonte: Autores (2017)

Figura 6. – Monitoramento da concentração da fosfina (PH₃) medida em diferentes profundidades, durante o expurgo em armazém/célula de 1.100 t, com distribuição das pastilhas de fosfina na superfície da massa de grãos sem o sistema de recirculação da fosfina. Coamo, Manoel Ribas/PR, 2016



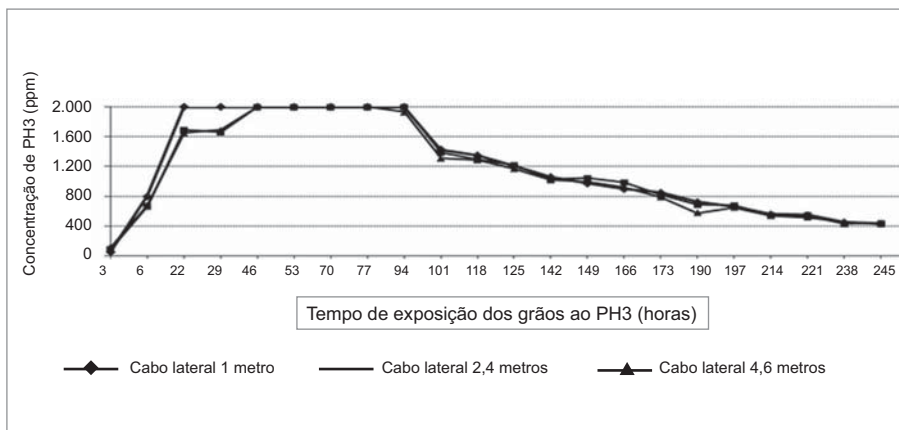
Fonte: Autores (2017)

Figura 7 – Monitoramento da concentração da fosfina (PH3) medida em diferentes profundidades, durante o expurgo em armazém/célula de 1.100 t, com distribuição das pastilhas de fosfina na superfície da massa de grãos sem o sistema de recirculação da fosfina. Coamo, Manoel Ribas/PR, 2016



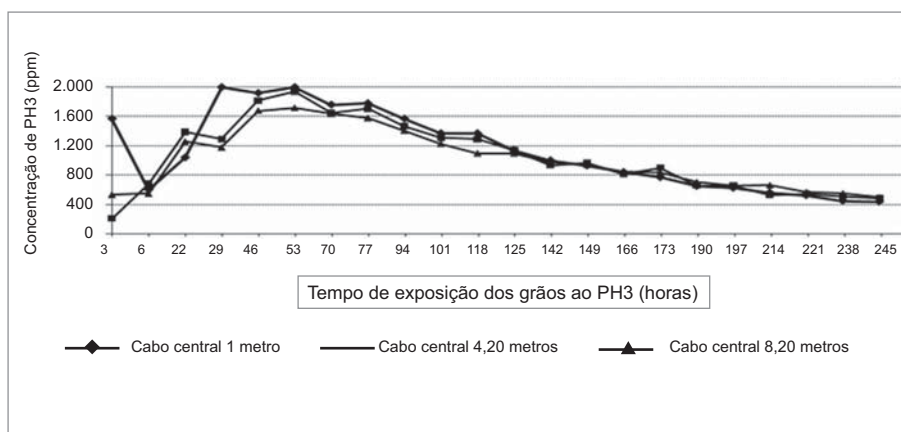
Fonte: Autores (2017)

Figura 8 – Monitoramento da concentração da fosfina (PH3) medida em diferentes profundidades, durante o expurgo em armazém/célula de 1.100 t, com distribuição das pastilhas de fosfina na superfície da massa de grãos com o sistema de recirculação da fosfina. Coamo, Manoel Ribas/PR, 2016



Fonte: Autores (2017)

Figura 9 – Monitoramento da concentração da fosfina (PH₃) medida em diferentes profundidades, durante o expurgo em armazém/célula de 1.100 t, com distribuição das pastilhas de fosfina na superfície da massa de grãos com o sistema de recirculação da fosfina. Coamo, Manoel Ribas/PR, 2016



Fonte: Autores (2017)

Considerações finais

O expurgo é uma técnica mundialmente usada no controle de pragas de produtos armazenados, e para eficácia do processo é necessário que a concentração do gás permaneça superior a 400 ppm pelo período mínimo de 120 horas em todos os pontos da massa de grãos. Esta foi conseguida mais rapidamente com a técnica de recirculação de fosfina durante o expurgo, que permitiu atingir a concentração necessária em menor tempo e de forma uniforme em toda massa de grãos, garantindo a eliminação de todas as formas de vida das pragas de produtos armazenados.

O controle de pragas nos silos e armazéns requer uma análise criteriosa do ambiente físico e das condições de higienização do armazenamento, visando prevenir a infestação de pragas nos grãos.

A metodologia adotada para esse trabalho permitiu, além da eficácia no controle das pragas, a agilidade do processo com diminuição do tempo de exposição dos operadores ao gás fosfina (PH₃), diminuindo os riscos de contaminação dos aplicadores.

Referências

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: Bostrychidae). **Pest Management Science**, v. 63, p. 358-364, 2007.

LORINI, I.; KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. **Expurgo da semente de soja com fosfina e seu efeito na qualidade fisiológica**. Série Sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 12p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 97).

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**, Londrina, PR, v. 21, n. 3, p. 57-60, 2011.

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

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.; MIIKE, L. H.; SCUSSEL, V. M. **Armazenagem de grãos**. Campinas: IBG, 2002. 983p.