

Uso da Recirculação de Fosfina (PH₃) na Prática de Expurgos em Silos Metálicos¹

01

Diego Van Helvoort Alves da Cruz¹; Irineu Lorini²

RESUMO

Visando avaliar o uso da recirculação de fosfina na prática de expurgo de grãos, em silos metálicos, para controle de insetos, combinado com a distribuição diferencial das pastilhas do gás na superfície e com sonda pneumática no interior da massa de grãos de milho, foi realizado este trabalho. Foram usados dois tipos de distribuição das pastilhas de fosfina: distribuição das pastilhas de fosfina no interior da massa de grãos com o auxílio de uma sonda pneumática, aplicando-se a dosagem em dois pontos no interior da massa de grãos até uma profundidade de 6,0 m, e distribuição das pastilhas de fosfina na superfície da massa de grãos, sob a lona de expurgo, em combinação com dois regimes de movimentação do gás fosfina: com e sem recirculação. As concentrações do gás foram medidas periodicamente durante o expurgo, com aparelho medidor de fosfina. Os resultados mostraram que a combinação de distribuição das pastilhas de fosfina na superfície da massa de grãos, sob a lona de expurgo, sem uso da sonda pneumática, com a recirculação da fosfina no interior do silo metálico, demonstrou ser a melhor opção para o armazenador, porque garantiu uniformidade e concentração necessária para eliminar todas as fases do ciclo de vida das pragas, e por permitir o menor tempo de exposição dos operadores diminuindo o risco de intoxicação.

Palavras chave: Recirculação de Fosfina, Distribuição de gás, Silo metálico, Expurgo.

¹Trabalho de conclusão do curso de Pós-Graduação Lato Sensu em Qualidade no Armazenamento de Grãos, da PUCPR - Campus de Toledo.

²Castrolanda Cooperativa Agroindustrial Ltda, Praça dos Imigrantes, 03, Colônia Castrolanda, Castro, PR. Caixa Postal 131, CEP 84.196-200. E-mail: diegov@castrolanda.coop.br

³Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Embrapa Soja). Rodovia Carlos João Strass Sn - Distrito de Warta, Caixa Postal 231, CEP86001 970 Londrina, PR. E-mail: irineu.lorini@embrapa.br

INTRODUÇÃO

Com o aumento populacional crescendo ano após ano, é grande a necessidade de se produzir cada vez mais alimento, segundo Lorini (2008), “é exigido que o grão colhido na lavoura seja mantido com o mínimo de perdas, quantitativas e qualitativas, até o consumo final”. Atualmente é grande a preocupação no controle de pragas em unidades armazenadoras (REZENDE, 2011). Uma vez infestada a massa de grãos deve passar pelo processo curativo, a fim de eliminar todos os insetos presentes na massa de grão, que é realizado por meio do expurgo ou fumigação. Para Celaro (2002) o “expurgo ou fumigação, é uma operação de controle de pragas, em que, em ambiente fechado, um inseticida sob forma gasosa produz uma concentração letal para uma determinada espécie”. Os inseticidas fumigantes por apresentarem características de excelente expansibilidade e, em muitos casos, não deixarem resíduos tóxicos, são uma eficiente solução para o controle das pragas (REZENDE, 2011).

A fosfina mata os insetos agindo no seu sistema respiratório, inibindo sua respiração (REZENDE, 2011). No método convencional de expurgo (com sonda pneumática) uma constante preocupação é a exposição dos colaboradores a fosfina, pois os mesmos permanecem por longos períodos realizando a distribuição das pastilhas, com isso aumentam a possibilidade de intoxicação ou até mesmo morte por exposição à fosfina. Segundo WHO o limite de exposição ocupacional para fosfina em vários países difere de 0,1 mg/m³ a 0,5 mg/m³, para um período prolongado de exposição, e até 1,5 mg/m³ para um curto período de exposição. O risco a que os colaboradores se envolvem inicia logo após a abertura do frasco contendo as pastilhas ou comprimidos, e segundo Lorini *et al.* (2011), os resultados mostram que a liberação do gás fosfina inicia logo após a disponibilização das pastilhas no ambiente.

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 (Daglish *et al.*, 2002). A recirculação de fosfina durante o expurgo foi usada com sucesso em silos de alvenaria, onde propiciou eliminação de todas as pragas, nas suas diferentes formas do ciclo de vida, uniformidade de distribuição do gás em todos os pontos da massa de grãos de trigo e economicidade do tratamento (SILVA *et al.* 2010).

Este trabalho teve o objetivo de avaliar comparativamente, o uso da recirculação de fosfina na prática de expurgo de grãos, em silos metálicos, para controle de insetos, combinado com a distribuição diferencial das pastilhas do gás na superfície e com sonda pneumática no interior da massa de grãos, visando eficácia, custos e segurança operacional.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em um silo metálico com capacidade para 1.000 t de grãos, que estava carregado com 886 toneladas (1.199 m³) de milho waxy pertencente à Castrolanda Cooperativa Agroindustrial Ltda, empresa situada na região Centro Sul do Estado do Paraná.

Quatro expurgos foram realizados neste silo ao longo do tempo, avaliando formas de aplicação e movimentação da fosfina durante o expurgo, representando os tratamentos. Os expurgos foram assim realizados: 1) distribuição das pastilhas de fosfina no interior da massa de grãos com o auxílio de uma sonda pneumática, aplicando-se a dosagem em dois pontos no interior da massa de grãos até uma profundidade de 6,0 m, sem nenhum uso de sistema de recirculação do gás fosfina; 2) mesma distribuição de pastilhas descritas no tratamento 1 acima, porém com uso do sistema de recirculação de fosfina, descrito abaixo; 3) distribuição das pastilhas de fosfina na superfície da massa de grãos, sob a lona de expurgo, sem nenhum uso de sistema de recirculação do gás fosfina; e 4) mesma distribuição de pastilhas descritas no tratamento 3 acima, porém com uso do sistema de recirculação de fosfina, descrito abaixo. Em todos os quatro expurgos foi usado a dosagem de 9,0 g/m³ de pastilhas contendo o gás fosfina. Desta dosagem total, 20% foram aplicados na parte inferior do silo, igualmente no ducto de aeração e rosca sem fim.

Para realização do sistema de recirculação do gás fosfina, foi instalado junto à parede externa do silo uma tubulação ligada a um motor-reductor, formando um circuito fechado de recirculação. O motor-reductor realizou a sucção do gás na superfície da massa de grãos dentro do silo e injetou no ducto de aeração na parte inferior do silo, realizando desta forma a recirculação do gás. O motor-reductor ficou ligado ao longo de todo expurgo.

Para comparação entre expurgos foi realizada a medição das concentrações de gás fosfina no interior do silo em diferentes profundidades. Para esta medição foram colocados antes do enchimento do silo, dois cabos de aço no sentido vertical do silo, um no centro e outro na lateral. Em cada cabo foram fixados cinco tubos de *nylon* para captar amostras de gás a profundidades de: 0,2 m; 3,65 m; 7,45 m e 11,25 m, todos no interior da massa de grãos. Foi adicionado um último tubo, na parte superior do silo, sobre a lona, com o objetivo de verificar possíveis vazamentos.

Para medição da concentração do gás foi usado um aparelho medidor digital de fosfina, marca UNIPHOS®, o qual faz leitura direta da concentração do gás PH₃ na amostra coletada pelos tubos, apresentando resultados em ppm de fosfina(PH₃). A primeira leitura em cada expurgo foi realizada três horas após o término da aplicação das pastilhas, e as demais em intervalos de 24 horas, ao

longo de 240 horas do expurgo.

Os resultados foram analisados e apresentados graficamente, juntamente com os custos de cada operação (base julho de 2012) e o tempo de exposição as gás pelos operadores, para permitir as comparações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os expurgos realizados permitiram medir a concentração de fosfina na massa de grãos, demonstrando a distribuição ao longo de dez pontos de medição do gás e a ausência de vazamentos significativos no silo metálico usado no experimento (Figuras 1 a 4).

O expurgo realizado com distribuição das pastilhas de fosfina no interior da massa de grãos com o auxílio de uma sonda pneumática, aplicando-se a dosagem em dois pontos no interior da massa de grãos até uma profundidade de 6,0 m, sem nenhum uso de sistema de recirculação do gás fosfina, demonstrou a desuniformidade na concentração de gás tanto entre os pontos do mesmo cabo de leitura, quanto aos pontos entre os cabos (Figura 1). Já havia liberação de gás com três horas da aplicação das pastilhas, porém com 24 horas a concentração tornou-se desuniforme no cabo lateral e assim se manteve ao longo do expurgo. No cabo central, após 96 horas o ponto de 11,25 m nos grãos sofreu uma redução de concentração mantendo-se até o final do expurgo. Mesmo assim, neste expurgo as concentrações de fosfina se mantiveram acima de 400 ppm por aproximadamente 120 horas. Neste expurgo o tempo operacional usado foi de 2 horas, sendo 25 minutos de exposição dos operadores ao gás fosfina. A temperatura média da massa de grãos e umidade média do grão de milho, durante o expurgo, foram de 20°C e 14,3%, respectivamente. O custo total das pastilhas contendo fosfina foi de R\$ 429,00 e o custo de investimento na sonda pneumática foi de R\$ 27.000,00.

Para o segundo expurgo realizado com distribuição das pastilhas de fosfina no interior da massa de grãos com o auxílio de uma sonda pneumática, aplicando-se a dosagem em dois pontos no interior da massa de grãos até uma profundidade de 6,0 m, com uso do sistema de recirculação de fosfina, obteve-se a homogeneidade na concentração do gás entre os pontos do próprio cabo de medição e entre os cabos. A concentração da fosfina foi elevada já com 3 horas após início da aplicação das pastilhas, atingindo 2.000 ppm com 24 horas, e se manteve elevada por todas as 240 horas do expurgo (Figura 2). Embora tenha ocorrido um decréscimo na concentração após as 120 horas, esta se manteve superior aos 400 ppm até as 240 horas de medição da concentração,

evidenciando um expurgo eficiente, que elimina todas as fases de vida (ovo, larva, pupa e adulto) das pragas de grãos armazenados (Daglish *et al.*, 2002). Neste expurgo o tempo operacional usado foi de 2 horas e 15 minutos, sendo 25 minutos de exposição dos operadores ao gás fosfina. A temperatura média da massa de grãos e umidade média do grão de milho, durante o expurgo, foram de 21°C e 14,3%, respectivamente. O custo total das pastilhas contendo fosfina foi de R\$ 429,00, custo de energia elétrica foi de R\$ 72,52, o custo de investimento na sonda pneumática foi de R\$ 27.000,00, e o custo de sistema de recirculação foi de R\$ 3.700,00.

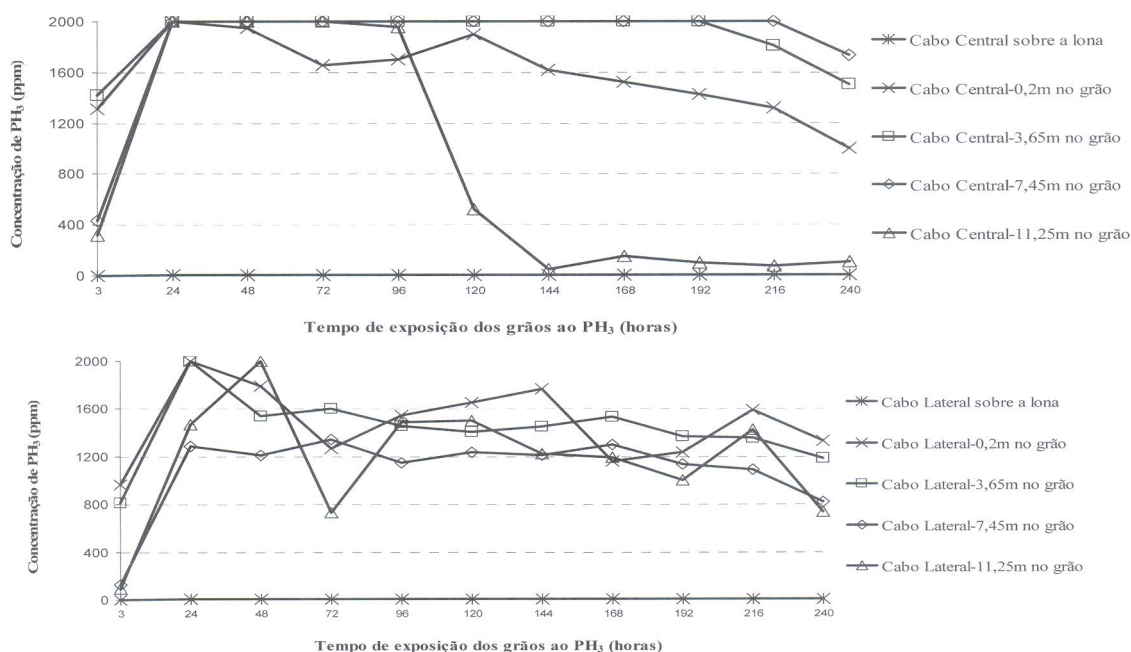


Figura 1. Monitoramento da concentração de fosfina (PH₃) durante o expurgo em silo metálico, com a distribuição das pastilhas de fosfina com o auxílio de uma sonda pneumática no interior da massa de grãos, sem o sistema de recirculação da fosfina. Castrolanda, Castro, PR, 2012.

O terceiro expurgo foi realizado com a distribuição das pastilhas de fosfina na superfície da massa de grãos, sob a lona de expurgo, sem nenhum uso de sistema de recirculação do gás fosfina, e as concentrações de gás não atingiram 400 ppm por 120 horas em todos os pontos de medição (Figura 3). No cabo central, após 96 horas, o ponto de 11,25 m nos grãos reduziu para menos de 400 ppm. Outro fator a ser considerado é a desuniformidade de concentração da fosfina entre os pontos de medição nas diferentes alturas do mesmo cabo e entre os cabos de medição. Com estes resultados encontrados não é possível garantir a eficiência do expurgo, pois poderá ter ficado pontos no interior da massa de grãos que a concentração abaixo dos 400 ppm não eliminou todas as

fases de vida das pragas. Neste caso, além da sobrevivência da praga no grão, pode ocorrer o início da resistência da praga a fosfina (LORINI et al. 2007). O tempo operacional de expurgo usado foi de 1 hora e 20 minutos, sendo 5 minutos de exposição dos operadores ao gás fosfina. A temperatura média da massa de grãos e umidade média do grão de milho, durante o expurgo, foram de 20°C e 14,3%, respectivamente. O custo total das pastilhas contendo fosfina foi de R\$ 429,00.

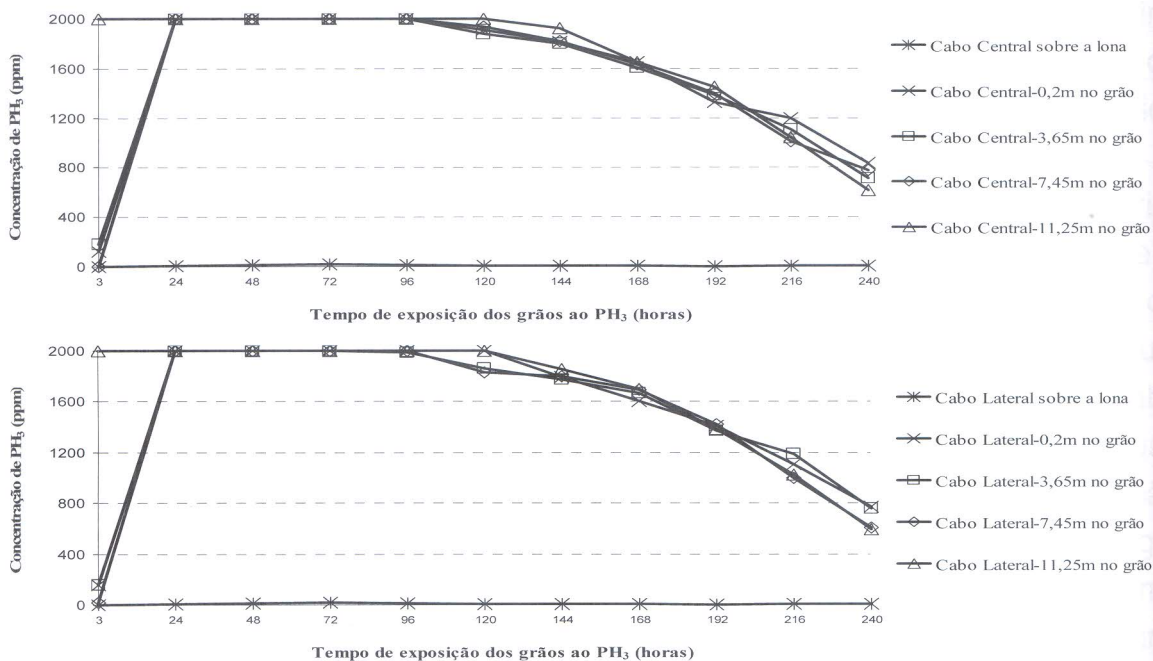


Figura 2. Monitoramento da concentração de fosfina (PH₃) durante o expurgo em silo metálico, com a distribuição das pastilhas de fosfina com o auxílio de uma sonda pneumática no interior da massa de grãos, com o sistema de recirculação da fosfina. Castrolanda, Castro, PR, 2012.

O quarto expurgo realizado com distribuição das pastilhas de fosfina na superfície da massa de grãos, sob a lona de expurgo, com uso de sistema de recirculação do gás fosfina, demonstrou que a concentração de fosfina atingiu 2.000 ppm em todos os pontos da amostragem 24 horas após liberação das pastilhas (Figura 4). Embora tenha ocorrido um decréscimo na concentração após as 120 horas, esta se manteve superior aos 400 ppm até as 240 horas de medição da concentração, evidenciando um expurgo eficiente, que elimina ovos, larvas, pupas e adultos das pragas de grãos armazenados (Daglish et al., 2002). O tempo operacional usado foi de 1 hora e 20 minutos, sendo 5 minutos de exposição dos operadores ao gás fosfina. A temperatura média da massa de grãos e umidade média do grão de milho, durante o expurgo, foram

de 20°C e 14,3%, respectivamente. O custo total das pastilhas contendo fosfina foi de R\$ 429,00, custo de energia elétrica foi de R\$ 72,52, e o custo de sistema de recirculação foi de R\$ 3.700,00.

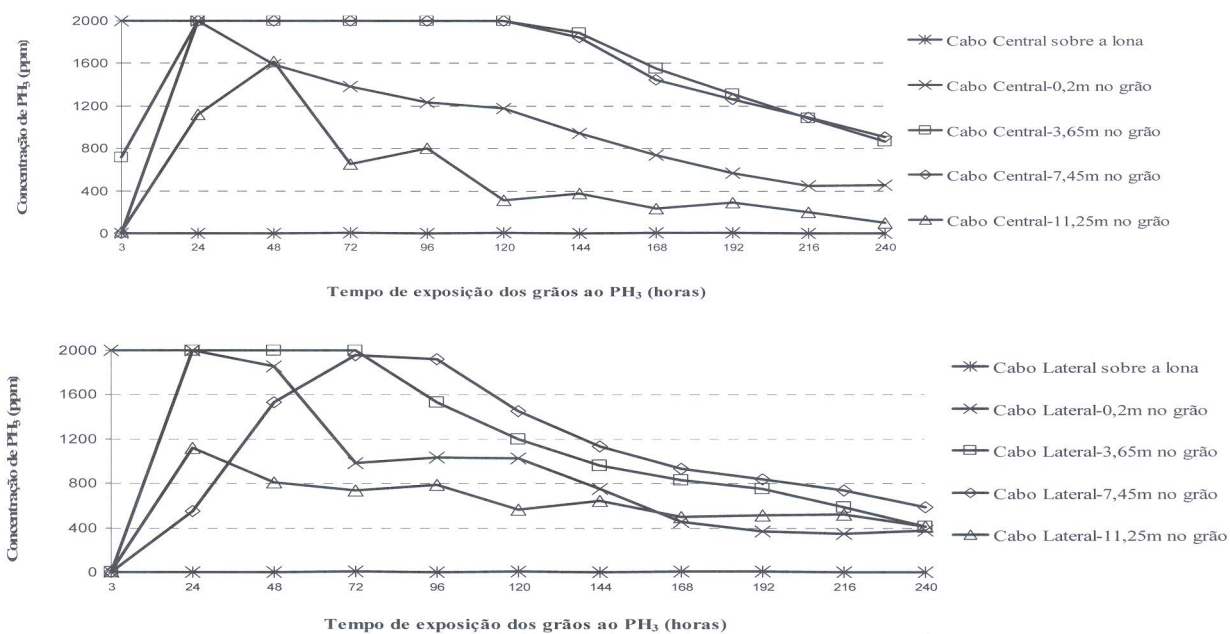


Figura 3. Monitoramento da concentração de fosfina (PH₃) durante o expurgo em silo metálico, com distribuição das pastilhas de fosfina na superfície da massa de grãos, sob a lona de expurgo, sem nenhum uso de sistema de recirculação do gás fosfina. Castrolanda, Castro, PR, 2012.

Considerando o tempo total de realizar o expurgo verificou-se que com a distribuição das pastilhas de fosfina na superfície da massa de grãos proporcionou um menor tempo total da operação, aproximadamente 33% de redução em relação a aplicação no interior da massa de grãos. Quando se compara o tempo de distribuição das pastilhas de fosfina somente, a redução do tempo é de 80%, comparando aplicação na superfície na massa de grãos com a sonda pneumática que libera fosfina a 6,0 m de profundidade no silo. Esta redução de tempo de exposição ao gás fosfina é altamente benéfica a saúde do operador que tem seu risco de intoxicação reduzido, mesmo usando os EPIs para a operação.

Também com o uso da recirculação de fosfina é possível garantir a concentração do gás fosfina em níveis acima de 400 ppm, por um período de 120 horas, que são as condições mínimas necessárias para que todas as fases

do ciclo de vida das pragas de grãos armazenados sejam eliminadas. Com a recirculação de fosfina, além desta condição ser atingida, verificou-se também a uniformidade da distribuição do gás em todos os pontos do silo.

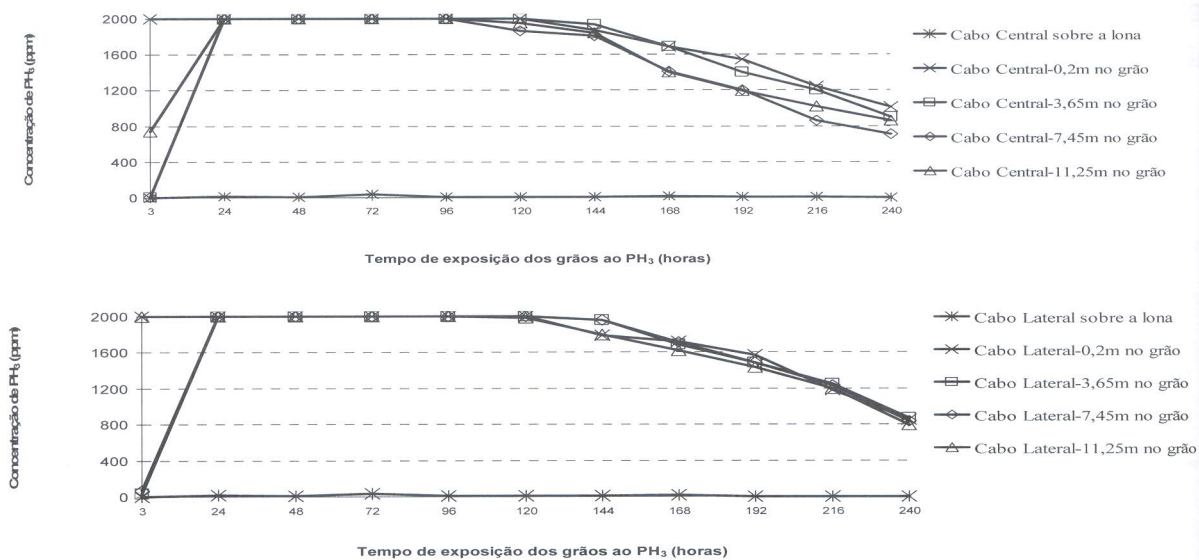


Figura 4. Monitoramento da concentração de fosfina (PH₃) durante o expurgo em silo metálico, com distribuição das pastilhas de fosfina na superfície da massa de grãos, sob a lona de expurgo, com uso de sistema de recirculação do gás fosfina. Castrolanda, Castro, PR, 2012.

A combinação de distribuição das pastilhas de fosfina na superfície da massa de grãos, sob a lona de expurgo, sem uso da sonda pneumática, com a recirculação da fosfina no interior do silo metálico, demonstrou ser a melhor opção para o armazenador, porque garantiu uniformidade e concentração necessária para eliminar todas as fases do ciclo de vida das pragas, e por permitir o menor tempo de exposição dos operadores diminuindo o risco de intoxicação com o gás.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio na realização deste trabalho aos colaboradores Douglas Rodrigues de Medeiros, Marcelo Ávila dos Santos e Leandro Sperandio da Castrolanda Cooperativa Agroindustrial Ltda.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, SP, 2002. IBG. p. 493-529.

DAGLISH, G.J.; COLLINS, P.J.; PAVIC, H., KOPITTKE, R. Effects of time and concentration on mortality of phosphine-resistant *Sitophilus oryzae* (L) fumigated with phosphine. **Pest Management Science**, v.58, p.1015-1021, 2002.

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

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.

REZENDE, Arnaldo Cavalcanti. Conservação de produtos armazenados: diferentes tipos de fumigação. **Grãos Brasil**, Maringá, n.48, p.09, mai./jun. 2011.

SILVA, A. M.; ARMANI, A.; FINKLER, V. V.; BIRCK, N. M. M.; LORINI, I. Recirculação de fosfina em silos de alvenaria para eficácia do expurgo. In: CONFERÊNCIA BRASILEIRA DE PÓS-COLHEITA, 05., 2010, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAPOS, 2010. p. 563-567.