

EFICIÊNCIA DE UMA FORMULAÇÃO À BASE DE FOSFETO DE ALUMÍNIO, TIPO SACHET, NO EXPURGO DE MILHO ENSACADO

T.B. Campos*, E.A. Bitran*, D.H. Felini**

RESUMO

Estudos de avaliação da eficiência da fosfina na proteção de milho ensacado, contra infestações do gorgulho *Sitophilus zeamais* Motschulsky foram conduzidos utilizando o fosfeto de alumínio sob a forma de sachet, em confronto com a formulação em pastilhas. A nova formulação é capaz de reter os resíduos da decomposição do fosfeto de alumínio, evitando o seu contato com a mercadoria expurgada. O trabalho experimental foi realizado em armazém da Cia. Itaú, em Santos-SP, utilizando-se lençóis plásticos de PVC na cobertura dos grãos ensacados. Nas condições do ensaio, pôde-se verificar que o produto em forma de sachet é uma alternativa no expurgo do milho ensacado, nivelando-se ao produto em forma de pastilhas. Tanto a formulação em sachet quanto em pastilhas controlou eficazmente as infestações de *S. zeamais*. Observou-se a manutenção das concentrações de fosfina em níveis significativos durante a fumigação, explicando eficiente controle da praga.

PALAVRAS-CHAVE: Milho ensacado; *Sitophilus zeamais*; fosfina; expurgo.

SUMMARY

EFFICIENCY OF PHOSPHINE GENERATED IN SACHET FOR THE FUMIGATION OF MAIZE IN BAG-STACKS - Efficiency tests of phosphine generated in sachet, in comparison with that in pellets, for the fumigation of maize in bag-stacks under plastic sheets, were carried out to control infestations of maize weevil *Sitophilus zeamais* Motschulsky. Product in sachet retains the residues of the decomposed aluminum phosphine thus avoiding its contact with fumigated commodity. Results showed that the sachet formulation is an alternative to the pellets, in the fumigation of bagged maize. Both products presented satisfactory control of the pest infestations. Significant levels of phosphine concentrations during fumigation were observed.

KEY WORDS: Bagged maize; *Sitophilus zeamais*; phosphine; fumigation.

INTRODUÇÃO

A fosfina é um gás fumigante amplamente empregado na conservação de produtos armazenados, obtida a partir do fosfeto de alumínio pela reação de hidrólise com a umidade do ar.

A descoberta do fosfeto de alumínio como inseticida ocorreu no início da década de 30 na Alemanha (9), porém, apenas pouco antes da década de 60 o seu uso foi divulgado na Europa e nos Estados Unidos. Com referência à introdução da fosfina no Brasil, destacam-se os estudos conduzidos no Instituto Biológico, por COUTINHO *et al.* (8) em 1961. Essas pesquisas serviram como ponto de partida para a fixação dos princípios básicos do emprego da fosfina no controle de pragas dos grãos armazenados, em nossas condições. A partir daí, várias pesquisas foram efetuadas por pesquisadores dessa instituição, contribuindo para o aprimoramento dos métodos

de controle de pragas na área de armazenamento de grãos. Destacam-se os trabalhos de BITRAN (1), BITRAN & KASTRUP (2), BITRAN *et al.* (3, 4, 5, 6, 7), PUZZI & ORLANDO (12) e PUZZI *et al.* (13). Ao lado desses trabalhos deve-se frisar a importância dos estudos elaborados por pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisas de Milho e Sorgo (CNPMS/EMBRAPA), na avaliação da ação da fosfina no expurgo de milho armazenado, citando-se publicações de SANTOS (15, 16) e SANTOS *et al.* (17).

A formulação de fosfina sob a forma de sachet já é conhecida há vários anos em outros países. Sua vantagem está em reter os resíduos de hidróxido de alumínio, um pó fino de coloração cinza, resultante da reação do fosfeto de alumínio com a umidade do ar, impedindo sua mistura com o material expurgado. Cabe citar, por exemplo, trabalho de REDLINGER *et al.* (14), nos Estados Unidos, que analisa a eficiência do

* Pesquisador Científico, Seção de Pragas das Plantas Alimentícias Básicas e Olerícolas, Instituto Biológico, C.P. 7119, CEP 01064-970, São Paulo - SP. Bolsista do CNPq.

** Engº Agrônomo, Casa Bernardo Ltda., São Vicente - SP.

produto Detia Gas EX-B, gerador de fosfina, acondicionado em saquinhos, na fumigação de lotes de trigo no interior de navios em trânsito.

Face às características de eficiência e fácil manuseio dos produtos geradores de fosfina, a introdução de novas formulações no mercado brasileiro apresenta boas perspectivas (7). A plena disponibilidade de fosfina de origem nacional afasta os inconvenientes da importação, contribui para a preservação dos grãos armazenados, além de estimular a competição por preços mais favoráveis.

Assim, para tornar viável a fabricação de uma nova formulação de fosfina, tipo sachet, já analisada em outros países, tornou-se necessário realizar um ensaio de avaliação de sua eficiência no expurgo de grãos armazenados. Portanto, o objetivo do trabalho foi estudar o fosfeto de alumínio, formulado em pó e acondicionado em saquinhos de papel (sachet)*, comparativamente ao produto formulado em pastilhas**, bem conhecido, visando ao combate do gorgulho *Sitophilus zeamais* Motschulsky, espécie mais nociva ao milho armazenado.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no armazém da Cia. Itaú, em Santos, durante o primeiro semestre de 1989.

De acordo com os dados do fabricante (Casa Bernardo Ltda.), há equivalência na composição dos defensivos confrontados (pastilhas x sachet) considerando que cada quilo de ambos os produtos comerciais contém 570g de fosfeto de alumínio (Al₃P) e libera 333,3g de fosfina (PH₃). A diferença manifesta-se no tipo de formulação, apresentando-se o Gastoxin sob a forma de pastilhas ou em comprimidos de 0,6g e sob a forma de sachet de 34g.

As doses de fosfina programadas no ensaio foram de 1g, 2g e 3g por m³ de câmara, durante períodos de 72, 96 e 120 horas de exposição dos grãos ao fumigante.

Para cada período de exposição, foram utilizadas 7 pilhas constituídas por sacos de aniação de 60kg, sendo cada pilha coberta por lençol plástico de PVC de 0,2mm. Tinha-se portanto, 7 tratamentos por tempo de exposição, correspondentes aos 2 produtos fumigantes e às 3 dosagens, além de uma testemunha. As pilhas de sacaria cobertas, ou seja, as câmaras de expurgo, variaram em volume de grãos, a fim de evitar o problema de aplicações fracionárias do

sachet. Assim, para as doses de 1g, 2g e 3g de PH₃ empregaram-se câmaras de 11,33m³, 5,67m³ e 3,78m³ respectivamente, utilizando-se a de maior volume também para a testemunha.

Em cada pilha, no interior de um dos sacos centrais, foram colocados 5 tubos de vidro, contendo milho com alta infestação de *Sitophilus zeamais*, à razão de 80g de material infestado por tubo. Esses tubos eram abertos e telados nas extremidades, possibilitando a natural penetração da fosfina em seu interior.

Ao fim de cada um dos períodos de exposição procedia-se à retirada dos tubos experimentais de dentro dos sacos, tendo por objetivo determinar o nível de mortalidade dos insetos adultos e dos estágios imaturos da praga. Inicialmente, o milho infestado contido nos tubos era peneirado com vista à separação dos insetos adultos e análise de sua mortalidade, através do confronto entre os gorgulhos originados do material submetido à fumigação e aqueles procedentes do material testemunha. A seguir, o milho peneirado (tratado e testemunha), era recolocado em tubos de vidro telados e mantido em sala de criação por 7 semanas, após o que era novamente peneirado para registrar os novos insetos adultos emergidos nesse período de criação. A eficiência dos produtos fumigantes sobre os estágios imaturos de *S. zeamais* era avaliada de acordo com o número de emergências observadas no material testemunha.

Foram feitas medições da concentração de fosfina nas câmaras, com um aparelho detector de gases Dräger, que consta, especialmente, de uma bomba de sucção que aspira o gás por meio de tubos de vidro graduados (tubos Dräger). Nesses tubos, a concentração de fosfina é determinada em ppm, variando o tipo de tubo de acordo com a maior ou menor presença prevista do fumigante. Para o procedimento de coleta das amostras de gases do interior das câmaras utilizaram-se tubos do tipo N3, que mede concentrações de fosfina variáveis entre 50 e 1000ppm e do tipo N1 para concentrações entre 150 e 3000ppm, tendo especial atenção às medições relativas a exposições de 72 horas.

No decorrer dos estudos de fumigação, a temperatura ambiente no local variou de 25° a 31°C, situando-se a umidade relativa do ar entre 65% e 89%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os produtos na forma de pastilhas e sachet mostraram-se plenamente eficazes no controle

* Gastoxin Sachet.

** Gastoxin Pastilha.

dos adultos de *S. zeamais*, observando-se 100% de mortalidade da praga em todas as doses empregadas e nos três períodos de exposição programados. Não houve interferência de fatores que pudessem por em dúvida esses resultados, considerando-se que os insetos adultos, oriundos da primeira peneiragem do material testemunha, encontravam-se vivos e normalmente ativos em sua maior parte. A eficiência da ação da fosfina sobre as formas adultas do gorgulho do milho,

através de doses usualmente recomendadas, já foi objeto de observação em outros estudos de fumigação de grãos ensacados, realizados sob a coordenação do Instituto Biológico, citando-se trabalhos de BITRAN & KASTRUP (2) e BITRAN *et al.* (4, 5, 6, 7).

Os resultados referentes à eficiência da ação do produto Gastoxin nas formas de pastilha e sachet sobre os estágios imaturos de *S. zeamais* são apresentados na tabela 1.

TABELA 1 — Porcentagem de eficiência da fosfina (Gastoxin em pastilhas e Sachet) no expurgo de grãos ensacados, visando o controle de estágios imaturos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky.

Doses de fosfina e períodos de exposição/horas	Número de emergências em relação aos tratamentos			Porcentagem de eficiência	
	Pastilhas	Sachet	Testemunha	Pastilhas	Sachet
1g/m ³ / 72	4	3	969	99,59	99,69
2g/m ³ / 72	0	0	969	100,00	100,00
3g/m ³ / 72	0	0	969	100,00	100,00
1g/m ³ / 96	4	2	701	99,43	99,71
2g/m ³ / 96	1	1	701	99,86	99,86
3g/m ³ / 96	0	0	701	100,00	100,00
1g/m ³ /120	3	2	812	99,63	99,75
2g/m ³ /120	0	0	812	100,00	100,00
3g/m ³ /120	0	0	812	100,00	100,00

De acordo com a tabela 1, verifica-se que os tratamentos com os produtos fumigantes tiveram um bom desempenho no controle dos estágios imaturos de *S. zeamais*, permitindo apenas um número reduzido de emergências na menor dose empregada. Assim, com 1g de fosfina por m³ de câmara, atingiu-se uma eficiência variável entre 99,43% e 99,75%, mostrando não haver praticamente diferenças na ação de controle das duas formulações testadas, seja sob a forma de pastilhas ou de sachet. As maiores doses levaram, de modo geral, ao completo controle da praga, embora haja ocorrido uma ocasional emergência com referência à dose de 2g de fosfina por m³, numa exposição de 96 horas, para ambos os produtos.

Os dados obtidos no controle de ovos, larvas e pupas mostram que a fosfina teve uma atuação um pouco superior, em confronto com outros resultados observados em ensaios de controle de *S. zeamais* em milho ensacado de autoria de BITRAN *et al.* (5,6,7), possivelmente em decorrência da utilização atual de populações menos tolerantes à ação do fumigante. Segundo SANTOS (16), doses de 1 ou 2g de fosfina por m³/72 horas controlam integralmente todos os ínstares

do gorgulho do milho, havendo sobrevivência de ovos ou pupas com o emprego de doses de 0,25 ou 0,50g/m³ aliás, esse autor alerta sobre a possibilidade de perda do gás por vazamento, o que reduziria as concentrações de fosfina no interior da câmara, com conseqüente perda de eficiência. Outros autores como TYLER *et al.* (18), MILLS (10), WINKS (19), PRICE & MILLS (11), referem-se ao problema da resistência de gorgulhos do gênero *Sitophilus* à fosfina, demandando maiores doses ou períodos de exposição mais prolongados.

No que concerne aos estudos de determinação da presença de fosfina no interior das câmaras de expurgo, os resultados mostraram que, após 24 horas de exposição, as concentrações derivadas dos tratamentos com as pastilhas de Gastoxin foram superiores àquelas originadas da aplicação do produto Gastoxin sachet. No entanto, com o decorrer do tempo de expurgo, começa a haver maior liberação da fosfina contida no sachet chegando, depois de uma exposição de 72 horas, a atingir níveis superiores de concentração do que aqueles observados em relação ao produto formulado em pastilhas.

Na tabela 2 estão registrados os dados médios das concentrações de fosfina, tendo em vista os tratamentos com pastilhas e sachet após 72 horas de exposição.

TABELA 2 — Dados médios da presença de fosfina, em decorrência da aplicação de Gastoxim (pastilhas e sachet) no expurgo de grãos ensacados.

Doses de fosfina m ³	Concentrações médias de fosfina em ppm das câmaras de expurgo após 72 horas	
	Pastilhas	Sachet
1g	495	570
2g	1.150	1.200
3g	1.445	1.590

As concentrações de fosfina determinadas no interior das câmaras de expurgo, após 72 horas, são consideradas bastante satisfatórias, contribuindo para confirmar a eficácia de ambas formulações sobre as infestações de *S. zeamais*. Os dados obtidos para a dose de 1g/m³, foram superiores àqueles observados por SANTOS *et al.*, (17), cujo registro mais marcante, após 72 horas do início de expurgo, não chegou a alcançar 400ppm. Há que se mencionar o fato que esses autores concluíram por um possível vazamento do gás, em seus estudos experimentais efetuados sob cobertura de lona plástica. No entanto, como no presente ensaio as lonas plásticas utilizadas eram novas e, as cobras de areia, além de novas, eram bem flexíveis e em grande número, pode-se justificar a maior concentração de fosfina no citado período.

Em conformidade com os índices de eficiência observados para a nova formulação sob a forma de sachet, comparativamente às pastilhas, além das concentrações de fosfina em níveis favoráveis ao controle da praga, pode-se afirmar que o produto Gastoxin sachet apresenta boas perspectivas de êxito no expurgo de milho armazenado. A sua fabricação e liberação de uso no Brasil, com vista ao tratamento de grãos armazenados, viria suprir, com maior amplitude, a disponibilidade de fosfina em nosso mercado.

CONCLUSÕES

Dentro das condições observadas no ensaio, pôde-se concluir o seguinte:

1. O inseticida fumigante, gerador de fosfina, formulado sob a forma de sachet, é uma efi-

ciente e promissora alternativa no expurgo de milho armazenado, nivelando-se ao produto em pastilhas.

2. A nova formulação de fosfeto de alumínio (sachet) controla eficazmente o ataque do gorgulho *Sitophilus zeamais*, em milho ensacado, especialmente a partir de doses de 2g de fosfina por m³ de câmara em exposição de pelo menos 72 horas.

3. A manutenção das concentrações de fosfina, em níveis significativos e favoráveis ao controle da principal praga do milho armazenado, confirma a boa perspectiva do uso do sachet no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BITRAN, E.A. Ensaios de avaliação da ação da fosfina na fumigação de milho armazenado em silos. *Rev. Bras. Armaz.*, Viçosa, 3(3):11-6, 1978.
2. BITRAN, E.A. & KASTRUP, L.F.C. Ensaios de avaliação da ação da fosfina na proteção de grãos armazenados. In: SIMPÓSIO SOBRE O COMBATE DAS PRAGAS DOS GRÃOS ARMazenADOS, 1., Porto Alegre, 1981. *Anais*.p.83-7.
3. BITRAN, E.A.; CAMPOS, T.B.; BARONI, O. A fosfina no combate ao gorgulho *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855, como praga de milho armazenado em silos de concreto. *Biológico*, São Paulo, 36:197-200, 1970.
4. BITRAN, E.A.; LAZZARINI, S.; MENDONÇA, P.P. Ação da fosfina sobre o gorgulho do milho em armazéns e silos. *Biológico*, São Paulo, 37:195-8, 1971.
5. BITRAN, E.A.; CAMPOS, T.B.; SANTIAGO, I.M. Avaliação da ação da fosfina na proteção de sementes de milho em sacos de papel Kraft multifoliados. *Rev. Bras. Sem.*, Brasília, 6(3):51-60, 1984.
6. BITRAN, E.A.; CAMPOS, T.B.; SUPPLY FILHO, N.; ISHIZAKI, T.; RESENDE, A.C. Avaliação da eficiência de uma nova formulação de fosfina no expurgo de grãos armazenados. *Biológico*, São Paulo, 50:149-56, 1984.
7. BITRAN, E.A.; CAMPOS, T.B.; RESENDE, A.C.; ISHIZAKI, T.; BERGMANN, E.C. Estudos comparativos sobre a eficiência de formulações de fosfina de fabricação nacional no expurgo do milho armazenado. *Biológico*, São Paulo, 51:197-203, 1985.
8. COUTINHO, J.M.; PUZZI, D.; ORLANDO, A. Emprego do fumigante fosfina (hidrogênio fosforado) no combate aos insetos dos grãos armazenados. *Biológico*, São Paulo, 27:271-5, 1961.
9. MARTIN, H. & WORTHING, C.R. (Ed.) *Pesticide manual*. 4. ed., Nottingham, British Crop Protection Council, 1974.p.11.
10. MILLS, K.A. Phosphine dosages for the control of resistant strains of insects. In: GASCA SEMINAR ON FUMIGATION TECHNOLOGY IN DEVELOPING COUNTRIES, Berkshire, Engl., 1986. p.119-31.

11. PRICE, L.A. & MILLS, K.A. The toxicity of phosphine to the immature stages of resistant and susceptible strains of some common stored product beetles, and implications for their control. *J. Stored Prod. Res.*, **24**:51-9, 1988.
12. PUZZI, D. & ORLANDO, A., Estudos preliminares sobre dosagem e tempo de exposição da "fosfina" no controle das pragas dos grãos armazenados. *Biológico*, São Paulo, **30**:5-10, 1964.
13. PUZZI, D.; NOGUEIRA, G.; RIGITANO, A.; BARONI, O. Estudos preliminares sobre o emprego da fosfina e Brometo de metila no expurgo do caruncho *Sitophilus oryzae*, em milho ensacado. *Biológico*, São Paulo, **32**:179-83, 1966.
14. REDLINGER, L.M.; DAVIS, R.; ZETTLER, J.L.; GILLENWATER, H.B.; LEESCH, J.G.; ZEHNER, J.M.; Mc DONALD, L.L. Comparison of two dosages of hydrogen phosphide for in-transit fumigation of wheat on a bulk dry-carg ship. *J.Econ.Entomol.*, **79**:1366-71, 1986.
15. SANTOS, J.P. Efeitos da fosfina sobre formas jovens e adultas do gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais*. In: SIMPÓSIO SOBRE O COMBATE DAS PRAGAS DOS GRÃOS ARMAZENADOS, 1., Porto Alegre, 1981. *Anais*. p.139-52.
16. SANTOS, J.P. Resistência de alguns instares do gorgulho e da traça do milho a dosagens de fosfina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 11., Campinas, 1987. *Resumos*. p.325.
17. SANTOS, J.P.; CAJUEIRO, I.V.M.; VILEFORT, A.C. Concentração da fosfina sob a lona plástica durante o expurgo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., Belo Horizonte, 1986. *Anais*.p.247-54.
18. TYLES, P.S.; TAYLOR, R.W.; REED, D.P. Insect resistances to phosphine fumigation in food warehouses in Bangladesh. *Int.Pest.Control.*, **25**(1):10-3,1983, *apud Trop. Stored Prod. Inf.*, **46**:83, 1983.
19. WINKS, R.G. Strategies for effective use of phosphine as a grain fumigant and the implications of resistance. In: INTERNATIONAL WORKING OF STORED PRODUCT PROTECTION, 4., Tel Aviv, Israel, 1986, *Proceedings, apud. Rev. Appl. Entomol., Ser.A*, **77**:655-6, 1989.