

# **INJEÇÃO DE GASES FOSFINA E CO<sub>2</sub> EM CÂMARAS DE EXPURGO VISANDO O CONTROLE DO SITOPHILUS ZEAMAI, EM TODAS SUAS FASES DE VIDA. INJEÇÃO DE GASES FOSFINA E CO<sub>2</sub> EM CÂMARAS DE EXPURGO VISANDO O CONTROLE DO *SITOPHILUS ZEAMAI*, EM TODAS SUAS FASES DE VIDA.**

Jamilton P. SANTOS<sup>1</sup>, Denilson S. SANTOS<sup>2</sup>, José T. JORGE<sup>3</sup> e Pedro H. F. TOME<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Embrapa Milho e Sorgo. Cx. Postal 151, 35701-970, Sete Lagoas, MG. E-mail: jamilton@cnpmis.embrapa.br. <sup>2</sup>Estudante. Doutorado. Unicamp. Campinas, SP. <sup>3</sup>Professor. FEAGRI. Unicamp. Campinas, SP. <sup>4</sup>Estudante. Doutorado. UFLA. Lavras, MG

Palavras chave: Grãos armazenados, Controle pragas, Fumigação, Fosfina, CO<sub>2</sub>,

Dentre os fatores que afetam o bom armazenamento de grãos a incidência de insetos e fungos assume primordial importância. Os danos causados por insetos às massas de grãos causam perda de peso, redução na qualidade final. Em casos extremos um lote de grãos atacados por pragas pode tornar-se inapto para consumo humano e até consumo animal devido ao alto grau de infestação e teor de toxinas nos grãos. Os principais inseticidas protetores aplicados em grãos armazenados no Brasil são o Pirimifós-metílico, fenitrotion, malathion, diclorvos e deltrametrina e permetrina (Santos 1992). Os inseticidas protetores são misturados ao grão e atuam por contato e/ou ingestão, eliminando insetos, porém correndo-se o risco de incorporar resíduos tóxicos aos grãos acima dos limites permitidos pela legislação. Outro fator é o surgimento de populações de insetos resistentes aos inseticidas. Com as sucessivas gerações e pressão seletiva sobre os insetos os inseticidas, gradativamente, perdem seu efeito sobre os insetos (Annis, 1990; Bond, 1990; Dyte, 1990).

A fumigação é a prática de se aplicar gases, fumaças e vapores, confinados em um ambiente hermético, com o propósito principal de desinfestação. O uso seguro e eficiente dos fumigantes depende, em parte, do conhecimento de suas principais propriedades físicas, químicas e biológicas. O brometo de metila e a fosfina são, ainda, os fumigantes mais utilizados contra pragas de grãos armazenados (Bond e Miller, 1988). Por exigir um equipamento especial para sua aplicação, ser absorvível pelo grão e por prejudicar a germinação de sementes, o brometo de metila teve sua utilização suplantada pela fosfina, que atualmente é o fumigante mais empregado no mundo para desinfestação de grãos armazenados. Todavia, a utilização de fosfina, muitas vezes de forma indevida, levou ao surgimento de populações de insetos resistentes e a detecção de resíduos de PH<sub>3</sub> em grãos expurgados com alto teor de umidade. A partir de tais fatos, fumigantes alternativos começaram a ser estudados (Santos, 1992). Além de facilitar a dispersão do gás fosfina pelo ambiente, o dióxido de carbono também possui a característica de potencializar a atuação deste gás, possibilitando a utilização de uma dose menor em relação à dose atualmente recomendada (Ren, O'Brien e Whittle, 1994; Desmarchelier e Wohlgemuth, 1983).

O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento de formulações gasosas de CO<sub>2</sub> : PH<sub>3</sub> injetadas em câmaras de expurgo por diferentes períodos de exposição visando o controle de todas as fases de vida do inseto *Sitophilus zeamais*.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Utilizou-se o milho BR-2121 (QPM), com teor de umidade de  $12,5 \pm 0,5\%$  para multiplicação dos insetos e em todos os testes. As câmaras de fumigação constituíram-se de

24 tubos de PVC de 25 cm de diâmetro com 30 cm de altura, soldados com solda PVC com fundo e tampas do mesmo material. No interior de cada câmara, foi instalada uma cruzeta de borracha visando proporcionar uma distribuição uniforme do fluxo de gás. A vedação foi realizada com silicone.

As amostras de milho infestadas pelas as fase em desenvolvimento (ovo, larvas, pupa e adultos). foram envolvidas por um tecido de malha fina para permitir o contato com as misturas de gases. Os períodos de fumigação foram de 48, 72 e 96 horas. As doses de fosfina utilizadas foram 100ppm (0,14 g/m<sup>3</sup>), 200ppm (0,28 g/m<sup>3</sup>), 400ppm (0,56 g/m<sup>3</sup>) e 600ppm (0,84 g/m<sup>3</sup>). As concentrações de dióxido de carbono utilizadas foram 10%, 20%, 30% e 40% de dióxido de carbono. Para se obter o gás fosfina puro, utilizou-se um apparatus descrito no procedimento n° 16 da FAO (1975). Após a injeção do dióxido de carbono no interior das câmaras, injetava-se a doses desejadas de gás fosfina utilizando-se seringas herméticas.

Após o período de exposição as amostras foram avaliadas até 40 dias após os testes, visando avaliar a emergência de insetos eventualmente sobreviventes. O delineamento estatístico utilizado foi o DIC, disposto numa estrutura fatorial (4 teores de CO<sub>2</sub> X 4 doses de fosfina X 3 períodos de exposição X 7 fases desenvolvimento do inseto). Para o cálculo da eficiência utilizou a fórmula de ABBOTT:  $EF (\%) = ((V_{\text{test}} - V_{\text{trat}}) / V_{\text{test}}) * 100$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

**Fase OVO:** No período de exposição de 48 horas, observou-se que as formulações constituídas unicamente por CO<sub>2</sub> não controlaram os ovos, enquanto as formulações constituídas por fosfina foram eficientes, exceto aquela de 100ppm. Por outro lado as combinações de CO<sub>2</sub> nos teores de 20% e 30% controlaram todos os ovos. No período de exposição de 72 e 96 horas apenas as formulações constituídas somente por CO<sub>2</sub> não foram eficientes no controle dos ovos de *S. zeamais* (Tabela 1)

**Fase de Larva:** Em todos os período de exposição as formulações que continham fosfina na sua constituição, sejam isoladas ou em misturas com dióxido de carbono, foram eficientes no controle de larvas, ao contrário do que ocorreu nas formulações constituídas unicamente por CO<sub>2</sub> (Tabela 2).

**Fase Pupa:** Esta fase mostrou-se mais tolerante ao efeito da mistura fosfina com CO<sub>2</sub>, pois no período de 48 horas somente se observou completa mortalidade de pupas quando se associou fosfina com teores de CO<sub>2</sub> acima de 30%. O período de 72 horas seguiu a mesma tendência enquanto que em 96 obteve-se melhor desempenho de todas as misturas de fosfina com CO<sub>2</sub>.

**Fase Adulto:** Esta fase mostrou-se a mais sensível ao efeito das misturas fosfina com CO<sub>2</sub>. Em todos os períodos de exposição observou-se que o adulto foi eliminado até pelas combinações de doses mais baixas. O tratamento com CO<sub>2</sub> a 40% foi igual às formulações com teores de fosfina e CO<sub>2</sub> mais elevados (Tabela 3). Este resultados concordam com aqueles reportados por (Bond (1990), Bengston *et Al.* (1990), Dyte (1990), Pacheco *et Al.* (1990), Willians e Whittle (1994).

## Conclusões

A utilização de misturas gasosas fosfina com CO<sub>2</sub> é uma alternativa tecnicamente viável no combate de pois a presença do CO<sub>2</sub> potencializa a ação da fosfina, criando melhor perspectiva para controle de populações de insetos que já apresentarem indícios de resistência à fosfina.. Os resultados evidenciam a possibilidade de reduzir-se a concentração

de fosfina e o do tempo de exposição.

**Tabela 1:** Eficiência<sup>1</sup> de misturas de CO<sub>2</sub> : PH<sub>3</sub> no controle de **OVOS** e **LARVAS** de *Sitophilus zeamais* em três períodos de exposição. Sete Lagoas, MG, 2000<sub>2</sub>.

% CO <sub>2</sub> : FOSFINA	OVO			LARVA I INSTAR		
	48 horas	72 horas	96 horas	48 horas	72 horas	96 horas
10 : 100	81,98c	100,00a	99,03a	100,00a	100,00a	100,00a
10 : 200	88,97c	99,69a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
10 : 400	87,34c	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
10 : 600	96,07b	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
20 : 100	79,25c	100,00a	100,00a	100,00a	99,72a	100,00a
20 : 200	94,69b	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
20 : 400	92,07b	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
20 : 600	95,79b	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
30 : 100	100,00a	99,29a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
30 : 200	100,00a	99,60a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
30 : 400	100,0a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
30 : 600	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
40 : 100	100,00a	98,15a	100,00a	100,00a	100,00a	99,78a
40 : 200	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
40 : 400	100,00a	99,38a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
40 : 600	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
0 : 100	97,10b	98,28a	96,99a	100,00a	100,00a	99,55a
0 : 200	99,63a	99,60a	99,01a	100,00a	100,00a	100,00a
0 : 400	98,92a	99,60a	99,54a	100,00a	100,00a	100,00a
0 : 600	98,95a	99,69a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
10 : 0	68,79d	52,47c	24,12d	65,38d	44,64d	58,49d
20 : 0	69,87d	60,10c	49,64c	62,99d	45,02d	70,63c
30 : 0	68,67d	65,12c	60,81c	76,04c	53,94c	66,05c
40 : 0	74,65d	78,88b	76,11b	81,06b	89,89b	82,73b
<b>Controle</b>	0,00e	0,00d	0,00d	0,00e	0,00e	0,00e

<sup>1</sup> Para cálculo da eficiência utilizou-se a fórmula de Abbott.

<sup>2</sup> Médias seguidas de mesma letra são iguais segundo o teste de Scott & Knott ao nível de 1% de probabilidade.

**Tabela 2:** Eficiência<sup>1</sup> de misturas de CO<sub>2</sub> : PH<sub>3</sub> no controle de **PUPAS** e **ADULTOS** de *Sitophilus zeamais* em três períodos de exposição. Sete Lagoas, MG, 2000<sub>2</sub>.

% CO <sub>2</sub> :	PUPA			ADULTOS		
	48 horas	72 horas	96 horas	48 horas	72 horas	96 horas
10 : 100	90,91b	99,21a	100,00a	99,63a	100,00a	100,00a
10 : 200	93,43b	97,16a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
10 : 400	95,04b	98,73a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
10 : 600	95,60b	99,62a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
20 : 100	93,14b	96,7b	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
20 : 200	95,26b	98,73a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
20 : 400	95,88b	98,97a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
20 : 600	96,14b	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
30 : 100	100,00a	100,00a	99,79a	100,00a	100,00a	100,00a
30 : 200	100,00a	100,00a	99,75a	100,00a	100,00a	100,00a
30 : 400	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00	100,00a
30 : 600	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
40 : 100	100,00a	100,00a	99,33a	100,00a	100,00a	100,00a
40 : 200	100,00a	100,00a	99,79a	100,00a	100,00a	100,00a
40 : 400	100,00a	99,79a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
40 : 600	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
0 : 100	98,26b	86,95c	99,75a	95,61a	100,00a	100,00a
0 : 200	98,90a	90,82c	99,79a	98,64a	100,00aa	100,00a
0 : 400	99,70a	99,60a	99,75a	99,28a	100,00a	100,00a
0 : 600	99,73a	99,60a	100,00a	100,00a	100,00a	100,00a
10 : 0	72,97c	75,63d	71,95b	36,18d	80,47b	77,91c
20 : 0	74,73c	78,42d	76,21b	87,21c	85,35b	85,96b
30 : 0	79,94c	79,15d	77,93b	88,16b	98,33a	98,77b
40 : 0	91,2c	80,61d	80,15b	99,62a	99,63a	100,00a
<b>Controle</b>	0,00d	0,00e	0,00c	0,00e	0,00c	0,00d

- 1 Para cálculo da eficiência utilizou-se a fórmula de Abbott.
- 2 Médias seguidas de mesma letra são iguais segundo o teste de Scott & Knott ao nível de 1% de probabilidade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENGSTON, M.; KOCH, K.; STRANGE, A.C. Chemical control methods. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED PRODUCT PROTECTIONS, 5., 1990, Bordeaux, France. **Proceedings...** Bordeaux, France, 1990. p.471-481. Editado por F. Fleurat-Lessard, P. Ducom.
- BOND, E.J. Current scope and usage of fumigation and controlled atmospheres for pest control in stored products. . In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED PRODUCT PROTECTIONS, 5., 1990, Bordeaux, France. **Proceedings...** Bordeaux, France, 1990. p.29-37. Editado por F. Fleurat-Lessard, P. Ducom.
- BOND, E.J.; MILLER, D.M. A new technique for measuring the combustibility of gases at reduced pressures and its application to the fumigant phosphine. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v.24, p. 225-228, 1988.
- DESMARCHELIER, J.M.; WOHLGEMUTH, R. Response of several species of insects to mixtures of phosphine and carbon dioxide. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF PRACTICE ASPECTS OF CONTROLLED ATMOSPHERE AND FUMIGATION IN GRAIN STORAGE, 1983, Perth, Western Australia. **Proceedings...** Amsterdam: Elsevier, 1984. p.75-81. Editado por B.E. Ripp.
- DYTE, C.E. Living with resistant strains of storage pests. . In: INTERNATIONAL

WORKING CONFERENCE ON STORED PRODUCT PROTECTIONS, 5., 1990, Bordeaux, France. **Proceedings...** Bordeaux, France, 1990. p.947-959. Editado por F. Fleurat-Lessard, P. Ducom.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Recommended methods for the detection and measurement of resistance of agricultural pests to pesticides 16. Tentative method for adults of some major pest species of stored cereals, with methyl bromide and phosphine. **FAO Plant Protection Bulletin**, Rome, v.23, n.1, 1975.

PACHECO, I.A.; SARTORI, M.R.; BOLONHEZI, S. Resistance to malathion, pirimiphos-methyl and fenitrothion in coleoptera from stored grains. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED PRODUCT PROTECTIONS, 5., 1990, Bordeaux, France. **Proceedings...** Bordeaux, France, 1990. p.1029-1036. Editado por F. Fleurat-Lessard, P. Ducom.

REN, Y.L.; O'BRIEN, I.G.; WHITTLE, C.P. Studies on the effect of carbon dioxide in insect treatment with phosphine. In: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED PRODUCT PROTECTIONS, 6., 1994, Cambera, Australia. **Proceedings ...** Wallingford: CAB International, 1994. v.1, p.173.177 Editado por E. Highley, E.J. Wright, H.J. Banks, B.R. Champ.

SANTOS, J.P. Controle de pragas de grãos armazenados. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. 19,1992. Porto Alegre, RS. **Conferências...** Porto Alegre: SAA, ABMS, EMATER/RS, EMBRAPA/CNPMS, CIENTEC, 1992. p. 191-209.