

Eficiência de CO₂ em Mistura com Fosfina no Controle de Ovos e Pupas de *Sithophilus Zeamais*

XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 01 a 05 de setembro de 2002 - Florianópolis - SC

SANTOS, JAMILTON P.¹, SANTOS, DENILSON. S.² & JORGE, JOSÉ. T.³.

¹Embrapa Milho e Sorgo. Rod. MG 424 Km 65. Cx. Postal 151, CEP 35701-970, Sete Lagoas, MG. E-mail: jamilton@cnpms.embrapa.br

Introdução

Os trabalhos de Bailey e Banks (1980) e por Banks et al.(1990) revisaram o tema sobre a eficácia da atmosfera controlada (AC) ou atmosfera modificada, visando o controle de pragas de grãos armazenados. Anis (1997) estudou efeitos de diferentes doses de CO₂, para controlar adultos de diferentes espécies de pragas de grãos armazenados. Banks e Anis (1990) compararam as doses de CO₂ em ambiente de baixo teor de O₂, em condições controladas, para combater insetos em sua fase adulta. Adler (1994) pesquisou o efeito da concentração de CO₂ em diferentes temperaturas, para controle de diferentes fases de desenvolvimento de *Sitophilus granarius* e concluiu que com 60% e 90% CO₂ é possível eliminar todas as fases de desenvolvimento deste inseto em 5 ou 7 dias., à temperatura de 25 °C, e a 30 °C, o tempo foi reduzido para 3 dias. O objetivo deste trabalho foi pesquisar eficiência de CO₂ em mistura com fosfina visando o controle de ovos e pupas de *Sithophilus zeamais*.

Material e Métodos

O material utilizado para criação de *S. zeamais* foi o milho BR-2121. Após o congelamento do grãos, para eliminar quaisquer infestação existente, eles foram colocados em potes de vidro de 800 g de capacidade e infestados com aproximadamente 1000 insetos. Após cinco dias, os insetos foram retirados do pote através de peneira e colocados em outro pote de 1000 ml, com milho também previamente congelado e limpo. Este procedimento foi repetido sete vezes para se obter as fases de ovo e pupas para os testes de fumigação.

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 fundos e tampas do mesmo material. Os testes de fumigação foram conduzidos em intervalos de 48, 72 e 96 horas. As doses de fosfina utilizadas foram 100 ppm, 200, 400 e 600 ppm que corresponde a 0,138 g/m³; a 0,28 g/m³; a 0,56 g/m³ e 0,834 g/m³ de fosfina, respectivamente. As concentrações de dióxido de carbono testadas foram de 10, 20, 30 e 40%.

As concentrações de dióxido de carbono foram elaboradas na dose exata, em cilindros de 45 kg pela White Martins Gases Industriais, que colaborou na cessão dos gases para o presente trabalho. Para se obter o gás fosfina puro, seguiu-se o procedimento n° 16 da FAO (1975), que se constituiu na inserção de um comprimido de Gastoxin (0,6 g) no interior de uma campânula de vidro, contendo uma solução de 3 litros de

água destilada com ácido sulfúrico a 5%. O comprimido de fosfeto de alumínio foi colocado no interior de um funil de vidro para que o gás fosfina, puro, resultante do contato do comprimido com a solução de H₂SO₄ (5%), preparada com água destilada, fosse direcionado para uma recipiente de vidro instalado no interior da campânula. O volume de gás fosfina gerado no interior do recipiente foi de 160 ml, em média. Para a captação das doses de fosfina, foram utilizadas seringas herméticas, com capacidades de 10ml, 25 ml e 50 ml. A medição da concentração de fosfina no interior das câmaras foi efetuada através de tubetes dräger. A medição da concentração de dióxido de carbono no interior das câmaras de fumigação foi realizada com o equipamento chamado "Bacharat", que se baseia no aumento de volume de um líquido em contato com dióxido de carbono.

Após os ovos e pupas terem sido submetidos ao expurgo por diferentes períodos, as amostras foram levadas para o laboratório e acondicionadas em recipientes plásticos de 100 ml, com tampa e armazenadas em câmaras de germinação com temperatura de $29 \pm 1^\circ\text{C}$ e 70 % de umidade relativa. As avaliações foram realizadas em dias alternados, visando a contagem de insetos que porventura sobreviveram à fumigação. As avaliações foram conduzidas por até 15 dias após o encerramento do ciclo normal dos insetos, tomando-se o cuidado de não se contabilizar uma segunda geração que pudesse se iniciar a partir de insetos adultos provenientes de ovos não eliminados. O delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado (DIC). Para a realização da análise estatística utilizaram-se os dados de sobrevivência transformados. Para os testes de médias, comparando-se as misturas gasosas, optou-se pela apresentação dos resultados na forma de eficiência de controle, com valores dados em porcentagem. Para o cálculo da eficiência utilizou a fórmula de ABBOTT (1925).

Resultados e Discussão

Controle de ovos

Exposição de 48 horas: No teor zero de CO₂, em combinação com 100, 200, 400 e 600ppm de fosfina, os resultados observados na eliminação de ovos, no período de exposição de 48 horas, não diferiram entre si (Tabela 1). O nível médio de controle obtido variou de 97,1% a 98,9%. Porém nas formulações com teor zero de fosfina o nível de controle da infestação de ovos foi de 68,8%, 68,7%, 69,9%, e 74,7%, na dose de 10, 20, 30 e 40% de CO₂, respectivamente. Estes dados são concernentes com os resultados já publicados. Nas formulações gasosas utilizando-se a dose de 10% de CO₂, em combinação com os diferentes teores de fosfina, nenhuma formulação proporcionou erradicação dos ovos neste período de exposição. Embora a mistura de 10% de CO₂ com 600ppm de PH₃ tenha obtido 96,1% de eficiência, de não diferir das doses mais altas. As combinações nas doses de 20% de CO₂ com 100, 200, 400 e 600ppm de fosfina, também não possibilitaram um completo controle dos ovos de *S. zeamais*. No período de exposição de 48 as combinações de 30% ou 40% de CO₂, com fosfina proporcionaram, 100% de controle nas quatro doses testadas.

Exposição de 72 horas: Mesmo mostrando, entre si, uma tendência de aumento (52,5% nas amostras com 10% de CO₂ para 78,9% nas amostras com 40% de CO₂), o nível de controle não foi adequado para uma recomendação de uso do CO₂, exclusivo. A eficiência da fosfina

aplicada isoladamente foi alta, proporcionando controle acima de 99,7 % dos ovos deste inseto. Com as formulações compostas (CO₂ + fosfina) se obteve, praticamente, 100% de eliminação de ovos (Tabela 1).

Exposição de 96 horas: Os resultados observados no período de exposição de 96 horas confirmam aqueles obtidos no período de exposição de 72 horas, onde ocorreu um controle excelente dos ovos. Todas as misturas gasosas, exceto a formulação 10% + 100ppm de fosfina, que apresentou 99,0% de controle, foram completamente eficientes na eliminação dos ovos de *S. zeamais* neste período de exposição (Tabela 1). Os resultados obtidos com as formulações isoladas de fosfina foram iguais aos das misturas. As doses isoladas de dióxido de carbono não proporcionaram efetivo controle, sendo o melhor resultado de 76,1% obtido na maior dose (40% de CO₂).

Controle de pupas

Exposição de 48 horas: No período de exposição de 48 horas as formulações que continham apenas o CO₂ apresentaram baixos níveis de controle das pupas (Tabela 2). As formulações singulares de fosfina, apesar de apresentarem resultados estatísticos semelhantes às formulações mais eficientes, não conseguiram erradicar as pupas. Este mesmo comportamento foi observado nas formulações compostas de fosfina com 10% e 20% de dióxido de carbono. Apenas as formulações compostas de fosfina com 30% e 40% de dióxido de carbono foram plenamente eficientes no controle das pupas.

Exposição de 72 horas: Os dados observados no período de exposição de 72 horas confirmaram aqueles do período de exposição anterior. Porém o maior tempo de exposição proporcionou maior eficiência de controle das formulações constituídas por fosfina com 10% e 20% de CO₂ (Tabela 2).

Exposição de 96 horas: No período de exposição de 96 horas todas as formulações que possuíam fosfina na sua composição, de forma isolada ou nas suas diversas combinações com o dióxido de carbono, foram eficazes no controle das pupas de *S. zeamais*, não diferindo entre si, conforme constatado pela análise estatística (Tabela 2).

Conclusão

Deste trabalho conclui-se que o CO₂ aplicado isoladamente até a dose 40% não eliminou por completo os ovos de *S. zeamais*. Por outro lado com a aplicação da fosfina, isoladamente, obteve-se resultados acima de 99% de eficiência no período de 72 horas nas doses de 200 a 600 ppm e de 100% no período de 96 horas para a dose de 600 ppm. Constatou-se sinergismo do CO₂ com fosfina, pois mesmo em doses baixas de CO₂ (10%) em combinação com doses baixas de fosfina (200 ppm), observou-se a completa eliminação dos ovos, nos períodos de 72 ou de 96 horas de exposição. Também constatou-se sinergismo do CO₂ com fosfina no controle de pupas, pois as misturas foram mais eficientes.

Referências Bibliográficas

ADLER, C. S. A comparison of the efficacy of CO₂-rich and N₂ –rich atmospheres against

the granary weevil *Sitophilus zeamais* (L) (Coleoptera: Curculionidae). IN: INTERNATIONAL WORKING CONFERENCE ON STORED PRODUCT PROTECTION. 6., 1994, Camberra, Australia. **Proceedings ...** Walligford: **CAB**, 1994, v 1, p11-15. 1. Editado por : E. Highley, E. J., Wright, H. J. Banks E B. R. Champ.

ANNIS, P. S. Toward rational controlled atmosphere dosage schedules – a review of the current knowledge. IN: **International Working Conference on Stored product Protection** , 4, . **Proceedings...** Maor-Wallach Press 1986. Tel Aviv, Israel, p 128-148. 1986. Editado por E Donahaye, e S. Navarro..

BAILEY, S.W.; BANKS, H.J. A review of recent studies of the effects of controlled atmospheres on stored products pests. IN: SHEJBAL, J. (ed.) **Controlled Atmosphere Storage of Grains**. Amsterdan, Elsevier, 1980. p.101-108.

BANKS, J. E P. S. ANNIS. Comparative advantages of high CO₂ and low O₂ types of controlled atmosphere for grain storage. IN: Calderon, M., and Barkai-Golan, R. , eds ., **Food preservation by modified atmospheres**. Boca Raton, CRC Press. Florida. USA.1990. p 93-122.

BANKS, H.J.; ANNIS, P.C.; RIGBY, G.R. Controlled atmosphere storage of grain: the know and the future. IN: **International Working Conference on Stored-Product Protection**, 5, Bordeaux, France, 1990, **Proceedings...**, Bordeaux, France, 1990. p. 695-706. Editado por F. Fleurat-Lessard, P. Ducom.

Tabela 1: Eficiência(%)₁ de misturas de CO₂ + PH₃ no controle de **OVOS** de *S. zeamais* submetidos a três períodos de exposição.

Gases		Período de exposição															
CO ₂ (%)	PH ₃ (ppm)	48 horas				72 horas				96 horas							
10 : 100		81,9			e f					99,7	a						
10 : 200		88,9		c d	e f					100,0	a						
10 : 400		87,3		d e f						100,0	a						
10 : 600		96,1	a b c d	e						100,0	a						
20 : 100		79,3			e f					100,0	a						
20 : 200		94,7	a b c d	e						100,0	a						
20 : 400		92,1	b c d	e						100,0	a						
20 : 600		95,8	a b c d	e						100,0	a						
30 : 100		100,0	a							99,3	a						
30 : 200		100,0	a							99,6	a						
30 : 400		100,0	a							100,0	a						
30 : 600		100,0	a							100,0	a						
40 : 100		100,0	a							98,2	a						
40 : 200		100,0	a							100,0	a						
40 : 400		100,0	a							99,4	a						
40 : 600		100,0	a							100,0	a						
0 : 100		97,1	a b c d							98,3	a						
0 : 200		99,6	a b							99,6	a						
0 : 400		98,9	a b c							99,6	a						
0 : 600		98,9	a b c							99,7	a						
10 : 0		68,8			f					52,5		c			24,1		c d
20 : 0		68,7			f					60,1	b c				49,6	b c	
30 : 0		69,9			f					65,1	b c				60,8	b	
40 : 0		74,7			f					78,9	b				76,1	b	

¹ Eficiência segundo Abbott (1925). Médias seguidas de mesma letra não diferiram segundo Tukey a 1% de probabilidade. ² Teste de médias obtido por $\sqrt{(x + 0,5)}$ dos dados originais.

Tabela 2: Eficiência¹ de misturas de CO₂ : PH₃ no controle de PUPAS de *S. zeamais* submetidos a três períodos de exposição.

CO ₂ (%) PH ₃ (ppm)	Período de exposição													
	48 horas				72 horas				96 horas					
10 : 100	90,9			e f				99,2	a				100,0	a
10 : 200	93,4		c d e					100,0	a				100,0	a
10 : 400	95,0		c d e					100,0	a				100,0	a
10 : 600	95,6	b c d e						100,0	a				100,0	a
20 : 100	93,1		d e					96,7	a b				100,0	a
20 : 200	95,3		c d e					98,7	a b				100,0	a
20 : 400	95,9	b c d e						98,0	a b				100,0	a
20 : 600	96,1	b c d e						99,6	a				100,0	a
30 : 100	100,0	a						94,7	a b c				99,8	a
30 : 200	100,0	a						98,8	a b				99,8	a
30 : 400	100,0	a						97,5	a b				100,0	a
30 : 600	100,0	a						98,3	a b				100,0	a
40 : 100	100,0	a						94,7	a b c				99,3	a
40 : 200	100,0	a						98,4	a b				99,8	a
40 : 400	100,0	a						97,2	a b				100,0	a
40 : 600	100,0	a						98,0	a b				100,0	a
0 : 100	98,3	a b c d						87,0	c				99,8	a
0 : 200	98,9	a b c						90,8	b c				99,8	a
0 : 400	99,7	a b						99,6	a				99,8	a
0 : 600	99,7	a b						99,6	a				100,0	a
10 : 0	73,0					g		65,6		d e			72,0	b
20 : 0	74,7					g		68,4		d			76,2	b
30 : 0	79,9				f g			69,2		d			77,9	b
40 : 0	91,2				f g			80,6		d			80,2	b

¹ Eficiência segundo Abbott (1925). Médias seguidas de mesma letra não diferiram segundo Tukey a 1% de probabilidade.

² Teste de médias obtido por $\sqrt{(x + 0,5)}$ dos dados originais. Dados transformados, DMS e CV na Tabela 7A (ANEXO).