

CONTROLE DE GORGULHO-DO-MILHO SUBMETIDO AO TRATAMENTO TÉRMICO

EDAR FERRARI FILHO¹, LUIDI ERIC GUIMARÃES ANTUNES¹,
ARNALDO TIECKER², RAFAEL GOMES DIONELLO³ e PIÉRRY SPOLTI⁴

¹Mestre em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, edarff@gmail.com, luidieric.antunes@gmail.com

²Mestrando em Fitotecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, tiecker@hotmail.com

³Professor Adjunto, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, rafadionello@hotmail.com

⁴Doutorando em Fitopatologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, pierrispolti@gmail.com

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.10, n.3, p. 196-204, 2011

RESUMO - O gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamays* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) é uma das principais pragas do milho (*Zea mays* L.) e de outros cereais armazenados no Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar a mortalidade de insetos adultos de gorgulho-do-milho em grãos de milho submetidos a baixas e altas temperaturas. Foram utilizados 500 g de milho, infestados com 30 insetos e utilizadas temperaturas de 3, 6, 9, 60, 70 e 80 °C. As avaliações de mortalidade nos tratamentos de 3, 6 e 9 °C foram realizadas aos 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias após a infestação e, para os tratamentos de 60, 70 e 80 °C, de 30 em 30 minutos, até atingir 100% de mortalidade. Foram determinadas a temperatura da massa de grãos, nos tratamentos de frio, e temperatura da massa, perdas de peso e umidade nos tratamentos de calor. Pode-se concluir que o tratamento térmico de grãos armazenados é uma interessante alternativa para o controle de pragas durante o armazenamento. Em temperatura de 3 °C, consegue-se atingir a mortalidade de 100% dos insetos em tempo inferior a 30 dias de exposição. Em altas temperaturas, os 100% podem ser atingidos rapidamente em minutos. Quanto maior a temperatura de aquecimento e menor o tempo de exposição dos grãos ao calor, menores foram as perdas de peso e umidade desses grãos.

Palavras-chave: manejo físico, pragas de grãos armazenados, *Sitophilus zeamays*.

CONTROL OF MAIZE WEEVIL THROUGH HEAT TREATMENT

ABSTRACT - The maize weevil, *Sitophilus zeamays* Mots. (Coleoptera: Curculionidae), is a major pest of maize (*Zea mays* L.) and other stored grains in Brazil. The aim of this study was to evaluate the mortality of adult insects of the maize weevil in maize grains subjected to low and high temperatures. Temperatures of 3, 6, 9, 60, 70 and 80 °C were used and 500 g of corn infested with 30 insects. Assessments of mortality in the treatments using 3, 6 and 9 °C were performed at 5, 10, 15, 20, 25 and 30 days after infestation and for treatments at 60, 70 and 80 °C, every thirty minutes until reaching 100% mortality. Temperature of grain mass in the cold treatment and temperature of mass, weight losses and moisture in the heat treatments were determined. It can be concluded that the heat treatment of stored grain is an interesting alternative to control pests during storage. At 3 °C, 100% mortality of insects can be achieved in less than 30 days of exposure. At high temperatures, 100% mortality can be achieved quickly, in minutes. As higher the heating temperature and shorter the exposure time to heat, smaller were weight losses and grain moisture.

Key words: physical methods of control, stored grain pests, *Sitophilus zeamays*.

O gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamays* Mots. (Coleoptera: Curculionidae) destaca-se como uma das principais pragas do milho (*Zea mays* L.) e de outros cereais armazenados, no Brasil, provocando perdas de peso dos grãos, desvalorização comercial, perda no valor nutritivo e diminuição no poder germinativo das sementes. O inseto possui grande número de hospedeiros, elevado potencial biótico, capacidade de penetração na massa de grãos e possibilidade de infestação tanto no campo como nas unidades de armazenamento, ocasionando danos, principalmente, aos grãos de milho, arroz (*Oryza sativa* L.) e trigo (*Triticum* spp.) (Gallo et al., 2002; Lorini, 2008).

O uso de inseticidas é um dos métodos de controle de pragas de grãos armazenados mais empregados na atualidade. Porém, vem apresentando restrições de uso, à medida que surgem problemas de resistência das pragas aos inseticidas (Lorini, 2008). Já existem documentadas 447 espécies de insetos e ácaros que desenvolveram resistência a um ou mais grupos químicos (Roush & Tabashnik, 1990).

A preocupação dos consumidores quanto à qualidade dos alimentos e com grãos “livres de resíduos” tem incentivado estudos relacionados a novas técnicas de controle de pragas. Dessa forma, métodos alternativos para o controle de insetos-praga de produtos armazenados têm sido amplamente investigados. A tecnologia de resfriamento artificial pode ser aplicada na conservação de sementes e de outros produtos destinados a mercados mais exigentes, que não toleram a presença de resíduos de ingredientes ativos, como os grãos especiais e orgânicos (Taylor, 1989; Longstaff, 1994).

A utilização de temperaturas altas, por apresentar praticidade e economicidade, além de ser uma forma não contaminante, mostra-se uma técnica

aplicável, por sua ação deletéria sobre ovos, larvas, pupas e insetos adultos. Essa técnica apresenta-se como uma alternativa de defesa de produtos vegetais, permitindo o controle de insetos-praga sem utilização de inseticidas que, muitas vezes, deixam resíduos tóxicos para o homem e animais (Baur, 1983).

O efeito da temperatura sobre o desenvolvimento e a reprodução dos insetos foi estudado por Howe (1965), Fields (1992), Subramanyam & Roesli (2000). Segundo Fields (1992), a temperatura ótima para o desenvolvimento da maioria das espécies de insetos de produtos armazenados situa-se em torno de 25 a 33 °C. A utilização da temperatura, tanto no aquecimento da massa de grãos na faixa de 55 a 65 °C, quanto no resfriamento de 14 a 16 °C ou abaixo, representa uma estratégia para reduzir o desenvolvimento de insetos. Contudo, a temperatura aplicada não pode causar efeitos adversos na qualidade dos produtos.

Temperaturas abaixo de um determinado limite podem causar a inativação e a destruição de enzimas ou de nutrientes com maior rapidez com que são sintetizados, afetando os processos metabólicos dos insetos. A exposição do inseto, em determinadas fases de vida, a baixas temperaturas pode fazer com que os danos acumulados se manifestem na fase seguinte do ciclo biológico (Howe, 1965). A morte do inseto, nessas condições, pode ser causada por acúmulo de produtos tóxicos, ausência de absorção de nutrientes, desidratação e injúria mecânica por cristais de gelo nos fluidos corporais (Mullen & Arbogast, 1983).

No limite superior, a altas temperaturas desestabilizam as membranas de fosfolípidios e as proteínas intracelulares são afetadas negativamente. A desinfestação térmica requer apenas que todas os grãos infestados de um determinado lote sejam aquecidos

a uma temperatura adequada letal/combinção de tempo, e esse é basicamente um processo simples (Fields, 1992).

O uso de temperaturas altas ou baixas para o controle de insetos-praga de grãos armazenados apresenta diversas vantagens, além da notória carência de pesquisas nesta área. O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia de baixas (3, 6 e 9 °C) e altas (60, 70 e 80 °C) temperaturas na mortalidade de adultos de gorgulho-do-milho em grãos de milho e determinar a perda de matéria-seca e de água, nos tratamentos de altas temperaturas, e a temperatura da massa de grãos, para ambos os tratamentos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Plantas Forrageiras e Agrometeorologia da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em Porto Alegre, RS, Brasil, no período de junho a agosto de 2010.

Os adultos de *S. zeamays* utilizados no experimento foram provenientes da criação mantida no Laboratório de Entomologia, em sala climatizada (25 ± 5 °C e 60 ± 10% UR), com idade de 20 a 50 dias, não sexados. O milho foi cultivado na Estação Experimental Agrônômica da UFRGS, no município de Eldorado do Sul, RS, Brasil.

Para os tratamentos de baixas temperaturas, foram utilizados 500 g de grãos de milho infestados com 30 insetos por repetição e acondicionados em recipientes de vidro com capacidade de 3.000 ml, envoltos na parte superior com tecido do tipo “voile”, para facilitar a penetração do ar frio e a respiração dos insetos, e fixados com elástico tipo látex. Os tratamentos consistiram no acondicionamento dos

frascos com milho infestado, em três temperaturas (3, 6 e 9 °C), durante 30 dias. Os grãos foram mantidos sob ar frio ininterruptamente, através do sistema de resfriamento de uma Câmara Incubadora do tipo B.O.D., modelo 347. FG da marca Fanem.

Aos 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias após a infestação foram realizadas avaliações de mortalidade dos insetos adultos, através de peneiragem dos grãos e contagem do número de adultos mortos e vivos, sendo que os insetos vivos retornavam para os recipientes, e eram colocados novamente na câmara tipo B.O.D. A umidade dos grãos foi determinada pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). A temperatura de armazenamento da câmara foi monitorada, diariamente, com termo-higrômetro digital TFA-Quantats-Elzeugnis-Germany, modelo 7429.02.0.00, e a umidade relativa dentro da câmara variou de 44 a 51% durante o armazenamento. Determinou-se também a temperatura da massa de grãos durante o trabalho, com uso de termômetro de mercúrio com escala de 0,5 °C.

Para os tratamentos de altas temperaturas, da mesma forma, utilizaram-se 500 g de milho infestados com 30 insetos por repetição, envoltos em tecido do tipo “voile” e fechados com elástico tipo látex. Os tratamentos consistiram no acondicionamento dos frascos com milho infestado, em três diferentes temperaturas (60, 70 e 80 °C), até que todas as repetições alcançassem 100% de mortalidade. Os grãos foram mantidos sob ar quente ininterruptamente, através de aquecimento em uma estufa com circulação de ar, modelo 400/1ND, da marca Nova Ética.

Foram realizadas avaliações de mortalidade dos adultos, de 30 em 30 minutos, através de peneiragem dos grãos e contagem do número de mortos e vivos, sendo que os vivos retornavam

para os recipientes e eram colocados novamente na estufa. Foi determinada a temperatura da massa de grãos durante o período, com o uso de termômetro de mercúrio, com escala de 0,5 °C e a perda de umidade e peso dos grãos durante a exposição ao calor.

A umidade dos grãos foi determinada pelo método da estufa a 105 ± 3 °C por 24 horas, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), no início e no final do experimento. A perda de peso dos grãos foi determinada por pesagem em balança de precisão de duas casas decimais, modelo BK 3000 marca Gehaka, com os valores de perda de peso dos grãos determinados pela diferença de peso entre o início e o final das avaliações.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, apresentando um esquema fatorial 3 x 6, sendo três temperaturas e seis dias de avaliação, para baixas temperaturas, e 3 x 7, sendo três temperaturas e sete períodos de avaliação em minutos, para altas temperaturas, com quatro repetições por tratamento.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de sobrevivência pelo método de Kaplan-Meier, que consiste em dividir o tempo de seguimento em intervalos, cujos limites correspondem ao tempo de seguimento em que houve eventos. Este método calcula a sobrevivência cada vez que o indivíduo (inseto) morre. Para avaliar a significância estatística foi utilizado Logrank test.

Todas as análises foram realizadas com auxílio do programa SigmaPlot (Sigma Plot v.10.0; SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

Resultados e Discussão

Para os tratamentos de 3, 6 e 9 °C, a umidade dos grãos utilizados foi de 14,12% e a temperatura da

massa dos grãos foi de 4, 6 e 11 °C, respectivamente. Esses resultados demonstram que durante o período avaliado, a massa de grãos resfriou até temperaturas bem próximas da utilizada nos tratamentos. Indiferente às temperaturas analisadas (faixa de 3 a 9 °C ou 60 a 90 °C) pode-se afirmar que a sobrevivência de *S. zeamays* foi distinta entre as temperaturas analisadas ($p < 0,001$) (Figuras 1 e 2).

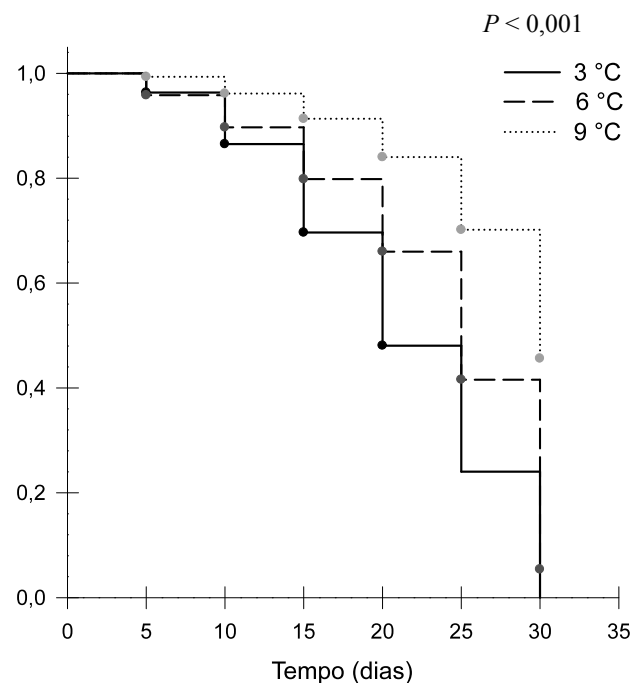


FIGURA 1. Curvas de sobrevivência de *S. zeamays*, submetidos às temperaturas de 3, 6 e 9 °C, calculadas pelo teste Log Rank.

Na Tabela 1, são observados os resultados obtidos nas quatro repetições, para a probabilidade de sobrevivência de *S. zeamays*, quando submetido a três temperaturas baixas e seis períodos de avaliações, até 30 dias, com a análise de sobrevivência e o nível de probabilidade em cada período de avaliação. Os resultados médios de sobrevivência foram de 26, 48

e 78%, respectivamente, para as temperaturas de 3, 6 e 9 °C, ou seja, aumento na sobrevivência em função do aumento da temperatura.

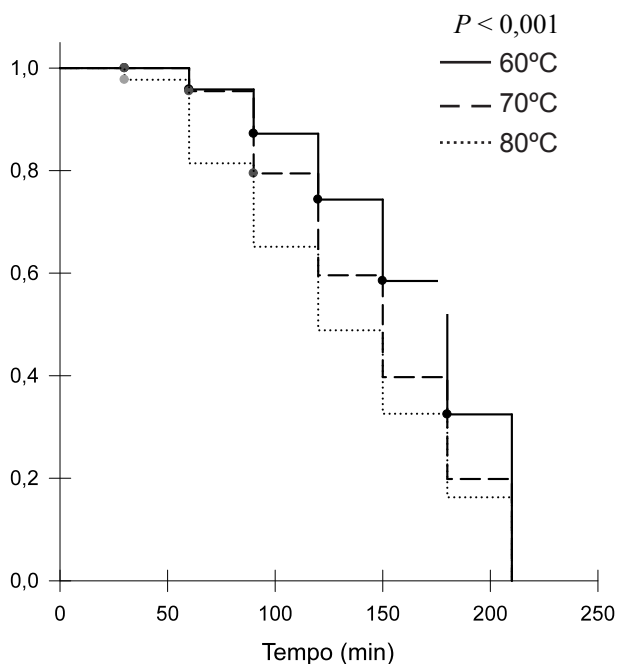


FIGURA 2. Curvas de sobrevivência de *S. zeamays*, submetidos às temperaturas de 60, 70 e 80 °C, calculadas pelo teste Log Rank.

Insetos submetidos à temperatura de 3 °C (Tabela 1) apresentaram uma redução da sobrevivência ao longo do tempo, com probabilidade de sobrevivência aos 15 dias de 69,6%, aos 20 dias de 48,1%, aos 25 dias de 24% e aos 30 dias de 0%. Enquanto aqueles mantidos sob temperatura de 6 °C apresentaram redução da sobrevivência ao longo do tempo, com probabilidade de sobrevivência aos 15 dias de 79,8%, aos 20 dias de 66,0%, aos 25 dias de 41,6% e aos 30 dias de 5,41%. Mostrando mais uma vez que mesmo em baixas temperaturas a mortalidade total de insetos, pode não ocorrer, mesmo que por

períodos de até 30 dias. Porém a redução da atividade destes insetos pode ser atingida. Para a temperatura de 9 °C (Tabela 1), uma vez que, apresentaram redução da sobrevivência ao longo do tempo, com probabilidade de sobrevivência aos 15 dias de 91,3%, aos 20 dias de 84,0%, aos 25 dias de 70,2% e aos 30 dias de 45,6%.

Sempre na menor temperatura (3 °C) (Tabela 1, Figura 1) ocorreu maior mortalidade ou menor sobrevivência dos insetos, em todos os intervalos de avaliação. Os maiores resultados de sobrevivência dos insetos foram sempre para a temperatura de 9°C durante as avaliações. Lazzari et al. (2006), monitorando espécies de *Cryptolestes ferrugineus* (Steph.) (Coleoptera: Cucujidae), *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Coleoptera: Cucujidae), *Rhyzopertha dominica* (L.) (Coleoptera: Bostrichidae), *S. zeamays*, *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) e *Tribolium castaneum* (Herbst.) (Coleoptera: Tenebrionidae), observaram redução, em média, de 76,8%, após, aproximadamente, 28 dias de tratamento, quando a temperatura média da massa de grãos estabilizou-se em torno de 15 °C.

Para Banks & Fields (1995), a redução da temperatura de 20 para 14 °C, mediante a insuflação de ar frio, afeta o crescimento populacional da maioria das espécies de insetos e fungos de armazenamento, aumentando a mortalidade, especialmente dos estádios imaturos. Segundo esses autores, é importante considerar que a tolerância e a aclimação ao frio variam com a espécie, a temperatura aplicada e o tempo de exposição.

Não houve emergência de insetos em nenhum dos tratamentos, indicando que, além de causar a mortalidade destes insetos, o resfriamento artificial inibiu sua reprodução, concordando com Pacheco & Paula (1995), citados por Fontes et al.

TABELA 1. Análise de sobrevivência e probabilidades ajustadas ao modelo de Kaplan Meier e significância dos pareamentos entre as curvas de sobrevivência de *S. zeamays* para as temperaturas avaliadas (Teste de Long Rank).

| Efeitos | Variável | | |
|------------------------------|------------------------------|-------|-------|
| Temperatura | Sobrevivência de Insetos (%) | | |
| 3 °C | 26 | | |
| 6 °C | 48 | | |
| 9 °C | 78 | | |
| Tempo de avaliação (dias) | Probabilidade (p < 0,05) | | |
| | 3 °C | 6 °C | 9 °C |
| 5 | 0,963 | 0,958 | 0,993 |
| 10 | 0,865 | 0,897 | 0,962 |
| 15 | 0,696 | 0,798 | 0,913 |
| 20 | 0,481 | 0,660 | 0,840 |
| 25 | 0,240 | 0,416 | 0,702 |
| 30 | 0,000 | 0,054 | 0,456 |
| Interação 3 * 9 | p = 0,017 | | |
| Interação 6 * 9 | p = 0,025 | | |
| Interação 3 * 6 | p = 0,050 | | |

(2003), os quais relatam que a temperatura ideal para o desenvolvimento de *S. zeamays* e *S. oryzae* ocorre na faixa de 26 a 30 °C, sendo que, com temperaturas abaixo de 21 °C, há uma redução na reprodução de insetos e, com temperaturas abaixo de 10 °C, eles se tornam incapazes de se reproduzirem.

Para as temperaturas de 60, 70 e 80 °C, a umidade inicial dos grãos foi de 11,57% e, ao final do período de avaliação, foi de 9,42, 9,98 e 10,46%, respectivamente. Então, a perda de umidade foi de 2,15, 1,59 e 1,11% e a perda de peso foi de 11,77 g (2,35%), 9,12 g (1,82%) e 7,01 g (1,40%), respectivamente para as temperaturas de 60, 70 e 80 °C. De acordo com esses valores, pode-se perceber que, quanto maior foi a temperatura testada, menores foram as perdas de umidade e de peso dos grãos. Isso ocorreu devido ao fato de que com o aumento da temperatura, há uma redução do tempo de exposição dos grãos ao tratamento térmico, notando-se que foi o tempo de exposição

o maior determinante nas perdas de umidade e de peso, para os tratamentos realizados.

As temperaturas atingidas pela massa de grãos, nos tratamentos de altas temperaturas, foram de 42, 48 e 52 °C, respectivamente, para os tratamentos de 60, 70 e 80 °C, mostrando que, quanto maior a temperatura do ar, maior foi a diferença observada para a temperatura da massa de grãos.

Segundo Silva et al. (2000), estudos têm mostrado que, quando a temperatura da massa de grãos estiver acima de 60 °C, os grãos têm seu valor energético diminuído, o endosperma sofre alterações químicas, além de ocorrerem perdas de palatabilidade. Sendo assim, pelos resultados obtidos no experimento, em nenhum dos tratamentos ocorreriam danos aos grãos em virtude da temperatura atingida pela massa.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos nas quatro repetições, para a probabilidade de sobrevivência de *S. zeamays*, quando submetido a três temperaturas altas e sete períodos de avaliações, até

210 minutos, com a análise de sobrevivência e o nível de probabilidade em cada período de avaliação. Os resultados médios de sobrevivência foram de 45, 27 e 12%, respectivamente, para as temperaturas de 60, 70 e 80 °C, ou seja, uma redução na sobrevivência em função do aumento da temperatura (Tabela 2). Os insetos submetidos à temperatura de 60 °C tiveram redução da

sobrevivência ao longo do tempo, com probabilidade de sobrevivência aos 120 minutos de 48,9%, aos 150 minutos de 32,6%, aos 180 minutos de 16,3% e aos 210 minutos a probabilidade de sobrevivência é de 0% (Tabela 2). À medida que se aumentou a temperatura ocorreu diminuição da sobrevivência dos insetos ao longo do tempo de avaliação.

TABELA 2. Análise de sobrevivência e probabilidades ajustadas ao modelo de Kaplan Meier e significância dos pareamentos entre as curvas de sobrevivência de *S. zeamays* para as temperaturas avaliadas (Teste de Long Rank).

| Efeitos | Variável | | |
|---------------------------------|------------------------------|-------|-------|
| Temperatura | Sobrevivência de Insetos (%) | | |
| 60 °C | 45 | | |
| 70 °C | 27 | | |
| 80 °C | 12 | | |
| Tempo de avaliação (minutos) | Probabilidade (p < 0,05) | | |
| | 60 °C | 70 °C | 80 °C |
| 30 | 1,000 | 1,000 | 0,977 |
| 60 | 0,958 | 0,955 | 0,814 |
| 90 | 0,872 | 0,795 | 0,651 |
| 120 | 0,743 | 0,596 | 0,489 |
| 150 | 0,585 | 0,397 | 0,326 |
| 180 | 0,325 | 0,199 | 0,163 |
| 210 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Comparação 60 * 70 | p = 0,017 | | |
| Comparação 70 * 80 | p = 0,025 | | |
| Comparação 60 * 80 | p = 0,050 | | |

sobrevivência ao longo do tempo, com probabilidade de sobrevivência aos 120 minutos de 74,3%, aos 150 minutos de 58,5%, aos 180 minutos de 32,5% e aos 210 minutos a probabilidade de sobrevivência foi de 0%. Aqueles submetidos à temperatura de 70 °C apresentaram redução da sobrevivência ao longo do tempo, com probabilidade de sobrevivência aos 120 minutos de 59,6%, aos 150 minutos de 39,7%, aos 180 minutos de 19,9% e aos 210 minutos a probabilidade de sobrevivência é de 0% (Tabela 2). Na temperatura de 80 °C houve redução da

Beckett et al. (1998), trabalhando com infestação de *S. oryzae* em trigo, com umidade de 12%, obtiveram 100% de mortalidade em 180 minutos, quando a temperatura da massa de grãos foi de 48 °C. Esse período de exposição foi superior ao encontrado neste trabalho, onde alcançou-se 100% de mortalidade, para mesma temperatura da massa de grãos, aos 120 minutos.

A eficácia do tratamento térmico depende do aquecimento de toda a massa de grãos, uniformemente,

e da manutenção de temperaturas letais da massa de grãos (50-60 °C) por uma quantidade adequada de tempo (Menon, 2000).

Tornam-se necessárias mais pesquisas, objetivando-se estudar o uso do tratamento térmico no controle de insetos de grãos armazenados, principalmente no que diz respeito a grandes estruturas de armazenamento, com a finalidade de permitir a manutenção da temperatura da massa de grãos pelo período necessário, em temperaturas letais para os insetos.

Conclusões

O tratamento térmico de grãos armazenados é uma interessante alternativa para o controle de pragas durante o armazenamento. Em temperatura de 3 °C consegue-se atingir a mortalidade de 100% dos insetos em tempo inferior a 30 dias de exposição. Em altas temperaturas o 100% pode ser atingido rapidamente em minutos. Quanto maior a temperatura de aquecimento e menor o tempo de exposição dos grãos ao calor, menores foram as perdas de peso e umidade desses grãos.

Referências

- BANKS, J.; FIELDS, P. Physical methods for insect control in stored-grain ecosystems. In: JAYAS, D. S.; WHITE, N. D. G.; MUIR, W. E. (Ed.). **Stored-grain ecosystems**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 353-410.
- BAUR, F. J. **Insect management for food storage and processing**. Saint Paul: A.A.C.C., 1983. 453 p.
- BECKETT, S. J.; MORTON, R.; DARBY J. A. The mortality of *Rhyzopertha dominica* (F.) (Coleoptera: Bostrychidae) and *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) at moderate temperatures. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 34, p. 363-376, 1998.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, Mapa/ACS 2009. 399 p.
- FIELDS, P. G. The control of stored-product insects with extreme temperatures. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 28, p. 89-118, 1992.
- FONTES, L. S.; FILHO, A. J. A.; ARTHUR, V. Danos causados por *Sitophilus oryzae* (Linné, 1763) e *Sitophilus zeamays* Mots., 1855 (Coleoptera: Curculionidae) em cultivares de arroz (*Oryza Sativa* L.). **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 3, p. 303-307, 2003.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTTO, C. **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- HOWE, R. W. A summary of estimates of optimal and minimal conditions for population increase of some stored products insects. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 1, p. 177-184, 1965.
- LAZZARI, S. M. N.; KARKLE, A. F.; LAZZARI, F. A. Resfriamento artificial para o controle de Coleoptera em arroz armazenado em silo metálico. **Revista Brasileira de Entomologia**, Sao Paulo, v. 50, n. 2, p. 293-296, 2006.
- LONGSTAFF, B. C. The management of stored products pests by non-chemical means: an Australian perspective. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v. 30, p. 179-185, 1994.
- LORINI, I. **Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados** 2. ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo,

2008. 71 p. (Embrapa Trigo. Documentos, 73).
- MENON, A.; SUBRAMANYAM, B. H.; DOWDY, A.; ROESLI, R. Heat treatment: a viable alternative to methyl bromide for managing insects. **World Grain**, Kansas, v. 28, p. 68-69, 2000.
- MULLEN, M. A.; ARBOGAST, R. T. Low-temperatures to control stored product insects. In: BAUR, F. J. **Insect management for food storage and processing**. Saint Paul: AACC, 1983. p. 51-86.
- ROUSH, R. T.; TABASHNIK, B. E. **Pesticide resistance in arthropods**. London: Chapman and Hall, 1990. 303 p.
- SILVA, J. S.; AFONSO, A. D. L.; DONZELLES, S. M. L. Secagem e secadores. In: SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2000. p. 107-138.
- SUBRAMANYAM, B.; ROESLI, R. Inert dusts. In: SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. W. (Ed.). **Alternatives to pesticides in stored-product IPM**. Norwell: Kluwerabms, 2000. p. 321-380.
- TAYLOR, R. W. D. Phosphine - a major fumigant at risk. **International Pest Control**, Middlesex, v. 31, p. 10-14, 1989.