

CONTROLE DE INSETOS EM FRUTAS, HORTALIÇAS E GRÃOS ARMAZENADOS COM O USO DE TEMPERATURAS EXTREMAS E GASES

CONTROL OF INSECTS ON FRUITS, VEGETABLES AND STORED GRAINS WITH HIGH OR LOW TEMPERATURES AND GASES

- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -

Auri Brackmann¹ Jerson Vanderlei Carús Guedes²

RESUMO

A utilização de temperaturas baixas e altas além de concentrações de CO₂ e O₂ na atmosfera do armazenamento são alternativas para a desinfestação de frutas destinadas à exportação e controle de insetos em grãos armazenados. Estas técnicas não contaminantes, eliminam o uso de inseticidas que podem deixar resíduos tóxicos no produto. Este trabalho de revisão apresenta resultados de pesquisas em que foi avaliada a eficiência destas técnicas no controle de insetos em frutas, hortaliças e grãos.

Palavras-chave: controle de insetos, produtos armazenados, atmosfera controlada.

SUMMARY

The use of either high or low temperatures and different CO₂ and O₂ concentrations on the storage atmosphere are alternatives for fruit desinfestation and

others agricultural goods and insect control on grains during storage. These nonchemical methods avoid the use of insecticides, without leaving toxic residues on the storage products. This review evaluate the efficiency of these different nonchemical methods of the control of insects on fruits, vegetables and grains.

Key words: insect control, storage products, controlled atmosphere.

INTRODUÇÃO

Os produtos agrícolas, de modo geral, são produzidos em uma estação do ano, enquanto seu consumo estende-se por vários meses. Estes produtos, durante este intervalo de tempo, necessitam de adequada conservação até serem consumidos. A utilização de temperaturas extremas, por apresentar praticidade e economicidade, além de ser uma forma não contaminante, mostra-se uma técnica aplicável por sua ação deletéria sobre ovos, larvas e pupas de insetos. Também, a atmosfera controlada pode apresentar potencial

¹Engenheiro Agrônomo, Doutor, Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 97119-900 - Santa Maria, RS. Autor para correspondência.

²Engenheiro Agrônomo, Professor do Departamento de Estudos Agrários, UNIJUÍ, 98700-000 Ijuí, RS. Aluno do Curso de Pós-graduação em Agronomia, UFSM.

de uso contra insetos-pragas de grãos, frutos e outras partes de vegetais.

Estas técnicas apresentam-se como alternativas modernas 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). Por sua vez, os países importadores de frutas, principalmente Estados Unidos, Japão e da Europa, a cada ano tornam-se mais exigentes em relação à qualidade do produto. Este ponto não engloba somente o aspecto visual das frutas importadas, mas preferencialmente os tratamentos a que foram submetidas durante a produção, beneficiamento e conservação. Estes importadores buscam, principalmente, alimentos livres de resíduos de produtos químicos e isentos de insetos que nestes países nunca existiram ou foram erradicados. Entre estes insetos destacam-se as moscas-das-frutas.

No exterior, tem sido realizados um grande número de pesquisas na busca de alternativas para os agentes químicos para o controle de pragas de produtos agrícolas no armazenamento. No Brasil, no entanto, ainda são raras as pesquisas e resultados publicados sobre o assunto. A presente revisão objetiva avaliar e discutir o assunto, bem como despertar o interesse de pesquisadores e profissionais da área para estas técnicas potencialmente utilizáveis no controle de insetos.

BAIXAS TEMPERATURAS

Temperaturas abaixo de um determinado limite podem causar a inativação e destruição de enzimas ou de nutrientes com maior rapidez com que são sintetizados, afetando os processos metabólicos dos insetos (Langridge apud HOWE, 1966). 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, 1966). A morte do inseto, nestas 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).

O Japão, um dos mercados mais exigentes do mundo, permite a importação de frutas de países onde ocorre *Anastrepha suspensa* (Loew) (Diptera-Tephritidae) mediante tratamento com frio à 1,7°C por 19 dias (BENSCHOSTER, 1984). Por outro lado, a literatura internacional, relata grande número de experimentos utilizando baixas temperaturas no controle de insetos em produtos vegetais. Entretanto, são necessárias mais informações com relação ao binômio temperatura-tempo necessários para matar cada forma de vida das espécies de insetos de importância econômica (MULLEN & ARBOGAST, 1983). A seguir, são relatados casos de uso destas técnicas no exterior.

Frutas e hortaliças

Em pomelos infestados com *A. suspensa* expostos a vários níveis térmicos e períodos de tempo, o inseto não tolerou 14 dias a 1,7°C. A 7,2°C ocorreu mortalidade total de larvas e ovos antes de 28 dias. Temperaturas mais elevadas não foram letais para a totalidade da população (BENSCHOSTER, 1983). Esta espécie, nas suas duas formas infestantes (larva e pupa), não tolerou mais que 30 dias a 1,7°C, porém esta temperatura/tempo pode causar danos aos frutos. O pré-resfriamento à 15,6°C foi mais eficiente que 10°C, reduzindo o tempo de tratamento (BENSCHOSTER, 1984).

Em limões, JESSUP et al. (1993) verificaram que a temperatura de 1°C foi eficiente no controle de ovos e formas jovens de *Dacus tryoni* (Fraggat) e *Ceratitidis capitata* (Wiedemann) (Diptera-Tephritidae). As formas mais tolerantes foram o primeiro íntar de *D. tryoni* e o segundo íntar de *C. capitata*, sendo necessários 10 a 14 dias, respectivamente, para obter-se 100% de controle das duas espécies.

Em laranja Navel e Valência, HILL et al. (1988) observaram que após 10 dias à 1°C ± 0,5 o controle de *D. tryoni* foi superior a 99% para as forma de ovo, larva jovem ou larva mais madura. Para *C. capitata* após 16 dias à 1°C ± 0,5 o controle foi de 100% para ovos e 99,99% para os ínstares larvais. Experimentos em larga escala com laranjas e limões comprovaram a eficiência do frio (1°C ± 0,5) no controle de *D. tryoni* e *C. capitata* por períodos inferiores a 15 dias (HILL et al., 1988, JESSUP et al., 1993).

Em maçã, cultivares Red Delicious e Golden Delicious, a completa mortalidade de *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera-Tortricidae), em seu íntar mais tolerante ao frio, ocorreu somente após 36 a 42 dias em temperaturas de 0,1 a 2,1°C (MOFFITT & BURDITT, 1988). Neste o maior índice de mortalidade ocorreu nas primeiras semanas, sendo que somente 4,2% da população pereceu na última semana após o tratamento.

Em carambolas, para obter-se a mortalidade de 100% de *A. suspensa* a 1,1°C, foram necessários 15 dias, enquanto, a 5°C foram necessários 25 dias de exposição (GOULD & SHARP, 1990). Porém, o primeiro tratamento fez com que os frutos perdessem mais rapidamente a qualidade durante a comercialização. Já à 5°C as frutas apresentam período mais longo em condições de comercialização (40 dias após tratamento).

Em kiwi, a sobrevivência de pupas de *D. tryone*, a partir de infestação com ovos e larvas, decresceu rapidamente com o aumento do número de dias de exposição a 1°C. O estágio de ovo e larvas de primeiro íntar foram mais tolerantes ao frio que os ínstares seguintes (JESSUP & BAHEER, 1990).

Em abacate, mesmo o íntar mais tolerante de *D. tryoni* a baixas temperaturas não suportou mais de 11 dias 1°C (JESSUP, 1991).

BURDITT & McALISTER (1982) avaliaram o efeito da refrigeração a 1,7°C sobre larvas de *A. suspensa* e *A. obliqua* (Macquart) infestando pomelo, lima, goiaba, manga e outras frutas. Para todas as frutas testadas, um período máximo de 20 dias de armazenamento foi suficiente para causar a morte de toda a população infestante.

Em mamão, goiaba e manga o tratamento com temperaturas abaixo de 1,7°C por 10 dias foi eficiente no controle de *Dacus dorsalis* (Hender) (BURDITT & BALOCK, 1985). No caso de mamão, à 7,2°C foram necessários 34 a 40 dias para um controle eficiente do inseto. Já em pepino e tomate foram necessários de 16 a 20 dias com temperaturas de 0,6 a 2,8°C, para causar a morte de ovos e larvas de *Dacus cucurbitae* (Coquillett).

A temperatura de 1,1°C por 16 dias mostrou-se eficiente no controle de 100% dos ovos e formas larvais do díptero minador de folhas *Liriomyza trifolii* (Burgess) em aipo, sendo o terceiro instar mais tolerante ao frio que as outras fases. Deste modo, a recomendação de temperatura e tempo para eliminação desta praga é suficientemente segura (LEIBEE, 1985).

Para as diferentes frutas avaliadas, o controle da praga foi obtido com a conjugação de baixas temperaturas e tempo de exposição, entretanto existem registros de falta de tolerância a baixas temperaturas em citros BENSCHOSTER (1984) e carambola (GOULD & SHARP, 1990), evidenciando a necessidade de pesquisas com frutas e pragas de relevância econômica no Brasil.

Grãos armazenados

A tolerância ao frio por *Carpophilus hemipterus* L. *C. mutilatus* Er. (Coleoptera-Nitidulidae), pragas de grãos armazenados foi avaliada em laboratório por DONAHAYE et al. (1991), apresentando variação entre as espécies e formas de vida. A -5°C a população pereceu em 89 horas, enquanto as formas mais tolerantes morreram, no máximo em 317 horas a 0°C.

Formas imaturas de *Cryptolestes ferrugineus* (Steph.), *Oryzaephilus surinamensis* (L.), *Rhyzoperta dominica* (L.), *Sitophilus granarius* (L.), *Sitophilus oryzae* (L.) e *Tribolium castaneum* (Herbst.), pragas do armazenamento do trigo foram submetidas a temperaturas menores que 13°C (EVANS, 1987). Ocorrendo resposta diferenciada entre espécies e formas de vida e após 26 semanas de exposição mais de 90% da população morreu. A maioria das pragas de grãos armazenados, apesar de seu caráter cosmopolita, necessitam o desenvolvimento de pesquisas no Brasil, especialmente com relação a viabilidade prática e econômica.

ALTAS TEMPERATURAS

A desinfestação de frutas e hortaliças por altas temperaturas também é uma alternativa ao controle químico. No entanto, sua utilização está condicionada a tolerância

pela espécie vegetal às temperaturas exigidas pela técnica, além de poder acelerar a deterioração dos produtos quando colocados no mercado.

Em pomelo, o tempo necessário para que temperaturas de 43,3 a 54,4°C, causarem a morte de larvas de primeiro instar de *A. suspensa* foi de 24,8 a 0,9 minutos. Já para larvas de segundo e terceiro instar foram necessários 30,7 a 0,7 e 77,8 a 1,6 minutos, respectivamente. A fase de ovo foi mais tolerante às temperaturas que os diferentes instares (SHARP & CHEW, 1987). Para o mesmo fruto, foram necessários 195 minutos com tratamento de ar quente a 48°C para o controle eficiente da praga (SHARP, 1993). MOSS & CHAN (1993) avaliaram a resposta de ovos de *A. suspensa*, expostos a temperaturas de 37 a 50°C. A medida que a temperatura elevou-se, foi necessário menor tempo para causar a morte dos ovos. A maior eficiência esteve entre 42 e 43°C.

No Hawaí, em mamão para a exportação, o controle de larvas e ovos do tefritídeo *D. tryoni*, é obtido através da imersão em água a 42°C por 20 minutos, e posteriormente por mais 20 minutos a 49°C (RUGIERO, 1988).

Em ovos e larvas de *C. capitata* submetidas a temperaturas de 41 a 43°C, no laboratório sem a presença de frutas, MOSS & JANG (1991) observaram variação na mortalidade com a idade da larva e entre as diferentes fases de vida do inseto.

A exigência do USDA (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos) quanto aos tratamentos térmicos de frutas destinadas aos EUA, requer o controle de insetos a níveis próximos a 100% (MOSS & CHAN, 1993). Resultados indicam possibilidade do uso eficiente deste método, no entanto em alguns casos o controle total não foi obtido (HALLMAN, 1990). Também algumas combinações tempo-temperatura, necessárias para inativar certas espécies de insetos não são toleradas pelos frutos, que perdem qualidade (firmeza de polpa, brilho da casca e, provavelmente, atividade enzimática) podendo diminuir o período de comercialização após o tratamento.

ATMOSFERA CONTROLADA (AC)

Atmosfera controlada é uma adaptação da antiga técnica de armazenamento hermético e uma alternativa viável para a conservação sem o uso de produtos químicos (JAY, 1983). Esta técnica baseia-se na alteração controlada da composição gasosa de um ambiente, através da diminuição do conteúdo de oxigênio e elevação do gás carbônico, que torna-se letal para organismos pragas, como ácaros e insetos em grãos armazenados (JAY, 1983). Outros aspectos marcantes desta técnica são a eficiência, a praticidade e o baixo custo (Mc GAUGHEY & AKINS, 1989; MARZKE et al., 1970), no entanto GUEDES (1990/91), cita o custo como limitação a utilização desta técnica. O aumento artificial dos níveis de CO₂, como indutor de efeitos letais e subletais em insetos, é importante para a prevenção e o controle de pragas de alimentos armazenados, constituindo-

se em alternativa ao controle químico, com a vantagem de não deixar resíduos (NICOLAS & SILLANS, 1989; JAYAS et al., 1991).

Os efeitos fisiológicos da elevação de CO₂, segundo revisão de NICOLAS & SILLANS (1989), constituem-se na diminuição da taxa metabólica, elevação de ácido láctico na hemolinfa em coleópteros e modificação dos níveis hormonais em abelhas, mesmo admitindo que pouco tem sido investigado sobre o assunto.

Uma desvantagem do uso da atmosfera controlada é a necessidade de longo tempo de exposição para que ocorra a morte dos insetos, em relação aos métodos químicos. Por outro lado, muitos aspectos influem no tempo de exposição como: espécie e estágio de vida do inseto, temperatura, umidade relativa e composição e concentração de gases do ambiente (BRANDL et al., 1983; NICOLAS & SILLANS, 1989).

Experimentos com pragas de diversas espécies vegetais em laboratório dão indicativos do seu potencial de uso. Atmosfera controlada com 2, 10 e 20% de O₂ e concentrações de 20, 50 e 80% de CO₂, em duas temperaturas (10 e 15,6°C), foram testadas por BENSCHOTER (1987) sobre *A. suspensa* por períodos de 3 a 10 dias. A mortalidade do inseto aumentou com a elevação da concentração de CO₂ e tempo de exposição. Mesmo para a menor concentração de CO₂ ocorreu a total mortalidade dos insetos à 15,6°C no intervalo de 7 a 10 dias.

Frutas e hortaliças

Em maçãs infestadas com *C. pomonella* em diferentes fases de vida, MOFFITT & ALBANO (1972) verificaram que não ocorreu a desinfestação total à 0,56 ± 0,28°C. A condição de atmosfera controlada (não detalhada), alterou a razão sexual, diminuiu a longevidade, a oviposição e a taxa de eclosão, sem contudo causar a esterilidade total dos insetos.

GLASS & CHAPMAN (1961) observaram o efeito de 3% O₂ e 3% CO₂ em temperaturas de 1,7 e 3,4°C, sobre *Conotrachelus nenuphar* (Herbst) (Coleoptera-Curculionidae) e *Rhagoletis pomonella* (Diptera-Tephritidae) (Walsh), pragas de maçã. Estas condições foram letais para a primeira espécie após 33 dias de exposição e, após 90 dias para *R. pomonella*.

A exposição de *C. pomonella* a AC com O₂ entre 1,5 e 2,0%, CO₂ < 1,0% e temperatura de 0,56°C ± 0,28 mostrou que adultos deste lepidóptero não se desenvolvem, quando expostos por 13 semanas ou mais a esta condição de AC, ficando este período próximo ao requerido pelo mercado importador internacional de maçãs (TOBA & MOFFITT, 1991). Experimentos em grande escala, para controle de *C. pomonella* em maçã, na temperatura de 0,1 a 2,1°C por 42 dias, demonstraram a eficiência do método (MOFFITT & BURDITT, 1989).

Em frutos de rosáceas, BRANDL et al. (1983) estudaram o controle de larvas do pyralídeo *Amyelois transitella* Walker, em AC com O₂ a 0; 0,3% e 1%, CO₂ a 0; 2; 10 e 20% com balanço de N₂, umidade de 60 ± 5% e temperatura de 26,7 ± 1°C. De modo geral, o tempo necessário para a morte de 95% dos insetos foi menor com a diminuição da concentração de O₂ e elevação de CO₂.

DELATE et al. (1990) obtiveram controle total de *Cylas formicarius elegantulus* (Summers) (Coleoptera-Curculionidae), praga da cultura e armazenagem da batata-doce, com atmosfera controlada. Os tratamentos mais eficientes combinaram 2 a 40%, respectivamente para O₂ e CO₂ com N₂ complementando o balanço de gases, à temperatura de 25°C e 75% de umidade relativa do ar.

Grãos armazenados

Ovos de *Ephestia cautella* (Wlk.) e *E. kuehniella* Zell (Lepidoptera-Pyralidae) foram submetidos em laboratório a AC com O₂ abaixo de 0,6% mais CO₂ ou N₂, em temperaturas de 15, 20 e 25°C. O período de exposição para total esterilização de ovos variou de 6 a 2 dias, à medida que se elevou a temperatura (BELL, et al., 1980).

PRATT (1979) observou que *Sitophilus zeamais* (Mots) presentes em grãos de milho, em ambiente com O₂, CO₂ e N₂, (1:1:8), mostrou uma série de alterações, como redução da fecundidade e menor descendência. Esta, por sua vez, mostrou menor postura, menor taxa de eclosão e maior mortalidade pós-eclosão.

O uso de atmosfera controlada (O₂ de 0,5 a 2,6%; CO₂ de 10 a 30% e balanço de nitrogênio a 20°C) para o controle de insetos de trigo armazenado, como *Cryptolestes ferrugineus* e *Rhyzopertha dominica*, resultou em mortalidade de todas as espécies somente quando o O₂ esteve abaixo de 1% e o CO₂ acima de 10%, com exposição por 6 dias KRISHNAMURTHY et al., (1986). Também em trigo armazenado, na temperatura de 12 a 15°C em AC com 15 a 50% de CO₂, WHITE & JAYAS, (1991) verificaram mortalidade total de insetos e ácaros, após 48 dias de exposição. MARZKE et al. (1970) observaram efeitos de diferentes concentrações de O₂, CO₂ e N nas temperaturas de 4,4; 15,6; 26,7 e 37,8°C sobre *Trogoderma glabrum* (Herbst), *Sitophilus oryzae* e *Plodia interpunctella* (Hübner), em grãos armazenados. De modo geral, *S. oryzae* foi mais sensível a estas condições. A mortalidade foi maior com tempo de exposição de 7 e 14 dias, com a elevação da temperatura e com o decréscimo da concentração de O₂.

A mortalidade de *Cadra cautella* (Walker) e *P. interpunctella* em AC com 1% O₂ à 27°C, em suas diferentes formas de vida, ocorreu no máximo em 48 horas. Já *Sitotroga cerealella* (Olivier) foi mais tolerante à baixa concentração de O₂, com a mortalidade de toda a população ocorrendo somente após 120 horas (STOREY, 1975).

Experimentos conduzidos em silos com grãos armazenados, também mostraram que a modificação na concentração de gases, foi eficiente no controle de insetos-pragas (JAYAS et al., 1991).

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Em função dos resultados anteriormente citados, temperatura extremas e atmosfera controlada, associados ou isolados, apresentam potencial para controlar grande número de pragas de produtos vegetais armazenados, em substituição à aplicação de produtos químicos, método tradicionalmente utilizado.

Os tratamentos térmicos, com água quente ou vapor, são técnicas visando o controle de pragas de frutas exportadas, ainda pouco utilizadas no Brasil. São necessárias pesquisas para avaliação da sobrevivência das espécies pragas às técnicas e das injúrias que algumas combinações do binômio tempo-temperatura e concentrações do CO₂ e O₂ poderão causar a frutas e hortaliças tratadas. O armazenamento em AC, adotado no Brasil para a conservação de maçãs, é capaz de controlar insetos pragas, porém dados mais precisos de tempo e concentrações de gases, durante o armazenamento e transporte necessitam ser obtidos através da pesquisa, também para outras frutas.

Para a utilização de gases no controle de insetos em grãos armazenados, técnica já utilizada em outros países, são necessários estudos sobre as concentrações de CO₂ e O₂ letais para os insetos, além de vedação de silos comerciais.

Deste modo, a aplicação destas técnicas para a defesa de produtos vegetais no Brasil, está na dependência do interesse de pesquisadores e exportadores, para adequação às exigências do mercado internacional, mas sobretudo da realização de experimentos com pragas de importância econômica, além de estudos da viabilidade prática e econômica, indispensáveis para a difusão destas tecnologias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAUR, F.J. *Insect management for food storage and processing*. Saint Paul: A.A.C.C., 1983, 453 p.
- BELL, C.H., SPRATT, E.C., MITCHEL, D.J. The effect of nitrogen and carbon dioxide on eggs of *Ephestia cautella* (Walker) and *E. kuehniella* Zeller (Lepidoptera-Pyralidae). *Bul Ento Research*, London, v. 70, p. 293-298, 1980.
- BENSCHOSTER, C.A. Lethal effects of cold storage temperatures on caribbean fruit fly in grapefruit. *Pro Fla State Hort Soc*, Miami, v. 96, p. 318-319, 1983.
- BENSCHOSTER, C.A. Low temperatures a quarantine treatment for the caribbean fruit fly (Diptera-Tephritidae) in Florida citrus. *J Econ Entom*, College Park, v. 77, p. 1233-1239, 1984.
- BENSCHOSTER, C.A. Effects of modified atmospheres and refrigeration temperatures on survival of eggs and larvae of the caribbean fruit in laboratory diet. *J Econ Entom*, College Park, v. 80, n. 6, p. 1223-1235, 1987.
- BRANDL, D.G., SODERSTRON, E.L., SCHREIBER, F.E. Effects of low oxygen atmospheres containing different concentrations of carbon dioxide on mortality of the navel orangeworm, *Amyelois transitella* (Lepdoptera-Pyralidae). *J Econ Entom*, College Park, v. 76, n. 4, p. 828-830, 1983.
- BURDITT Jr. A.K., BALOCK, J.W. Refrigeration as a quarantine treatment for fruit and vegetables infested with eggs and larvae *Dacus dorsalis* and *D. cucurbitae*. *J Econ Entom*, College Park, v. 78, n. 4, p. 885-887, 1985.
- BURDITT Jr., A.K., Mc ALISTER Jr., L.C. Refrigeration as a quarantine treatment for fruit infested with eggs and larvae of *Anastrepha* species. *Proc Fla State Hort Soc*, Miami, v. 95, p. 224-226, 1982.
- DELATE, K.M., BRECHT, J.K., COFFELT, J.A. Controlled atmosphere treatment for control of sweetpotato weevil (Coleoptera-Curculionidae) in storage tropical sweet potatoes. *J Econ Entom*, College Park, v. 83, n. 2, p. 461-465, 1990.
- DONAHAYE, E., NAVARRO, S., RINDNER, M. The influence of low temperatures on two species of *Carpophilus* (Col., Nitidulidae). *J Appl Entom*, London, v. 111, p. 297-302, 1991.
- EVANS, D.E. The survival of immature grain beetles at low temperatures. *J Stored Prod Research*, London, v. 23, n. 2, p. 79-83, 1987.
- GLASS, E.H., CHAPMAN, P.J. Fate of apple maggot and plum curculio larvae in apple fruits held in controlled atmosphere storage. *J Econ Entom*, College Park, v. 54, n. 5, p. 915-918, 1961.
- GUEDES, R.N.C. Manejo integrado para a proteção de grãos armazenados contra insetos. *Rev Bras de Armaz*, Viçosa, v. 15/16, n. 1/2, 1990/91.
- GOULD, W.P., SHARP, J.P. Cold-storage quarantine treatment for carambolas infested with the Caribbean fruit fly (Diptera-Tephritidae). *J Econ Entom*, College Park, v. 83, n. 2, p. 458-460, 1990.
- HALLMAN, G.J. Survival and reproduction of Caribbean fruit fly (Diptera:tephritidae) adults immersed in hot water as third instars. *J Econ Entom*, College Park, v. 83, n. 6, p. 2331-2334, 1990.
- HILL, A.R., RIGNEY, C.J., SPROUL, A.N. Cold storage of oranges as a desinfestation treatment against the fruit flies *Dacus tryoni* and *Ceratitidis capitata* (Diptera-Tephritidae). *J Econ Entom*, College Park, v. 81, n. 1, p. 257-260, 1988.
- HOWE, R.W. Temperature effects on embryonic development in insects. *Ann Review Entom*, Palo Alto, v. 12, p. 16-41, 1966.
- JAY, E. Recent advances in the use of modified atmospheres for the control of stored product insects. In: BAUR, F.J. *Insect management for food storage and processing*. Saint Paul: A.A.C.C., 1983, 453 p.
- JAYAS, D.S., KHANGURA, B., WHITE, D.G. Controlled atmosphere in storage grains. *Posth News and Inform*, London, v. 2, n. 6, p. 422-427, 1991.

- JESSUP, A.J., BAHEER, A. Low-temperature storage as a quarantine treatment for kiwi fruit infested with *Dacus tryoni* (Diptera-Tephritidae). *J Econ Entom*, College Park, v. 83, n. 6, p. 2317-2319, 1990.
- JESSUP, A.J. High-temperature dip and low temperatures for storage and desinfestation of avocados. *Hort Science*, Alexandria, v. 26, n. 11, p. 1420, 1991.
- JESSUP, A.J., DE LIMA, C.P.F., HOOD, C.W., et al. Quarantine desinfestation of lemons against *Bactrocera tryoni* and *Ceratitis capitata* (Diptera-Tephritidae) using cold storage. *J Econ Entom*, College Park, v. 86, n. 3, p. 798-802, 1993.
- KRISHNAMURTHI, T.S., SPRATT, E.C., BELL, C.H. The toxicity of carbon dioxide to adult beetles in low oxygen atmospheres. *J Stored Prod Research*, London, v. 22, n. 3, p. 145-151, 1986.
- LEIBEE, G.L. Effects of storage at 1.1°C on the mortality of *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Diptera-Agromyzidae) life stages in celeriac. *J Econ Entom*, College Park, v. 78, n. 2, p. 407-410, 1985.
- MARZKE, F.O., PRESS, Jr. A.F., PEARMAN Jr., G.C. Mortality of rice weevil, the indian-meal moth, and *Trogoderma glabrum* exposed to mixtures of atmospheric gases at various temperatures. *J Econ Entom*, College Park, v. 63, n. 2, p. 570-574, 1970.
- McGAUGHEY, W.H., AKINS, R.G. Application of modified atmospheres in farm grain storage bins. *J Stored Prod Research*, London, v. 25, n. 4, p. 201-210, 1989.
- MOFFITT, H.R., ALBANO, D.J. Effects of commercial fruit storage on stages of the codling moth. *J Econ Entom*, College Park, v. 65, n. 3, p. 770-773, 1972.
- MOFFITT, H.R., BURDITT, Jr., A.K. Low-temperature storage as a postharvest treatment for codling moth (Lepidoptera-Tortricidae) eggs in apple. *J Econ Entom*, College Park, v. 82, n. 6, p. 1679-1681, 1989.
- MOSS, J.I., JANG, E.B. Effect of age and metabolic stress on heat tolerance of mediterranean fruit fly (Diptera-Tephritidae) eggs. *J Econ Entom*, College Park, v. 84, n. 2, p. 537-541, 1991.
- MOSS, J.I., CHAN Jr., H.T. Thermal death kinetics of caribbean fruit fly (Diptera-Tephritidae) embryos. *J Econ Entom*, College Park, v. 86, n. 4, p. 1162-1165, 1993.
- 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, 453 p.
- NICOLAS, G., SILLANS, D. Immediate and latent effects of carbon dioxide on insects. *Ann Review Entom*, Palo Alto, v. 34, p. 97-117, 1989.
- PRATT, E.C. Some effects of a mixture of oxygen, carbon dioxide and nitrogen in ratio 1:1:8 on the oviposition and development of *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera, Curculionidae). *J Stored Prod Research*, London, v. 15, p. 73-80, 1979.
- RUGIERO, C. Mãmão. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1988. 428 p.
- SHARP, J.A., CHEW, V. Time/mortality relationships for *Anastrepha suspensa* (Diptera-Tephritidae) eggs and larvae submerged in hot water. *J Econ Entom*, College Park, v. 80, n. 3, p. 646-649, 1987.
- SHARP, J.A. Hot-air quarantine treatment for "Marsg" white grapefruit infested with caribbean fruit fly (Diptera-Tephritidae). *J Econ Entom*, College Park, v. 86, n. 2, p. 462-464, 1993.
- SODERSTROM, E.L., MACKEY, B.E., BRANDL, D.G. Interactive effects of low-oxygen atmospheres, relative humidity, and temperature on mortality of two stored-product moths (Lepidoptera-Pyralidae). *J Econ Entom*, College Park, v. 79, n. 5, p. 1303-1306, 1986.
- STOREY, C.L. Mortality of three stored product moths in atmospheres produced by and exothermic inert atmospheres generator. *J Econ Entom*, College Park, v. 68, n. 6, p. 735-737, 1975.
- TOBA, H.H., MOFFITT, H.R. Controlled-atmosphere cold storage as a quarantine treatment for nondiapausing codling moth (Lepidoptera-Tortricidae) larvae in apple. *J Econ Entom*, College Park, v. 84, n. 4, p. 1316-1319, 1986.
- WHITE, N.D.G., JAYAS, D.S. Control of insects and mites with carbon dioxide in weath stored at cool temperatures in nonairtight bins. *J Econ Entom*, College Park, v. 84, n. 6, p. 1933-1942, 1991.