

Embrapa

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo
Ministerio da Agricultura e do Abastecimento
Rod. MG 424 km 65 - Caixa Postal 151 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone (031) 779 1000 Fax (031) 779 1088

PESQUISA EM ANDAMENTO



PA nº 18, novembro/1997, 6p.

ATMOSFERA CONTROLADA POR CO₂ NO COMBATE A PRAGAS DE GRÃOS ARMAZENADOS

Jamilton P. Santos¹
Denilson da S. Santos²
Rogério A. Gonçalves³
Pedro H. Ferreira Tome⁴

O grande potencial do Brasil na produção de cereais ainda não foi adequadamente explorado. Este é também um dos poucos países ainda em condições de atender um crescimento na demanda mundial de produção de grãos. Entretanto, junto a um aumento de produção, necessariamente há que se incrementar e melhorar as condições para estocagem de grãos.

Uma característica positiva dos grãos é a possibilidade de serem armazenados por longo período de tempo sem perderem a qualidade, permitindo a manutenção de estoques estratégicos e reguladores. Entretanto, a armazenagem prolongada só pode ser realizada quando se adotam alguns princípios básicos, como: grãos sem impurezas, secos, livres de pragas e de microorganismos que podem produzir micotoxinas.

No conjunto de técnicas a serem adotadas para um bom armazenamento, o controle de insetos-pragas, como o *Sitophilus zeamais* (caruncho-do-milho) e a *Sitotroga cerealea* (traça-do-milho), que destroem os grãos, requerem atenção especial. Os inseticidas que são misturados aos grãos atuam por contato e/ou ingestão, eliminando insetos, porém trazendo algum risco de incorporar resíduos tóxicos a esses grãos. É incrível imaginar que inseticidas organoclorados, como BHC, DDT e Lindane, cujos resíduos são cumulativos nos organismos animal e humano, foram, durante muitos anos, considerados não prejudiciais à saúde e, por isso, permitida a sua mistura aos grãos. Hoje, devido ao avanço tecnológico na área de análise de resíduos em alimentos e de seus efeitos colaterais, os inseticidas clorados são proibidos. Porém, vários outros inseticidas continuam sendo utilizados, acreditando-se, à luz do conhecimento atual, que seus resíduos sejam inofensivos à saúde. Outro problema causado pelo uso dos inseticidas de ação por contato é o surgimento de resistência nos insetos. Esse fato tem provocado a necessidade de constantes aumentos de doses de inseticidas e, conseqüentemente, o aumento do acúmulo de resíduos nos grãos, bem como do risco de intoxicação em trabalhadores que manuseiam os grãos e os inseticidas.

¹ Eng.-Agr., Ph.D. Entomologista Pós-colheita - Embrapa Milho e Sorgo. Cx. Postal 151, 35701-970 Sete Lagoas, MG

² Eng.-Agrícola. M.Sc./Estudante Doutorado - FEAGRI/UNICAMP - Campinas, SP

³ Eng.-Agrícola. M.Sc./Estudante Doutorado - DCA/UFLA - Lavras, MG

⁴ Eng.-Agrícola/Estudante Mestrado - DCA/UFLA - Lavras, MG

No Brasil, atualmente, os inseticidas, misturados diretamente aos grãos, constituem o meio mais utilizado para o combate a insetos-pragas após a colheita. Entretanto, esses mesmos grãos sem insetos, porém possivelmente com algum resíduo do veneno que os matou, serão utilizados mais tarde como alimento para o homem e animais. Ruim com os inseticidas, pior com os insetos, que destroem os alimentos, quantitativa e qualitativamente, inclusive predispondo os grãos à contaminação por fungos produtores de micotoxinas. Na verdade, o uso de inseticidas é justificável, admitindo-se a realização do trabalho com conhecimento de causa, com um risco calculado e com boa margem de segurança. Ocorre, infelizmente, que a margem de segurança tem sido, eventualmente, ultrapassada, pelo uso de altas doses, pela não obediência dos períodos de carência ou mesmo pela utilização de inseticidas não registrados ou não autorizados pelos órgãos de saúde, com graves conseqüências.

Através de pesquisas realizadas na Embrapa Milho e Sorgo, passou-se a contar com a possibilidade de dar um salto tecnológico rumo ao combate das pragas de grãos armazenados, utilizando métodos inofensivos à saúde humana e ao meio ambiente.

Uma alternativa para a solução definitiva no controle de insetos que destroem os grãos é a adoção de métodos físicos e biológicos, ou seja, através da modificação e controle da atmosfera no interior da estrutura armazenadora. A atmosfera pode ser modificada através de: a) substituição parcial (quase total) do oxigênio intergranular por CO₂ puro (engarrafado) ou mesmo utilizando uma mistura de Nitrogênio (88%), CO₂ (11,5%) e O₂ (0,5%) produzida por um gasogênio, através da combustão de gás natural ou propano; b) redução da temperatura da massa de grãos a 12°C, que é letal para os insetos. É importante lembrar que um silo cujas paredes possuem isolamento térmico, carregado de grãos, por ser um corpo de baixa condutividade térmica, uma vez refrigerado ($\pm 12^{\circ}\text{C}$), assim permanece por até seis meses. Tudo isso é possível, contanto que se tenha uma estrutura que possibilite vedação adequada e bom isolamento térmico.

É importante salientar que o controle de insetos através da tecnologia da atmosfera controlada já é empregado comercialmente em países da América do Norte, na Europa e na Austrália. No Brasil, os primeiros passos da pesquisa realizada pela Embrapa Milho e Sorgo, sobre o uso de atmosfera controlada pelo CO₂, foram dados em 1991 e, hoje, a perspectiva é de que em breve essa técnica possa ser utilizada comercialmente. A tendência do mercado internacional é negociar grãos sem insetos e sem resíduos, inclusive para obter melhores preços. Como o Brasil pretende tornar-se um exportador de grãos, há necessidade urgente de que a pesquisa promova um avanço tecnológico e proporcione mudanças na forma de combate das pragas de grãos armazenados.

A pesquisa nessa área visa: 1) suprimir ou diminuir o uso de inseticidas de contato, que são misturados diretamente aos grãos para o combate a pragas de grãos armazenados; 2) desenvolver técnicas de hermetização, visando melhorar o desempenho de fumigantes como a fosfina e viabilizar a adoção do CO₂ para o combate a insetos no armazenamento de grãos; 3) contribuir para que o Brasil possa oferecer ao mercado interno e ao comércio exterior grãos de boa qualidade, garantindo a ausência de insetos e de resíduos de inseticidas. Essa linha de pesquisa inclui vários trabalhos:

1 - Atmosfera controlada por CO₂ no combate a *Sitophilus zeamais*, em milho

O primeiro projeto iniciou-se em agosto de 1992, como parte de uma tese de dissertação de mestrado, defendida na Universidade Federal de Lavras, MG, em julho de 1995. Utilizou-se o dióxido de carbono nas concentrações de 20%, 30%, 40%, 50% e 60%, complementado com ar sintético (mistura elaborada em laboratório), visando combater o gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais*. Procurou-se também conhecer eventuais influências do gás na germinação e no vigor de sementes, bem como observar possíveis modificações na composição do milho branco de alta qualidade protéica QPM BR 451. Foram testados os períodos de 5, 10, 15 e 20 dias de exposição dos grãos ao CO₂, nas diferentes doses.

Atmosferas modificadas nas concentrações de 20% e 30% de CO₂ não foram totalmente eficientes no controle dos insetos em nenhum dos quatro períodos de exposição. As concentrações de 50% e 60% de CO₂ foram plenamente eficientes no período de dez dias ou mais, eliminando todas as fases de vida do gorgulho, isto é, de ovo a adulto. Nos períodos de exposição de 15 e 20 dias, a concentração de 40% também proporcionou total controle de todas as fases do inseto. A fosfina (1,0 g p.a./m³) foi utilizada como referência, com cinco dias de exposição. A análise de sementes não apresentou resultados conclusivos no teor de umidade de 12, 5 ± 0,1%, mas não houve influência do dióxido de carbono na germinação e no vigor de sementes. Nas análises químicas, não se detectaram efeitos deletérios sobre a qualidade dos grãos tratados.

2 - Atmosfera controlada por CO₂ + N₂ para combate a *Rhyzopertha dominica*, em trigo

O segundo trabalho foi iniciado em 1995, como parte de uma tese de mestrado da Universidade Federal de Lavras, MG, defendida em maio de 1997. O trabalho constou de cinco tratamentos (0, 30, 40, 50 e 60% de CO₂ completados com N₂), três períodos de exposição (5, 10 e 15 dias), três populações de *Rhyzopertha dominica* (1 - Campo Mourão - CM; 2 - Sete Lagoas - SL; 3 - Santa Rosa - SR) e sete fases de desenvolvimento do inseto (ovo, larva de 1^o, 2^o, 3^o e 4^o instares, pupa e adulto) com três repetições. As diferentes fases da *R. dominica* foram acondicionadas em tecido organza e levadas para câmaras de expurgo de 200 litros, com 75% desse volume repleto de grãos. Essas câmaras foram vedadas com borracha de silicone, para garantir a hermeticidade. Após a vedação das câmaras, injetavam-se os gases contendo diferentes teores de CO₂.

Os resultados obtidos mostraram que todos os teores de CO₂ causaram 100% de mortalidade de adultos das três populações, nos três períodos de exposição utilizados. Em pupas, a mortalidade atingiu 100% no teor de 60% de CO₂, para as três populações, no período de 15 dias de exposição; porém, todos os teores de CO₂ utilizados causaram 100% de mortalidade das pupas da população SR. Para o adequado controle de larvas de diferentes instares, são necessários teores de CO₂ de 50% ou acima. Nos períodos de 10 e 15 dias de exposição, todos os teores de CO₂ causaram 100% de mortalidade dos ovos das três populações avaliadas.

Avaliaram-se também possíveis alterações nas qualidades tecnológicas do trigo BR 10, armazenado sob atmosfera controlada. As amostras com 2 kg de grãos foram acondicionados em um saco de tela vazado e colocadas no interior de

recipientes herméticos, onde foram submetidas à atmosfera controlada durante os três períodos. Posteriormente, foram realizadas análises químicas dos grãos e análises químicas, físicas e reológicas da farinha extraída dos grãos armazenados. Os teores de CO₂ causaram alteração no teor de proteína do grão. Na farinha, os teores de CO₂ modificaram a absorção de água, obtida no farinógrafo, e a relação P/L (sobreprensão máxima/abscissa média de ruptura) e o valor de W (trabalho de deformação da massa) obtidos no alveógrafo. Entretanto, essas modificações não comprometeram a qualidade da farinha. Os demais parâmetros estudados não apresentaram alterações significativas.

3 - Atmosfera controlada por CO₂ + N₂ no combate a *Zabrotes subfasciatus*, em feijão

As pragas mais importantes que atacam os grãos de feijão durante o armazenamento são *Acanthocelides obtectus* e *Zabrotes subfasciatus*, conhecidos como carunchos-do-feijão. Os prejuízos estão relacionados à redução de peso, depreciação da qualidade e queda do poder germinativo de sementes, além da depreciação comercial, pela presença de insetos adultos, ovos, larvas, pupas, fragmentos e excrementos. Estimativas de perdas em relação à produção de feijão no Brasil giram em torno de 20 a 30%.

A atmosfera controlada, através do uso de misturas de dióxido de carbono e nitrogênio, como método de controle de pragas, está sendo pesquisada em países desenvolvidos, em substituição à utilização de produtos químicos. O objetivo deste trabalho consiste em avaliar as possíveis alterações na qualidade alimentar do feijão variedade Carioca - Pérola em relação à utilização da atmosfera controlada pelo dióxido de carbono para combater o caruncho-do-feijão, *Zabrotes subfasciatus*, em todas as fases de vida. Estão sendo avaliadas também a germinação de sementes e as qualidades físicas e químicas de grãos expostos às diversas concentrações de CO₂ + N₂.

O experimento está sendo conduzido na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, como parte de uma dissertação de mestrado da Universidade Federal de Lavras, MG a ser defendida no 2º semestre de 1997. O material de estudo é o feijão, cultivar Carioca - Pérola. Está sendo realizada uma criação artificial para se poder avaliar todas as fases do inseto, ou seja, ovos, larvas, pupas e adultos. As câmaras de fumigação compõem-se de tambores de 200 litros de capacidade, modificados para atender à condição de hermeticidade e de entrada e saída de gases. Os tratamentos são os seguintes: testemunha (ar ambiente); controle (1,0 g de p.a de fosfina/m³); 30% de CO₂ + 70% de N₂, 40% CO₂ + 60% N₂, 50% CO₂ + 50% N₂, 60% CO₂ + 40% N₂. Os períodos de exposição a serem estudados serão de 5, 10, 15 e 20 dias. O trabalho encontra-se em fase final de coleta de dados.

4 - Atmosfera controlada por misturas de CO₂ e fosfina no combate de *Sitophilus zeamais* e *Rhyzopertha dominica* em milho e trigo armazenados

Essa pesquisa objetiva o desenvolvimento e teste de uma formulação de teores de dióxido de carbono em misturas com diferentes teores de fosfina. Será considerado também o período de exposição requerido pelo gás para ser plenamente eficaz no controle de todas as fases de *Sitophilus zeamais* e de *Rhyzopertha*

dominica. Serão utilizados o milho de alta qualidade protéica BR 2121 e o trigo BR10.

Os experimentos serão conduzidos na Embrapa Milho e Sorgo, durante os anos de 1997 e 1998. As câmaras de fumigação a serem utilizadas serão compostas por tambores comerciais de 200 ℓ de capacidade, que sofrerão modificações, para atenderem à condição de hermeticidade e de entrada e saída de gases. A vedação da tampa será efetuada com vedante silicone. Nos tambores preenchidos com milho (quando se trabalhar com *S. zeamais*) e trigo (quando se trabalhar com *R. dominica*), serão inseridas amostras de 50 g de grãos, infestados com as diversas fases de desenvolvimento dos insetos (ovo, larvas de 1º, 2º, 3º e 4º instares, pupa e adulto) em tecido permeável à passagem dos gases (organza - para o milho) e copos de plástico de 100 ml de capacidade (para o trigo).

A fumigação será conduzida em intervalos de 12, 24, 36 e 48 horas, inicialmente, podendo variar de acordo com o comportamento dos insetos. Para o estabelecimento de combinações de gases e períodos de exposição, serão realizadas injeções com concentrações medianas de gases, em períodos de exposição médios. Será conduzida uma fumigação com fosfina, na dose usualmente utilizada comercialmente, visando constatar a existência ou não de resistência por parte dos insetos-alvo. As doses de fosfina a serem utilizadas serão 100 ppm, 200 ppm, 400 ppm e 600 ppm. Os teores de CO₂ serão de 10, 20, 30 e 40%, em diversas combinações, totalizando 16 combinações. Serão incluídas também amostras de sementes dos grãos de milho e trigo, visando a análise posterior de sua germinação e vigor, quando expostas às diversas combinações de gases. Também serão realizadas análises tecnológicas nos grãos tratados, visando-se a constatação (ou não) de modificações em suas características. As análises serão conduzidas na Embrapa Agroindústria de Alimentos e constarão de farinografia, alveografia, tempo de desenvolvimento de massa e amilografia. Esse trabalho é parte do projeto de tese de doutorado a ser defendida até dezembro de 1998, na Feagri/Unicamp, Campinas/SP.

Os beneficiários dos resultados positivos sobre o uso de atmosfera controlada com dióxido de carbono puro ou em misturas com nitrogênio ou fosfina são: 1) a sociedade, diretamente, pelo consumo de produtos não danificados por insetos e não portadores de resíduos tóxicos de inseticidas; 2) o mercado, através da possibilidade de encontrar, para os grãos, compradores que valorizem a qualidade e paguem melhores preços; 3) a Embrapa Milho e Sorgo, como agente precursor de avanços tecnológicos na agropecuária brasileira; 4) os pesquisadores, pelo cumprimento de sua função de descobrir alternativas.

Trabalhos publicados e em processo de publicação em função dessa pesquisa:

GONÇALVES, R.A. **Preservação da qualidade tecnológica de trigo (*Triticum aestivum* L.) e controle de *Rhyzopertha dominica* (F.) durante o armazenamento em atmosfera controlada com CO₂ e N₂. Lavras: UFLA, 1997. 52p. Tese Mestrado.**

GONÇALVES, R.A.; SANTOS, J.P.; CHANDRA, P.K. **Controle de *Rhyzopertha dominica* em trigo através da atmosfera controlada com teores de CO₂. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 7., 1997, Salvador, BA. Resumos..., Salvador: SEA: 1997. p.179.**

- GONÇALVES, R.A.; SANTOS, J.P.; CHANDRA, P.K.; GERMANI, R. Controle de *Rhyzopertha dominica* F. (Coleoptera: Bostrichidae) em todas as fases de desenvolvimento pela atmosfera controlada com CO₂ em trigo armazenado. Trabalho em revisão na PAB nº 97258.
- GONÇALVES, R.A.; GERMANI, R., SANTOS, J.P.; CHANDRA, P.K. Preservação da qualidade tecnológica de trigo (*Triticum aestivum* L.) armazenado em atmosfera controlada com CO₂ e N₂. Trabalho em revisão na PAB nº 97259.
- SANTOS, D. S. Viabilização da atmosfera modificada pelo CO₂ na manutenção das qualidades do milho (*Zea mays* L.) durante o armazenamento. Lavras: UFLA, 1995. 72p. Tese Mestrado.
- SANTOS, D. S.; SANTOS, J.P.; VILELA, E.R. Viabilização da atmosfera controlada com CO₂ no controle de *Sitophilus zeamais* em milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 16., ENCONTRO NACIONAL DE FITOSSANITARISTAS, 7., 1997, Salvador, BA, Resumos..., Salvador: SEB, 1997. p.178.
- SANTOS, D.S.; SANTOS, J.P.; VILELA, E.R. Viabilização da atmosfera modificada pelo CO₂ na manutenção das qualidades do milho (*Zea mays* L.) durante o armazenamento. Trabalho em revisão na PAB n. 97266.
- SANTOS, D. S. Utilização de atmosfera modificada por combinação de teores de dióxido de carbono com fosfina visando o controle do *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855, e *Rhyzopertha dominica* Fabricius, 1792, em milho QPM e trigo durante o armazenamento. Campinas, UNICAMP, 1997 Tese Doutorado em andamento.
- SANTOS, J.P. Novas tecnologias para a armazenagem de grãos. *Jornal de Sete Lagoas*, Sete Lagoas, n.15, 1991.
- TOMÉ, P.H.F. Atmosfera controlada pelo CO₂ no controle de *Zabrotes subfasciatus* (Both, 1833), visando a preservação das qualidades nutricionais de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), durante o armazenamento. Lavras: UFLA, 1997. (Tese Mestrado em conclusão).