

Nestor Roque Simioni¹,
Lúcia Helena Pereira Nóbrega²,
Adriano Divino de Lima Afonso³,
Danielle Medina Rosa⁴,
Márcia Maria Mauli⁴

**PROPRIEDADES FÍSICAS DE GRÃOS
DE MILHO E TRIGO TRATADAS COM
TERRA DE DIATOMÁCEAS**

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar alterações nas propriedades físicas de grãos armazenados de milho e trigo sob tratamento com terra de diatomáceas para controle de insetos. Os grãos foram armazenados em embalagens de 500 g, sendo 18 embalagens com grãos tratados com terra de diatomáceas e 18 com grãos sem tratamento, para milho e trigo. As variações do teor de água, massa específica e massa de 1000 grãos para trigo e 100 grãos para milho foram avaliadas durante o período de 0 a 126 dias de armazenamento, em intervalos de 21 dias. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de significância. Observou-se para os grãos de milho que não houve diferença estatística para teor de água e massa de 1000 grãos; no entanto, para a massa específica houve diferença entre grãos tratados e não tratados, sem alterar a qualidade comercial. Para o trigo, foi observada diferença significativa no peso do hectolitro, não sendo verificada para massa de 1000 grãos. O teor de água não apresentou alterações no período de 0 a 84 dias. Aliado ao reconhecido efeito controlador de insetos da terra de diatomáceas recomenda-se seu uso no tratamento de grãos analisados sem prejuízo na qualidade.

PALAVRAS-CHAVE: armazenamento, pós-inertes, *Sitophilus zeamais*.

**PHYSICAL PROPERTIES OF CORN AND WHEAT GRAINS TREATED
WITH DIATOMACEOUS EARTH**

SUMMARY: This trial aimed to evaluate the physical alterations of stored

Data de recebimento: 28/01/10. Data de aceite para publicação: 04/03/10.

¹ Engenheiro Agrícola. Ágape Design.

² Professora Associada da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – CCET.

³ Professor Adjunto da Universidade Estadual do Oeste do Paraná – CCET.

⁴ Bióloga doutoranda - PGEAGRI

grains as maize and wheat crops, under treatment with diatomaceous earth to control insects. Changes in water content, specific mass and mass of 1000 grains were evaluated from 0 to 126 days of storage at 21-day intervals. Grains were stored in 500 g packages, so that 18 of them were packed with grains treated with diatomaceous earth and 18 received untreated seeds for both maize and wheat. Variations of water content, specific density and mass of 1,000 seeds for wheat and 100 grains for maize were evaluated from 0 to 126 days of storage at 21-day intervals. Data were obtained according to the analysis of variance and averages were compared by the Tukey test at 5% significance. It was observed that, for maize grains, there was no statistical difference for water content and weight of 100 grains. However, for the specific mass, there was a significant difference between treated and untreated grains, which did not change their commercial quality. There was also a significant difference on hectolitre weight for wheat, although this was not recorded for the mass of 1,000 grains. The water content did not show any change from 0 to 84 days. In addition to the recognized effect of controlling insects of diatomaceous earth, it is recommended to be used in the treatment of grains analyzed without any problem in quality.

KEYWORDS: storage, inert powders, *Sitophilus zeamais*.

INTRODUÇÃO

Os insetos que atacam os grãos armazenados possuem alta capacidade reprodutiva e elevado potencial destrutivo, provocando perdas qualitativas e quantitativas significantes durante o armazenamento. A presença de insetos nos diferentes produtos agrícolas representa grande importância econômica devido aos diferentes tipos de danos provocados, resultando em deságios e em alguns casos, na recusa do produto durante a comercialização (PINTO JR., 2008).

O uso de inseticidas químicos para o controle de insetos de grãos armazenados tem sido preocupação constante dos especialistas da área, pois, podem apresentar riscos para o homem, animais domésticos e o meio ambiente, através de resíduos presentes nos produtos, subprodutos e alimentos. O controle populacional é, geralmente, feito preventivamente mediante a pulverização de inseticidas líquidos sobre os grãos na correia transportadora ou, curativamente, na forma de expurgo com fosfina, sem considerar níveis de controle (PUZZI, 1986).

Arthur (1996) atribuiu a redução do uso de inseticidas em grãos armazenados ao aumento de populações resistentes e à disponibilidade de outras estratégias de manejo, como o uso de pós-inertes. Dentre os pós-inertes, a terra de diatômáceas destaca-se no controle de pragas de grãos armazenados. Diversos estudos já demonstraram o potencial de controle desse produto sobre os principais insetos de armazenamento

(GOLOB, 1997). Conforme Lorini *et al.* (2003), os pós-inertes a base de terra de diatomáceas constituem alternativa para o produtor de sementes controlar as pragas durante o armazenamento, por meio do tratamento preventivo.

A terra de diatomáceas é constituída basicamente por agregado submicroscópico de cristais desordenados de sílica amorfa hidratada (SiO_2), a qual fica adsorvida à cera epicular dos insetos, causando a morte por desidratação (JACKSON e WEBLER, 1994). Apresenta vantagens importantes em relação aos inseticidas convencionais como: efeitos residuais duradouros, não deixam resíduos tóxicos nos grãos, tem baixa toxicidade para mamíferos; não é tóxica para animais domésticos e operadores, e não causam contaminação ambiental. No Brasil, por diversos autores, é aplicada por polvilhamento ou pulverização contra diversas espécies de insetos em diferentes grãos e sementes a granel (RUPP 1996; DUPCHAK, 1997; MARIANO *et al.*, 2006; COUTINHO *et al.*, 2006; ALVES *et al.*, 2008; CERUTI *et al.*, 2008). E, de acordo com Antunes (2004), uma única aplicação é suficiente para proteger as sementes, assegurando sua qualidade, evitando o ataque de pragas desde o recebimento, passando pelo processamento, armazenagem, até o momento da comercialização.

Mediante ao exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar possíveis alterações nas propriedades físicas de grãos de milho e trigo tratados com terra diatomácea para controle de insetos durante o armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas, do Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em Cascavel, PR.

Os tratamentos constituíram de: 18 kg de grãos de milho híbrido COODETEC CD 308 tratados com Carbofuram e 18 kg da variedade de trigo COODETEC CD 104. Dessas quantidades, 9 kg de cada grão foram tratados com terra de diatomáceas e 9 kg permaneceram sem tratamento. A dosagem usada foi à comercial recomendada, ou seja, 1kg de terra de diatomáceas por tonelada de grãos.

Os grãos tratados e não-tratados foram colocados em sacos plásticos de polietileno com 1 mm de espessura, e em cada embalagem foi colocada uma quantidade de 500 g de grãos. Os grãos tratados com e sem terra de diatomáceas, foram separados em 18 embalagens

plásticas, caracterizando os tratamentos: milho sem tratamento (MS), milho com terra de diatomáceas (MC), trigo sem tratamento (TS) e trigo com terra de diatomáceas (TC). Esse procedimento foi realizado em 16 de maio de 2007. As embalagens com os produtos foram mantidas em condição ambiente de laboratório, onde permaneceram armazenadas por aproximadamente cinco meses.

A cada 21 dias após o tratamento, três embalagens contendo 500 g de cada tratamento (MS, MC, TS e TC) foram retiradas aleatoriamente e feitas às seguintes avaliações:

Teor de água: No início do experimento e a cada 21 dias, o teor de água foi determinado pelo método da estufa a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ por 24 horas (BRASIL, 2009). Após 21 dias do início do experimento, três embalagens de cada tratamento foram retiradas aleatoriamente, sendo retiradas duas sub-amostras de aproximadamente 5 g de cada embalagem para a determinação do teor de água, constituindo seis repetições por tratamento. Esse procedimento foi repetido até o fim do experimento, em intervalos de 21 dias, sendo os resultados expressos em porcentagem.

Peso do hectolítro (PH): foi obtido por meio de balança com volume de recipiente equivalente a 1/4 L, em que foi avaliada, a massa específica de milho e de trigo, em três repetições, para cada tratamento, no início do experimento e a cada 21 dias. Os valores de pesagem foram transformados para $\text{kg } 100 \text{ L}^{-1}$.

Massa de 1000 grãos para trigo e 100 grãos para milho: foram pesadas três repetições de 100 grãos de cada embalagem, sendo os resultados expressos em gramas (BRASIL, 2009).

A análise estatística aplicada aos dados obtidos neste estudo foi avaliada por meio do software ESTAT (UNESP, 1991) e submetida à análise de variância, e comparação de médias pelo método de Tukey ao nível de 5% de significância. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as médias para teor de água de grãos de trigo sob armazenamento tratado e não tratado com terra de diatomáceas nos períodos de amostragem.

Tabela 1 Médias para teor de água (%) de grãos de trigo armazenado sob tratamento com terra de diatomáceas nos períodos de amostragem 0, 21, 42, 63, 84, 105 e 126 dias de armazenamento

Tratamento	Teor de Água(%)						
	0	21	42	63	84	105	126
	dias						
Tratados	15,6 A	14,5 A	14,3 A	14,2 A	15,0 A	12,6 B	14,1 B
Não Tratados	15,6 A	14,6 A	14,4 A	13,9 A	15,4 A	13,5 A	15,1 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem significativamente, pelo teste de Tukey a 5%.

A partir destes resultados, observa-se diferença significativa para teor de água apenas aos 105 e 126 dias, sendo estes valores mais elevados nos grãos não tratados. A diferença entre o teor de água, provavelmente, pode estar relacionada à diferença verificada na variação do peso do hectolitro. Conforme Brooker e Bakker-Arkema (1992), o teor de água depende do peso do hectolitro e vice versa.

Deve-se ressaltar que os valores observados estavam acima do regulamentado adotado pela legislação vigente, em termos de padrões de identidade e qualidade do trigo (BRASIL, 1999) que é de 13%.

Na Tabela 2 são apresentadas as médias para peso do hectolitro dos grãos de trigo armazenados, tratado e não tratado com terra de diatomáceas nos períodos de amostragem.

Tabela 2 Médias para peso do hectolitro do trigo armazenado tratado e não tratado com terra de diatomáceas nos períodos 0, 21, 42, 63, 84, 105 e 126 dias de amostragem

Tratamento	Peso do hectolitro (kg 100L ⁻¹)						
	0	21	42	63	84	105	126
	dias						
Tratados	73,32 B	73,28 B	73,59 B	73,85 B	73,54 B	73,24 B	73,35 B
Não Tratados	78,57 A	78,55 A	78,79 A	78,75 A	79,05 A	78,75 A	78,88 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Observou-se diferença entre os grãos tratados e não tratados, sendo maior o peso do hectolitro para estes últimos. Porém, todos os valores encontram-se acima de 70, o mínimo exigido para padronização da comercialização do trigo. Isto mostra que o tratamento com terra de

diatomáceas não impede a comercialização, neste aspecto (AMBROSI *et al.*, 2000; IAPAR, 2000; COELHO, 2001; VIEIRA, 2002).

Na Tabela 3 são apresentadas as médias para massa de 1000 grãos para trigo armazenado tratado e não tratado com terra de diatomáceas nos períodos de amostragem.

Tabela 3 Médias para massa de 1000 grãos para grãos de trigo armazenado tratado e não tratado com terra de diatomáceas nos períodos 0, 21, 42, 63, 84, 105 e 126 dias de amostragem

Tratamento	Massa de 100 grãos (g)						
	0	21	42	63	84	105	126
	dias						
Tratados	40,33 A	41,70 A	42,20 A	41,90 A	41,57 A	41,27 A	40,97 A
Não Tratados	40,00 A	42,33 A	41,60 A	40,80 A	40,57 A	40,58 A	40,60 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância

De acordo com os resultados obtidos para este parâmetro, não foram observadas diferenças para a massa de 1000 grãos entre grãos tratados e não tratados nos períodos de amostragem avaliados, corroborando com SMIDERLE e CICERO (1998) os quais já haviam constatado o mesmo resultado em sementes de milho.

Pinto JR *et al.* (2008) estudaram a resposta de *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.) à concentrações de terra de diatomáceas em trigo armazenado a granel e concluíram que a espécie *S. oryzae* atingiu 100% de mortalidade somente no 14° dia de exposição na concentração de 750 g t⁻¹. Entretanto, *C. ferrugineus* foi a espécie mais suscetível ao tratamento com terra de diatomáceas, atingindo 100% de mortalidade à 500 g t⁻¹ já no 4° dia de armazenamento. Estes autores, portanto, afirmam que a terra de diatomáceas utilizada apresenta nível de controle satisfatório, e pode ser utilizada em programas de manejo de insetos em trigo armazenado. E este manuscrito demonstra que o uso de terra de diatomáceas não impede a comercialização considerando as características físicas dos grãos aqui estudados.

Na Tabela 4 são apresentadas as médias para teor de água para grãos milho armazenados tratado e não tratado com terra de diatomáceas, nos períodos de amostragem.

Tabela 4 Médias para teor de água para grãos de milho armazenados, tratado e não tratado com terra de diatomácea, nos períodos 0, 21, 42, 63, 84, 105 e 126 dias de amostragem

Tratamento	Teor de Água (%)						
	0 dias	21 dias	42 dias	63 dias	84 dias	105 dias	126 dias
Tratados	12,9 A	11,9 A	12,0 A	11,8 A	13,3 A	12,9 A	12,3 A
Não Tratados	12,9 A	11,9 A	11,6 A	11,7 A	13,6 A	13,2 A	12,7 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância

Não se observaram diferenças para teor de água entre grãos tratados e não tratados em todos os períodos avaliados, concordando com Pinto JR. (1994) que notou que o teor de água dos grãos tratados com terra de diatomáceas manteve-se estável por longo período de tempo (300 dias). Os valores observados estão de acordo com os 13% estabelecidos pela Embrapa Milho (2007), sendo adequados para o armazenamento.

Nos trabalhos de Smiderle e Cicero (1999), os teores de água das sementes de milho ficaram entre 9,9 e 12,1%, abaixo do encontrado neste trabalho, o que pode ter ocorrido em função das condições climáticas durante a realização do experimento.

Na Tabela 5 são apresentadas as médias para peso do hectolitro de grãos de milho armazenado tratado e não tratado com terra de diatomáceas nos períodos de amostragem.

Tabela 5 Médias para peso do hectolitro para grãos de milho armazenados tratado e não tratado com terra de diatomáceas nos períodos 0, 21, 42, 63, 84, 105 e 126 dias de amostragem

Tratamento	Peso do hectolitro (kg 100L ⁻¹)						
	0 dias	21 dias	42 dias	63 dias	84 dias	105 dias	126 dias
Tratados	71,90 B	72,34 B	72,20 B	72,57 B	72,36 B	72,13 B	72,33 B
Não Tratados	73,63 A	74,85 A	75,39 A	74,94 A	75,30 A	74,99 A	75,10 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Foi possível observar que houve diferença entre os grãos tratados dos não tratados, sendo maior o peso do hectolitro para os grãos não tratados, em todos os períodos avaliados, mas sendo os valores médios próximos aos encontrados por Caneppele (2003) que foram de 75, 73 e

79 kg L⁻¹.

Apesar de ser utilizado na indústria como um indicador do rendimento no processamento e na qualidade final do produto, a determinação do peso do hectolitro não é um parâmetro adotado pelos

padrões de classificação e comercialização de milho no Brasil e na Argentina (CANEPPELE, 2003).

Na Tabela 6 são apresentadas as médias para massa de 100 grãos para milho armazenado tratado e não tratado com terra de diatomáceas nos períodos de amostragem.

Tabela 6 Médias para massa de 100 grãos de trigo armazenado tratado e não tratado com terra de diatomáceas nos períodos 0, 21, 42, 63, 84, 105 e 126 dias de amostragem

Tratamento	Massa de 1000 grãos (kg)						
	0 dias	21 dias	42 dias	63 dias	84 dias	105 dias	126 dias
Tratados	31,94 A	32,13 A	32,18 A	32,06 A	31,80 A	31,74 A	31,87 A
Não Tratados	31,85 A	32,04 A	31,88 A	31,71 A	31,98 A	31,88 A	31,68 A

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Não foram observadas, da mesma forma que para os grãos de trigo, diferenças significativas para massa de 100 grãos em todos os períodos avaliados, conforme também já observado por Smiderle e Cicero (1998).

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi realizado o experimento, foi possível concluir que o uso da terra de diatomáceas não causa prejuízo à qualidade física de grãos de trigo e milho durante o armazenamento. Aliado ao fato de reconhecido efeito controlador de insetos da terra de diatomáceas, recomenda-se seu uso no tratamento de grãos analisados sem prejuízo na qualidade.

REFERÊNCIAS

ARTHUR, F. H. Grain protectants: current status and prospects for the future. **Journal of Stored Products Research**, Lanham, v. 32, n.5 p.293-302. 1996.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, Secretaria de Defesa Agropecuária. - Mapa/ACS, 399 p. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 1, 27 jan. 1999. Norma de Identidade e Qualidade do Trigo. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 27 jan. 1999, Seção 1, n. 20, p. 3

BROOKER, D. B.; BAKKER-ARKEMA, F. W.; HALL, C. H. **Dryng and storage of grains and oilseeds**. Westport: AVI, p. 450, 1992.

CANEPELE, C. **Avaliação das perdas quantitativas e da qualidade física e sanitária do grão de milho (*Zea mays* L.) da colheita até a secagem**. 2003. Tese (Doutorado em Entomologia), Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba-PR 2003.

CERUTI, F. C.; LAZZARI, S. M. N.; LAZZARI, F. A.; PINTO JUNIOR, A. R. Efficacy of diatomaceous earth and temperature to control the maize weevil in stored maize. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 9, n.1, p. 73-78, 2008.

COELHO, C. N. 70 anos de política agrícola no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, ano X, n.3, 2001.

COUTINHO, R. L. B. C.; OLIVEIRA, J. V; GONDIM JUNIOR, M. G. C. CÂMARA, C. A. G. Efeito residual de inseticidas naturais no controle de *Sitophilus zeamais* Mots. em milho armazenado. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.19, n.2, p.183-191, 2006.

DUPCHAK, L. **Detecção de sujidades e avaliação de uma formulação de pós-inertes para o controle de insetos em grãos e farinhas de trigo**. Curitiba, PR. 1997. 97f. Dissertação (Mestrado em Entomologia), Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba-PR. 1997.

EMBRAPA MILHO. **Cultura do milho**. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/perguntas/colheita2.html>>. Acesso em: 07 dez 2007.

GOLOB, P. Current status and future perspectives for inert dusts for control of stored product insects. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v, 33, n. 2/3, p.69-70, 1997.

IAPAR - Instituto Agrônomo do Paraná. **Cadeia produtiva do trigo**. Diagnóstico e demandas atuais no Paraná. Londrina, 2000.

JACKSON, K.; WEBLEY, D. Effects of dryacide on the physical properties of grains, pulses and oilseeds. In: **Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored Product Protection**. Canberra, Austrália. 1994.

LORINI, I.; MORÁS, A.; BECKEL, H. **Tratamento de sementes armazenadas com pós inertes à base de terra de diatomáceas**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 4 p. html (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 113).

MARIANO, F. D.; SANTOS, S.; SANTOS, F. F. Utilização de terra de diatomácea como alternativa no controle de insetos em grãos de trigo armazenados. **Revista Analytica**, São Paulo, n.24, p. 60-64, 2006.

PINTO JR., A. R. **Utilização de terra diatomácea no controle de insetos de grãos armazenados**. Curitiba, PR. 1994. 80 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia), Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba-PR. 1994.

PINTO JR., A. R. Eficiência de terra de diatomáceas no controle de algumas pragas de milho armazenado a granel. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v.15, n.1, p. 61-70, 2008.

PINTO JR, A. R. ; LAZZARI, F. A.; LAZZARI, S. M. N.; CERUTI, F. C. Resposta de *Sitophilus oryzae* (L.), *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) e *Oryzaephilus surinamensis* (L.) a diferentes concentrações de terra de diatomácea em trigo armazenado a granel. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.8, p. 2103-2108, 2008.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenamento de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. 603p, 1986.

RUPP, M. M. M. **Detecção de sujidades e avaliação do pó inerte para o controle de insetos em cevada cervejeira e malte armazenados**. Curitiba, PR. 1994. 80 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia), Universidade Federal do Paraná – UFPR. Curitiba-PR. 1996.

SMIDERLE O. J.; CICERO S. M. **Tratamento inseticida e qualidade de sementes de milho durante o armazenamento**. Piracicaba, SP. 1998. 60 f. Tese de (Doutorado em produção vegetal) USP, Piracicaba-SP. 1998.

SMIDERLE, O. J.; CICERO, S. M. Tratamento inseticida e qualidade de sementes de milho durante o armazenamento. **Scientia Agricola**, Piracicaba. v.56, n.4, p.1245-1254, 1999.

UNESP - **Sistema para análise estatística** – STAT. V.2.0. Jaboticabal. Universidade Estadual Paulista - Unesp, 1991.

VIEIRA, A. C. M. **Estudo da competitividade da cadeia agroindustrial do trigo: ênfase no segmento primário do Paraná**. 2002. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 158 p., 2002.