

---

## QUALIDADE DE MILHO ARMAZENADO E INFESTADO POR *Sitophilus zeamais* E *Tribolium castaneum*

Ernandes Rodrigues de Alencar<sup>1</sup>, Lêda Rita D'Antonino Faroni<sup>2</sup>, Laíne Garcia Ferreira<sup>3</sup>, André Rodrigues da Costa<sup>4</sup>, Marco Aurélio Guerra Pimentel<sup>5</sup>

### RESUMO

Avaliou-se, neste trabalho, a qualidade de grãos de milho durante o armazenamento, em decorrência da infestação por *Tribolium castaneum*, *Sitophilus zeamais* e associação entre eles. Grãos de milho, colhidos com 20 % b.u. de teor de água, foram secos, fumigados e posteriormente armazenados, em porções de 40 kg em 60 recipientes metálicos com capacidade de 229 litros, em condição ambiente de Viçosa-MG. Do total de recipientes, 15 foram infestados com 20 insetos adultos de *S. zeamais*; 15, com 20 insetos adultos de *T. castaneum*; 15, com 10 insetos adultos de *S. zeamais* e 10 de *T. castaneum*, e 15 foram mantidos sem infestação. Em seguida, e a cada 45 dias, durante 180 dias, foram retiradas amostras de 1 kg para avaliação dos grãos quanto ao teor de impurezas, ao teor de matéria estranha, ao teor de água, à massa específica aparente, ao índice de danos, ao percentual de grãos infestados e ao teor de fragmentos de insetos. A massa específica aparente variou apenas de acordo com o período de armazenamento. Quanto ao teor de impurezas e matéria estranha, ao índice de danos, ao percentual de grãos infestados e à estimativa do número de insetos na massa de grãos, verificou-se variação no produto infestado com *S. zeamais* e associação de *S. zeamais* e *T. castaneum*. Pode-se concluir que a infestação do milho por *S. zeamais* e associação de *S. zeamais* e *T. castaneum*, durante o armazenamento, reduz a qualidade final do produto, por causa do aumento da incidência de grãos danificados, da presença de fragmentos de insetos e do índice de infestação, que são parâmetros qualitativos comercialmente adotados na cotação do produto nos diferentes mercados consumidores.

**Palavras-chave:** perdas qualitativas, infestação, armazenamento.

## QUALITY OF STORED CORN INFESTED BY *Sitophilus zeamais* AND *Tribolium castaneum*

### ABSTRACT

Corn grain quality during storage was evaluated due to the damages caused by *Tribolium castaneum* and *Sitophilus zeamais* infestation and the association between them. Corn grains harvested with 20% w.b. moisture content were dried, fumigated and stored in 40-kg portions into 60 metallic 229-L metal containers under room conditions in Viçosa-MG. Fifteen containers were infested with 20 adults of *S. zeamais*, 15 with 20 adults of *T. castaneum*, 15 were infested with 10 adults of *S. zeamais* and 10 of *T. castaneum*, and 15 were kept without infestation. Soon afterwards and every 45 days, during 180 days, 1-kg samples were collected for grain evaluation in relation to moisture content, impurity content, foreign materials, apparent specific mass, damage index, percent of infested grains and content of insect fragments. The apparent specific mass only varied with storage period. Impurity content and foreign matter, damage index, percentage of infested grains and estimate of the number of insects in the grain mass varied in grains infested with *S. zeamais* and the association *S. zeamais* with *T. castaneum*. The results led to the conclusion that corn infestation by *S. zeamais* and association *S. zeamais* with *T. castaneum*, during storage, reduces grain final quality because of the increase in the incidence of damaged grains, presence of insect fragments and infestation index, which are qualitative parameters commercially adopted for corn grain quotation in different consumer markets.

**Keywords:** qualitative losses, infestation, storage.

---

### Recebido para publicação em 02/07/2008. Aprovado em 15/03/2010

1- Engenheiro Agrícola e Ambiental, Doutorando em Engenharia Agrícola, Depto. de Eng. Agrícola, UFV, Viçosa, MG, ernandesalencar@umb.br

2- Engenheira Agrônoma, Prof<sup>a</sup>. Associada, Depto. de Eng. Agrícola, UFV, Viçosa, MG, lfaroni@ufv.br

3- Estudante de Eng. Agrícola e Ambiental, Bolsista de Iniciação Científica do CNPq, Depto. de Eng. Agrícola, UFV, Viçosa: [lainegafe@yahoo.com.br](mailto:lainegafe@yahoo.com.br)

4- Estudante de Eng. Agrícola e Ambiental, Bolsista de Iniciação Científica do CNPq, Depto. de Eng. Agrícola, UFV, Viçosa: [ardcosta@yahoo.com.br](mailto:ardcosta@yahoo.com.br)

5- Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Entomologia, Depto. de Biologia Animal, UFV, Viçosa, MG, marco@insecta.ufv.br

## INTRODUÇÃO

A estimativa para colheita da safra de grãos 2007/08, no Brasil, é de 143 milhões de toneladas (BRASIL, 2008). Entretanto, a produção agrícola brasileira precisa avançar na direção das exigências internacionais, para alcançar os mercados externos, e é essencial que a disponibilidade de grãos seja consolidada pelo desenvolvimento de eficientes práticas de armazenagem, para minimizar perdas tanto qualitativas como quantitativas. A magnitude dessas perdas depende das características geográficas e climáticas locais, da quantidade a ser armazenada, além do nível tecnológico no setor pós-colheita (QUEZADA *et al.*, 2006). Outro aspecto importante é o fato de que a massa de grãos armazenados pode ser infestada por mais de uma espécie de insetos-praga (FARONI; SILVA, 2000). Para Fontes *et al.* (2003), as perdas causadas pelos insetos-praga, durante o armazenamento dos grãos, podem equivaler ou, mesmo superar aquelas provocadas pelas pragas que atacam a cultura no campo.

De acordo com Neethirajan *et al.* (2007), o ataque de insetos-praga a grãos, durante o armazenamento, pode ocasionar tanto perdas qualitativas quanto quantitativas. Os danos causados por insetos em produtos armazenados podem ser, dentre outros, a redução da matéria seca, a contaminação por insetos vivos e mortos, a presença de dejetos e fragmentos e a conseqüente depreciação comercial (VENKATRAO *et al.*, 1958, CANEPPELE *et al.*, 2003). Todavia, quando os grãos são acondicionados adequadamente, segundo Reed (1987), a perda de peso causada pelas pragas é insignificante. Por outro lado, a presença de excrementos e despojos dos insetos pode ser suficiente para prejudicar o aspecto visual das farinhas e outros subprodutos dos grãos. Além disso, certas excreções, como as quinonas produzidas por *Tribolium* sp. (PEDERSEN, 1992), causam odores que permanecem nos produtos finais ou prejudicam suas propriedades culinárias. Já o inseto-praga *Sitophilus zeamais*, vulgarmente conhecido como gorgulho do milho, pode causar destruição quase completa dos grãos de milho em armazéns, navios ou outros locais onde as condições são favoráveis ao seu desenvolvimento (CASELLA *et al.*, 1998).

O padrão brasileiro de classificação e comercialização de grãos de milho permite, no máximo, 11, 18 e 27 % em peso, de grãos avariados para os tipos 1, 2 e 3, respectivamente (BRASIL,

1976). Grãos avariados são grãos prejudicados por diferentes causas, tais como imaturos, fermentados e carunchados. Grãos carunchados são grãos ou pedaços de grãos danificados ou infestados por insetos vivos ou mortos.

Para efeito de comparação com grandes produtores e exportadores de milho, verifica-se que o Canadá e a Austrália são os mais rigorosos em relação às pragas de grãos, pois se algum lote infestado é detectado em qualquer etapa da comercialização, sua origem é verificada pelos inspetores e a unidade armazenadora tem sua licença caçada até que se faça sua limpeza total (STOREY, 1988). Já o padrão dos Estados Unidos parece não ser tão rigoroso quanto o canadense, pois considera somente os insetos vivos, bastando apenas uma fumigação para que se obtenha o certificado (FLEMING *et al.*, 1990; HAGSTRUM; FLINN, 1992). No entanto, o órgão responsável pelo controle de qualidade dos alimentos condena farinhas que contenham mais de 75 fragmentos de insetos por 50 gramas. Verifica-se que a relação entre o número de insetos e o número de fragmentos na farinha depende de muitos fatores, incluindo a condição de vivo ou morto e o processo de limpeza utilizado (LISCOMBE, 1962). Dada uma média de 13,7 fragmentos por inseto, 75 fragmentos por 50 gramas são equivalentes a 109,5 insetos por quilograma, que permaneceram nos grãos depois da limpeza (HAGSTRUM; FLINN, 1992).

Para justificar a importância da relação entre o armazenamento e o desenvolvimento de insetos, basta dizer que a própria moagem seca, realizada pelas indústrias, em que os grãos são triturados sucessivas vezes, não é capaz, por exemplo, de matar larvas e ovos do *Tribolium* sp. (HAGSTRUM, 1996).

Em vista do exposto, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a perda qualitativa dos grãos de milho infestados, ou não, com os insetos-praga *Sitophilus zeamais*, *Tribolium castaneum* e a associação deles, durante o armazenamento.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Pré-Processamento e Armazenamento de Produtos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Viçosa.

Utilizaram-se grãos de milho (*Zea mays*), colhidos com teor de água de aproximadamente 20 % b.u. Posteriormente, os grãos foram limpos e submetidos

à secagem com ar natural, vazão de  $8,5 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1} \text{ m}^{-2}$ , em silo metálico com capacidade estática de  $90 \text{ m}^3$ , com fundo perfurado, até teor de água de em torno de 13 % b.u.

Depois de secos, os grãos foram desinfestados por expurgo com fosfeto de alumínio, empregando-se uma dosagem de  $2 \text{ g m}^{-3}$  por um período de exposição de 120 h, para eliminar os insetos-praga provenientes do campo e que são capazes de ocasionar perdas durante o armazenamento.

Armazenamento - Após a fumigação, amostras de aproximadamente 40 kg de milho foram armazenadas em 60 recipientes metálicos de 229 L e o seguinte procedimento experimental foi adotado: 15 recipientes foram infestados com 20 insetos adultos de *S. zeamais*; 15, com 20 insetos adultos de *T. castaneum*; 15, com 10 insetos adultos de *S. zeamais* e 10 de *T. castaneum* e, finalmente, 15 recipientes sem a presença de insetos (testemunha). Todos os insetos apresentavam idade entre zero e dez dias de emergidos. Os recipientes foram armazenados por um período de 180 dias em condições de temperatura e umidade relativa ambientes de Viçosa, Minas Gerais. Os dados de umidade relativa do ar e temperatura foram coletados na Estação Meteorológica, localizada na Universidade Federal de Viçosa. Logo após o armazenamento e em intervalos de 45 dias, três recipientes de cada tratamento eram abertos e, após a homogeneização e divisão da massa total de grãos, era obtida amostra de trabalho de aproximadamente um quilo, para análise dos grãos quanto ao teor de água, teor de impurezas e matéria estranha, massa específica aparente, índice de danos, percentual de grãos infestados e estimativas do número de insetos.

Para a determinação do teor de água, utilizou-se o método da estufa,  $105 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$ , por 24 horas, sendo utilizadas amostras de aproximadamente 30 g, conforme as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

A determinação do teor de impurezas e matérias estranhas foi de acordo com a Portaria N° 845, de 08/11/1976, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 1976). As amostras de 250 g foram peneiradas em peneira de crivo circular de 4,76 mm de diâmetro e todo o material que passou foi pesado. O percentual de impurezas e matérias estranhas foi expresso em relação ao peso inicial da amostra.

A massa específica aparente foi obtida, utilizando-se uma Balança de Peso Hectolitro de  $\frac{1}{4}$  de litro, com grãos limpos, ou seja, os grãos retidos na peneira de

4,76 mm de diâmetro.

Para a determinação do percentual de grãos infestados retiravam-se da amostra média do lote 100 grãos ao acaso, que eram examinados individualmente, e aqueles que não estavam aparentemente danificados sofriam cortes para assegurar-se uma perfeita observação. Para facilitar a execução dos cortes, os grãos eram imersos em água por aproximadamente 24 h. Neste exame, foram considerados infestados, além dos grãos que continham larva, pupa ou inseto adulto, todos os demais que apresentaram orifício de saída do inseto, conforme recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). O resultado foi obtido pela média de grãos infestados e expresso em percentagem.

O índice de danos avalia os danos visíveis gerais, dentre eles os causados pela infestação por insetos, pois, ao contrário dos outros testes, é feito antes de os grãos passarem pelo processo de limpeza, que elimina os fragmentos de grãos. Foi determinado, a partir de amostras de 250 g de grãos, utilizando-se a Equação 1, proposta por Chowdhury e Buchele (1976):

$$ID = d_1 + d_2 + 0,6d_3 + 0,2d_4 + 0,1d_5 \quad (1)$$

em que,

$ID$  = Índice de Danos;

$d_1$  = percentagem de grãos quebrados e material fino que passa por uma peneira de crivos circulares de 4,76 mm de diâmetro;

$d_2$  = percentagem de danos severos (faltando mais da metade do grão);

$d_3$  = percentagem de danos maiores (faltando metade ou menos da metade do grão e trincas no embrião);

$d_4$  = percentagem de danos pequenos (estragos superficiais); e

$d_5$  = percentagem de grãos não danificados.

Para a obtenção da estimativa do número de insetos presentes na massa de grãos, as amostras (100 g cada) foram rigorosamente peneiradas por dois minutos, de modo a se reproduzir, sobre os insetos, o efeito da máquina de limpeza de uma unidade armazenadora. Além disso, os grãos que ficavam retidos na peneira de 4,76 mm de diâmetro foram submetidos ao Funil de Barlesi. As amostras permaneciam no Funil de Barlesi

por 10 minutos, possibilitando a contagem dos insetos que estavam dentro dos grãos. Os resultados foram expressos em termos de número de insetos vivos por quilo.

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado, num esquema fatorial 4x5x3, sendo quatro níveis de infestação (sem a presença de insetos; apenas *S. zeamais*; apenas *T. castaneum*; e a associação das duas pragas) e cinco períodos de armazenamento (zero, 45, 90, 135 e 180 dias), com três repetições para cada tratamento. Primeiramente, foi aplicado o teste de F com nível de significância de 5 % de probabilidade. Para as variáveis teor de matéria estranha e impurezas, massa específica aparente, índice de danos e número de insetos na massa de grãos, utilizou-se análise de regressão. Utilizou-se teste de Tukey para a variável percentual de grãos infestados.

Na análise estatística dos dados, utilizou-se o programa Saeg 9.1 e, para a plotagem dos gráficos, o programa SigmaPlot 2001.

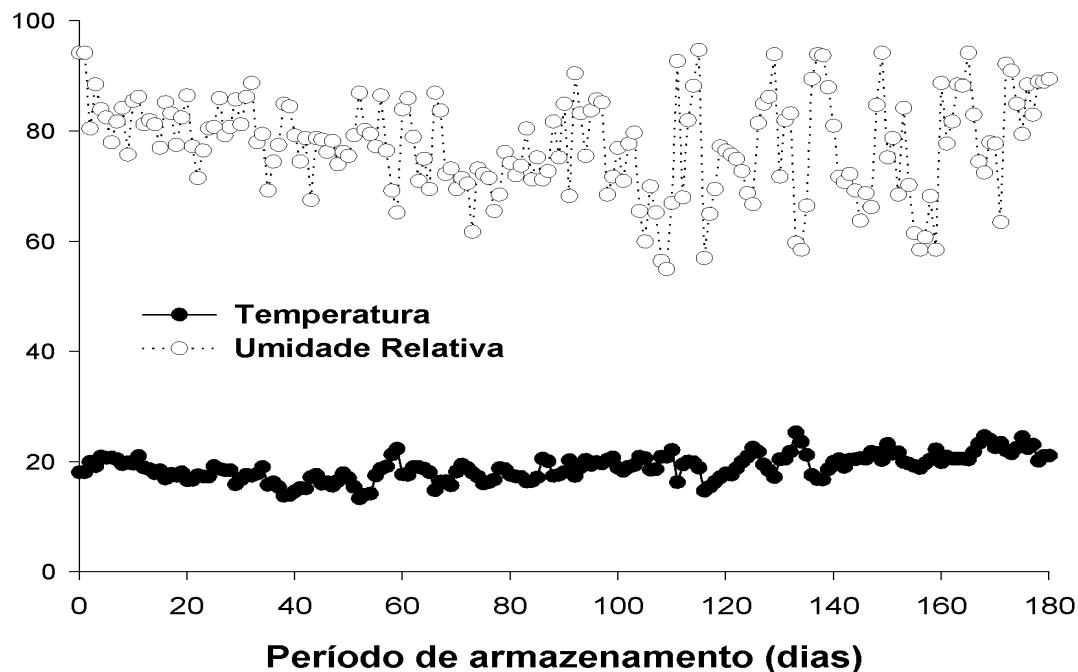
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação ao teor de água dos grãos de milho (Quadro 1), observou-se que esse parâmetro permaneceu, independentemente da infestação com os insetos-praga, na faixa entre 12,7 e 13,8 % (b.u.), ao longo dos 180 dias de armazenamento, sendo, portanto, inferior ao limite máximo permitido para comercialização de grãos de milho no Brasil, que é de 14,5 % (b.u.) (BRASIL, 1976).

Os valores médios diários de temperatura e a umidade relativa, referentes aos 180 dias de armazenamento dos grãos de milho, são apresentados na Figura 1. Durante o período

**Quadro 1.** Valores médios dos teores de água (b.u.) dos grãos de milho infestados ou não com *S. zeamais*, *T. castaneum* e a associação, armazenados por 180 dias

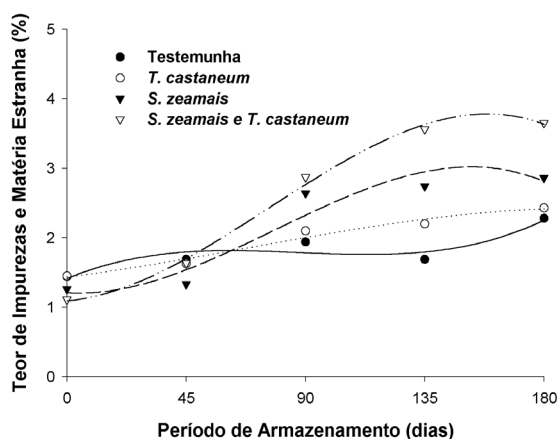
Tratamento	Período de Armazenamento (dias)				
	0	45	90	135	180
Testemunha	13,6	13,3	12,9	13,0	13,6
<i>T. castaneum</i>	13,6	13,2	12,7	13,1	13,7
<i>S. zeamais</i>	13,6	12,7	12,7	12,9	12,9
Associação	13,6	13,8	13,0	13,1	13,0



**Figura 1.** Valores médios diários da umidade relativa e temperatura durante 180 dias de armazenamento.

de armazenamento, o valor máximo e o mínimo para a temperatura ambiente foram de 26,0 e 14,0 °C, respectivamente. Já para a variável umidade relativa do ar, o valor máximo e o mínimo foram de 95,0 e 50,0 %, respectivamente. Destaca-se que as variáveis temperatura e umidade relativa do ar influenciam o teor de água dos grãos, uma vez que esses tendem a atingir o teor de água de equilíbrio com o ar ambiente (CHRISTENSEN, 1974; MUIR *et al.*, 2000, NAVARRO; NOYES, 2001).

O teor de impurezas e de matéria estranha na massa de grãos de milho apresentou variação significativa, em decorrência da interação entre presença, ou não, de insetos e período de armazenamento, pelo teste F, a 5 % de probabilidade. Observou-se aumento significativo em todos os tratamentos ao longo do período de armazenamento (Figura 2). Esse comportamento foi mais acentuado nos grãos infestados por *S. zeamais* e *T. castaneum* associados e infestados somente por *S. zeamais*. Ressalta-se que os grãos infestados com *S. zeamais* e *T. castaneum* associados apresentaram percentual de matéria estranha e impureza acima do limite de 3 %, estabelecido pela legislação brasileira (BRASIL, 1976), o que enquadra o produto como Abaixo do Padrão para comercialização após 135 dias de armazenamento.



**Figura 2.** Estimativa do teor de impureza e matéria estranha dos grãos de milho, infestados, ou não, com *S. zeamais*, *T. castaneum* e a associação deles, em função do período de armazenamento.

$$\text{TIME}_{\text{testemunha}} = 1,415 + 0,0172 * X - 0,0002 * X^2$$

(R<sup>2</sup> = 0,98; prob.< 0,0001; F = 17,00)

$$\text{TIME}_{T. \text{ castaneum}} = 1,433 + 0,0048 * X$$

(R<sup>2</sup> = 0,97; prob.< 0,0001; F = 11,23)

$$\text{TIME}_{S. \text{ zeamais}} = 0,979 - 0,0525 * X - 0,0006 * X^2$$

(R<sup>2</sup> = 0,92; prob.< 0,0001; F = 4,03)

$$\text{TIME}_{\text{associação}} = 1,207 - 0,0021 * X + 0,0003 * X^2$$

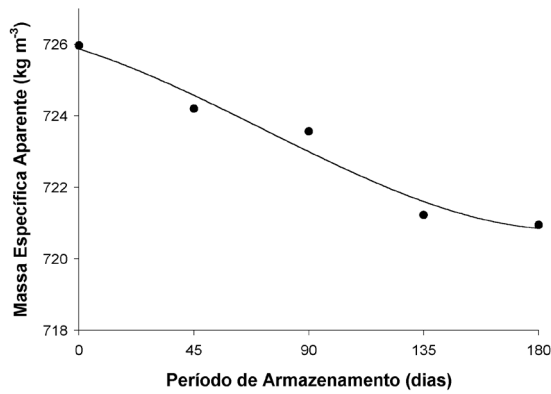
(R<sup>2</sup> = 0,92; prob.< 0,0001; F = 4,07)

em que,

TIME = Teor de Impureza e matéria estranha; e  
X = Período de Armazenamento.

Obeve-se, pelo teste F a 5 % de probabilidade, decréscimo significativo da massa específica aparente dos grãos de milho independentemente da exposição, ou não, aos insetos-praga, ao longo do período de armazenamento (Figura 3).

Apesar de não ter ocorrido decréscimo significativo da massa específica aparente dos grãos de milho, em decorrência da presença dos insetos-praga, encontram-se na literatura trabalhos que relacionam esse parâmetro qualitativo com infestação por insetos-praga, em diferentes tipos de grãos armazenados. Almeida Filho *et al.* (2002) avaliaram a redução de massa em diferentes cultivares de milho infestado por *S. zeamais* e *S. oryzae*, ao longo de 180 dias de armazenamento, e afirmaram que perdas de massa, causadas por insetos em grãos de milho, estão intimamente relacionadas com a afinidade dessas pragas aos cultivares de milho. O nível de dano econômico, ocasionado por diferentes níveis de infestação por *S. zeamais* em trigo armazenado, foi estudado por Santos *et al.* (2002). Estes autores verificaram decréscimo da massa específica aparente do trigo, à medida que ocorriam maiores níveis de infestação pelo inseto-praga. Silva *et al.* (2003) verificaram efeito significativo da infestação por *S. zeamais* na massa específica aparente de grãos de trigo armazenado e observaram que infestação inicial de 1,3 *S. zeamais* por quilo de grãos de trigo armazenados, a 28 °C, durante 85 dias, reduziu a massa específica de 780 kg m<sup>-3</sup> para 750 kg m<sup>-3</sup>.



**Figura 3.** Estimativa da massa específica aparente dos grãos de milho em função do período de armazenamento.

$$MEA = 725,88 - 0,0223 * X - 0,0002 * X^2$$

( $R^2 = 0,97$ ; prob. < 0,001; F = 9,21)

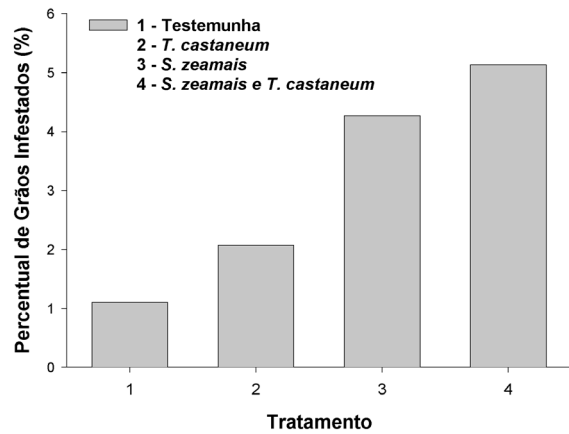
em que,

MEA = Massa específica aparente; e  
X = Período de Armazenamento.

Verificou-se que não houve efeito significativo, em decorrência da interação entre presença, ou não, de insetos e período de armazenamento, sobre a variável percentual de grãos infestados, pelo teste F a 5 % de probabilidade. Entretanto, obteve-se diferença significativa, decorrente da presença, ou não, dos insetos, independentemente do período de armazenamento, pelo teste F a 5 % de probabilidade (Figura 4).

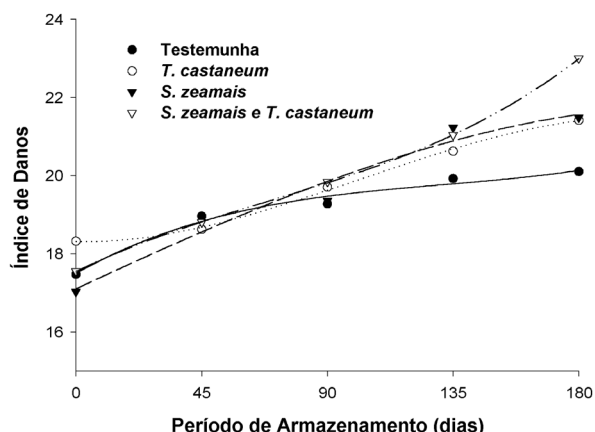
Embora os grãos infestados apenas com *T. castaneum* tenham apresentado percentual de grãos infestados maior que a testemunha, ambos não diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade (Figura 4). Já os valores encontrados para os grãos infestados com *S. zeamais* e a associação de *S. zeamais* com *T. castaneum*, diferiram estatisticamente da testemunha, após 180 dias de armazenamento. Destaca-se que a presença de insetos-praga no produto pode acarretar rejeição ou desvalorização do produto no mercado. Além disso, o ataque por inseto afeta significativamente a qualidade fisiológica de grãos armazenados e as características químicas e nutricionais do produto e

seus derivados, como teor de lipídios, fosfolipídios, consumo e absorção de nitrogênio, valor biológico, digestibilidade, qualidade protéica e composição dos aminoácidos essenciais dentre outros (PANT; SUSHEELA, 1977; JOOD *et al.*, 1993; JOOD *et al.* 1995; SMIDERLE *et al.*, 1998).



**Figura 4.** Valores médios do percentual de grãos de milho infestados, ou não, com *S. zeamais*, *T. castaneum* e a associação deles, após 180 dias de armazenamento.

O parâmetro índice de danos variou significativamente, em decorrência da interação entre o período de armazenamento e a presença, ou não, de insetos na massa de grãos de milho, pelo teste F a 5 % de probabilidade. Verificou-se que esse parâmetro aumentou ao longo do período de armazenamento e tal comportamento foi mais acelerado nos grãos infestados com *S. zeamais* e *T. castaneum*, associados (Figura 5). O aumento do índice de danos nos grãos infestados pode ser explicado, principalmente, pelo fato de o inseto *S. zeamais* ser uma praga primária, sendo capaz de se alimentar de grãos sadios e intactos e romper o seu tegumento, e, conseqüentemente, aumentar o índice de danos no produto. Outro aspecto muito importante é que os danos ocasionados nos grãos de milho por *S. zeamais* favorecem o desenvolvimento de pragas secundárias, como o *T. castaneum*, caracterizadas por não conseguirem romper o tegumento dos grãos e, geralmente, viverem associadas aos insetos primários (STOREY, 1987; TREMATERRA *et al.*, 2000).



**Figura 5.** Efeito do período de armazenamento sobre o índice de danos dos grãos de milho infestados, ou não, com *S. zeamais*, *T. castaneum* e a associação deles.

$$ID_{\text{testemunha}} = 17,5133 + 0,0396 * X - 0,0003 * X^2$$

(R<sup>2</sup> = 0,98; prob.=0,0157; F = 18,44)

$$ID_{\text{T. castaneum}} = 18,3161 - 0,0015 * X + 0,0003 * X^2$$

(R<sup>2</sup> = 0,99; prob.=0,0157; F = 169,80)

$$ID_{\text{S. zeamais}} = 17,1134 + 0,0333 * X$$

(R<sup>2</sup> = 0,96; prob.=0,0157; F = 8,82)

$$ID_{\text{associação}} = 17,5571 + 0,0346 * X - 0,0002 * X^2$$

(R<sup>2</sup> = 0,99; prob. =0,0157; F = 10,18)

em que,

ID = Índice de danos; e

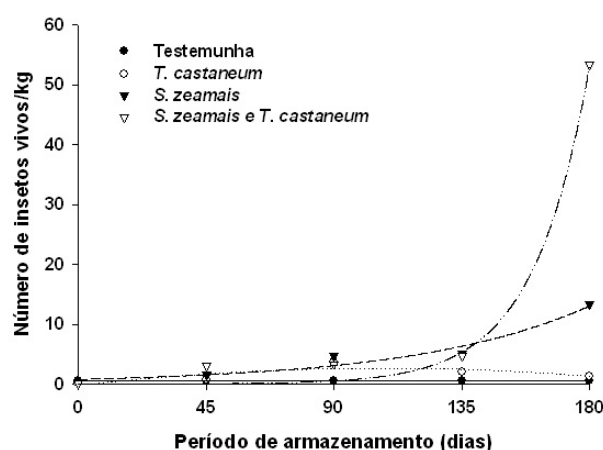
X = Período de armazenamento.

Verificou-se variação significativa do número de insetos vivos na massa de grãos de milho, em decorrência da interação entre infestação, ou não, pelos insetos-praga e período de armazenamento, pelo teste F a 5 % de probabilidade.

Observou-se maior número de insetos vivos quando os grãos foram infestados com *S. zeamais* e *T. castaneum* associados (Figura 6). Verificou-se, ainda, baixo número de insetos vivos na massa de grãos infestada por *T. castaneum*, em relação aos demais tratamentos. Silva *et al.* (1998), ao avaliarem o crescimento da população de *T. castaneum* em

grãos de milho armazenados por 47 dias, observaram que apenas nos grãos de menor dureza e colhidos mecanicamente ocorreu crescimento da população de insetos. É importante mencionar que a população de insetos é influenciada, dentre outros fatores, pela infestação inicial, conforme Silva *et al.* (2006), que estudaram a influência de níveis de infestação inicial, em trigo armazenado, no desenvolvimento de populações de *S. zeamais*.

Ressalta-se, ainda, a influência de maiores níveis de infestação por insetos-praga na qualidade de grãos armazenados. Tem-se que, quanto maior é a população de insetos na massa de grãos, maior é a susceptibilidade do produto à deterioração qualitativa e, conseqüentemente, maior é a redução do seu valor comercial. Caneppele *et al.* (2003) analisaram a correlação entre diferentes níveis de infestação por *S. zeamais* na qualidade de grãos de milho. Estes autores verificaram redução significativa da qualidade do produto, à medida que ocorria acréscimo dos níveis de infestação pelo inseto-praga, e concluíram que mesmo baixos níveis de infestação por *S. zeamais* contribuem para perdas qualitativas comerciais dos grãos de milho. Santos *et al.* (2002) afirmaram que a redução do valor comercial, tanto para o grão importado, quanto para o nacional, está diretamente relacionada com o número de insetos presentes na massa de grãos e, à medida que se aumenta o número de insetos, maior é a depreciação da matéria-prima durante o armazenamento, justificando redução da massa final de grãos e do peso hectolitro do grão, o que influenciará no rendimento de farinha durante a moagem.



**Figura 6.** Efeito do período de armazenamento sobre o número de insetos vivos de *S. zeamais*, *T. castaneum* e a associação deles, em grãos de milho.

NI testemunha =  $-0,0095 + 0,0051 * X - 0,0001 * X^2$   
(R<sup>2</sup> = 0,98; prob.< 0,01; F = 18,33)

NI *T. castaneum* =  $-0,0996 + 0,0315 * X + 0,0001 * X^2$   
(R<sup>2</sup> = 0,69; prob.< 0,01; F = 0,767)

NI *S. zeamais* =  $0,0930 + 0,6890 * e^{0,0163 * X}$   
(R<sup>2</sup> = 0,96; prob.< 0,01; F = 20,67)

NI associação =  $0,0053 * e^{0,0512 * X}$   
(R<sup>2</sup> = 0,98; prob.< 0,01; F = 384,35)

em que,

NI = Estimativa do número de insetos; e  
X = Período de Armazenamento.

## CONCLUSÕES

- Os grãos de milho armazenados e infestados com *S. zeamais* e a associação deste com *T. castaneum* perdem qualidade durante o armazenamento, por causa do aumento do teor de impurezas e de matéria estranha, da incidência de grãos danificados e do número de insetos por quilograma, que são parâmetros qualitativos, comercialmente adotados na cotação do produto nos diferentes mercados consumidores;
- Infestação de grãos de milho somente com o inseto-praga *S. zeamais* implica perda da qualidade do produto, com desvalorização no mercado, decorrente do número de insetos por quilograma superior ao permitido para comercialização; e
- A maior perda de qualidade ocorre quando há infestação dos grãos de milho com *S. zeamais* e *T. castaneum*, associados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA FILHO, A.J.; FONTES, L.S.; ARTHUR, V. Determinação da perda de peso do milho (*Zea mays*) provocada por *Sitophilus oryzae* e *Sitophilus zeamais*. **Revista Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v.27, n.2, p.41-44, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria

Nacional de Abastecimento. Comissão Técnica de Normas e Padrões. **Normas de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do milho**. Brasília, DF, 1976. 12p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365p.

BRASIL. **Nono levantamento de avaliação da safra 2007/2008**. Brasília, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/estudo\_safra.pdf> Acesso em: 30 jun. 2008.

CANEPPELE, M.A.B., CANEPPELE, C.; LÁZZARI, F.A.; LÁZZARI, S.M.N. Correlation between the infestation level of *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera, Curculionidae) and the quality factors of stored corn, *Zea mays* L. (Poaceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v.47, n.4, p.625-630, 2003.

CASELLA, T.L.C.; FARONI, L.R.D.; BERBERT, P.A.; CECON, P.R. Dióxido de carbono associado à fosfina no controle do gorgulho-do-milho (*Sitophilus zeamais*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.2, p.179-185, 1998.

CHOWDHURY, M.H. e BUCHELE, W.F. Development of a numerical damage index for critical evaluation of mechanical damage of corn. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.19, n.3, p.428-432, 1976.

CHRISTENSEN, C.M. **Storage of cereal grains and their products**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, 1974. 549p.

FARONI, L.R.A.; SILVA, J.S. Manejo de pragas no ecossistema de grãos armazenados. In.: SILVA, J.S. (ed.) **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2000, p.345-383.

FLEMING, R.; SCHURLE, B.; DUNCAN, S.; REED, C. **Impact of changes in U.S. grain**



**standards on discounts for insects in stored grain.** Manhattan: Dep. of Agricultural Economics. Kansas State University, 1990. 10p.

FONTES, L.S.; ALMEIDA FILHO, A.J.; ARTHUR, V. Danos causados por *Sitophilus oryzae* (Linné, 1763) e *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera: Curculionidae) em cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.). **Arquivo do Instituto Biológico**, São Paulo, v.70, n.3, p.303-307, 2003.

HAGSTRUM, D.W.; FLINN, P.W. Integrated pest management of stored-grain products. In: Saucer, D.B. (ed). **Storage of cereal grains and their products**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, Inc., 1992. p.535-562.

HAGSTRUM, D.W. Ecology. In: Subramanyam, B.; Hagstrum, D.W. (eds.). **Integrated management of insects in stored products**. New York: Marcel Dekker, Inc., 1996, p.71-134.

JOOD, S.; KAPOOR, A.C.; SINGH, R. Biological evaluation of protein quality of sorghum as affected by insect infestation. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v.42, n.2, p.105-114, 1993.

JOOD, S.; KAPOOR, A.C.; SINGH, R. Amino acid composition and chemical evaluation of protein quality of cereals as affected by insect infestation. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v.48, n.2, p.159-167, 1995.

LISCOMBE, E.A. Milling losses caused by insect infestation of wheat. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v.39, n.5, p.372-378, 1962.

MUIR, W.E.; CENKOWSKI, S.; ZHANG, Q. Physical characteristics of grain bulks. In: Muir, WE (Ed.) **Grain preservation biosystems**. Manitoba, Cereal Research Centre. p.1-33. 2000. Disponível em: <<http://sci.agr.ca/winnipeg/storage/pubs/presbios/>

chap07rf.pdf> Acesso em: 10 abr. 2007.

NAVARRO, S.; NOYES, S.T. **The Mechanics and Physics of Modern Grain Aeration Management**. Boca Raton: CRC Press, 2001. 672p.

NEETHIRAJAN, S.; KARUNAKARAN, C.; JAYAS, D.S.; WHITE, N.D.G. Detection techniques for stored-product insects in grain. **Food Control**, Oxford, v.18, p.157-162.

PANT, K.C.; SUSHEELA, T.P. Effect of storage and insect infestation on the chemical composition and nutritive value of grain sorghums. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v.28, n.11, p.963-970, 1977.

PEDERSEN, J.R. Insects: identification, damage and detection. In: Sauer, DB (Ed.) **Storage of cereal grains and their products**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists. p.435-489, 1992.

QUEZADA, M.Y.; MORENO, J.; VAZQUEZ, M.E.; MENDOZA, M.; MENDEZ-ALBORES, A.; MORENO-MARTINEZ, E. Hermetic storage system preventing the proliferation of *Prostephanus truncatus* Horn and storage fungi in maize with different moisture contents. **Postharvest Biology and Technology**, Oxford, v.39, n.3, p.321-326, 2006.

REED, C. The precision and accuracy of standard volume weigh method of estimating dry weigh losses in wheat, grain sorghum and maize, and a comparison with the thousand grain mass method in wheat containing fine material. **Journal of Stored Products Research**, Oxford, v.23, n.4, p.223-31, 1987.

SANTOS, A.K.; FARONI, L.R.A.; GUEDES, R.N.C.; SANTOS, J.P.; ROZADO, A.F. Nivel de dano econômico de *Sitophilus zeamais* (M.) em trigo armazenado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.2, p.273-279, 2002.

SILVA, A.A.L.; FARONI, L.R.A.; MARTINS, J.H.; CECON, P.R. Influência do processo de colheita na infestação do milho (*Zea mays* L.) pelo besouro da farinha (*Tribolium castaenum* Herbst) durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.3, p.312-315, 1998.

SILVA, A.A.L.; FARONI, L.R.A.; GUEDES, R.N.C.; MARTINS, J.H.; PIMENTEL, M.A.G. Modelagem das perdas causadas por *Sitophilus zeamais* e *Rhyzopertha dominica* em trigo armazenado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, n.7, n.2; p.292-296, 2003.

SILVA, A.A.L.; FARONI, L.R.A.; GUEDES, R.N.C.; MARTINS, J.H.; PIMENTEL, M.A.G. Modelos analíticos do crescimento populacional de *Sitophilus zeamais* em trigo armazenado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.1, p.155-161, 2006.

SMIDERLE, O.J.; SANTOS FILHO, B.G.; SANTOS,

D.S.B.; LOECK, A.E.; SILVA, J.B. Qualidade fisiológica de sementes de arroz, submetidas ao ataque de insetos durante o armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.8, p.1407-1415, 1998.

STOREY, C.I. Insects in the grain grades. **Cereal Foods World**, Saint Paul, v.33, n.4, p.359-361, 1988.

TREMATERRA, P.; SCIARRETA, A.; TAMASI, E. Behavioural responses of *Oryzaephilus surinamensis*, *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum* to naturally and artificially damaged durum wheat kernels. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, Dordrecht, v.94, n.2, p.195-200, 2000.

VENKATRAO, S.; NUGGEHALI, R.N.; SWAMINATHAN, M.; PINGALE, S.V.; SUBRAHMANYAN, V. Effect of insect infestation on stored grain. III. - Studies on kaffir corn (*Sorghum vulgare*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v.9, n.12, p.837-839, 1958.