

Influência da densidade populacional de *Sitophilus zeamais* (Motsch.) sobre a qualidade do trigo destinado à panificação

Uelinton Manoel Pinto^{1*}, Lêda Rita D'Antonino Faroni², Wederson Marcos Alves² e Arienilmar Araújo Lopes da Silva²

¹Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

²Departamento de Engenharia Agrícola, 36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. *Autor para correspondência. e-mail: lfaroni@mail.ufv.br

RESUMO. Objetivou-se avaliar a influência da densidade populacional de *Sitophilus zeamais* (Motsch.) (Coleoptera, Curculionidae) em grãos de trigo, *Triticum aestivum* (Poaceae), sobre a qualidade da farinha, destinada à panificação. O trigo foi infestado com densidades populacionais de zero, dois, quatro, seis e oito insetos por 1,5 kg de grãos e armazenado, por 90 dias, em condições controladas de temperatura e umidade relativa (28°C e 60±5%, respectivamente). Logo após a inoculação dos insetos e a cada 30 dias, três frascos de cada um dos níveis de densidade populacional foram avaliados segundo os teores de proteína e de umidade, índice de sedimentação em dodecil sulfato de sódio (SDS) e testes de farinografia e extensografia e, então, descartados. Pelos resultados obtidos, pode-se concluir que, com o aumento da infestação de *S. zeamais* e tempo de armazenamento dos grãos de trigo, ocorre redução da sua qualidade para panificação, embora ocorra aumento no teor de proteínas.

Palavras-chave: teor de proteína, qualidade da farinha de trigo, armazenamento.

ABSTRACT. Influence of the population density of *Sitophilus zeamais* (Motsch.) on the wheat quality for baking. The present work was carried out to evaluate the influence of the population density of *Sitophilus zeamais* (Motsch.) (Coleoptera, Curculionidae) in wheat grains on flour, *Triticum aestivum* (Poaceae), used for baking. The wheat was infested with zero, two, four, six and eight insects per 1.5 kg of grain and stored for 90 days under controlled conditions of temperature and relative humidity (28°C and 60±5% respectively). Soon after the insect inoculation and at every 30 days, three jars of each density were evaluated for their protein content, humidity, SDS sedimentation index and tests of flour and extensograph. The infested wheat flour for baking had low quality and initial levels of four insects per 1.5 kg of wheat grain in storage periods of over 60 days, which prevented the use of the wheat for baking.

Key words: protein content, wheat flour quality, storage.

Introdução

Dentre os diversos fatores que afetam a qualidade da farinha, pode-se destacar a infestação por insetos, que, segundo Wehling *et al.* (1984), além de reduzir a qualidade das proteínas dos cereais, aumenta a quantidade de ácido úrico, cria más condições higiênicas (Swaminathan, 1977) e reduz a digestibilidade das proteínas (Jood e Kapoor, 1992).

O *Sitophilus zeamais* (Motschulsky, 1895) conhecido popularmente como gorgulho-do-trigo pertence à ordem Coleoptera e a família Curculionidae (Rees, 1996). Trata-se de uma praga primária, pois causa danos aos grãos sadios e intactos enquanto as larvas se alimentam em seu interior. A

fêmea deposita os ovos individualmente nos grãos, em orifícios que cavam com as mandíbulas. A cavidade é fechada por uma substância gelatinosa secretada pelas glândulas associadas ao ovipositor. A larva escava um túnel ao se desenvolver no interior do grão e passa por quatro instares. A fase de pupa ocorre também no interior do grão e o adulto assim que emerge cava sua saída para o exterior, deixando orifícios (Evans, 1981).

Os adultos de *S. zeamais* se caracterizam por apresentar cabeça projetada a frente dos olhos, formando um rosto bem definido, em cuja extremidade se encontra o aparelho bucal mastigador. As antenas articulam-se no centro do rosto. O abdômen é coberto por élitros que apresentam quatro manchas amarelas avermelhadas. Eles medem de 2,5 a

4,0 mm de comprimento e a cor varia de café a negro (Caswell, citado por Okelana e Osuji, 1985). Os machos possuem o rostro mais curto e largo em comparação com o das fêmeas, que apresentam mais longo e estreito, liso e brilhante (Halstead, 1963). O inseto é um bom voador podendo infestar os grãos antes da colheita e infestar armazéns vizinhos. Vive de 4 a 5 meses em condições ótimas, sendo o ciclo vital de 4 semanas (Rees, 1996).

A temperatura ótima de desenvolvimento do *S. zeamais* é em torno de 28°C embora possa desenvolver entre 15 e 34°C. Infesta principalmente milho, trigo, arroz e sorgo tendo preferência para ovipositar em milho e trigo, podendo, também, se desenvolver em produtos cereais processados como macarrão ou mandioca desidratada (Dobie et al., 1984). O adulto do gênero *Sitophilus*, por ser uma praga primária (Rees, 1996), alimenta-se principalmente do endosperma onde se encontra grande quantidade dos carboidratos e proteínas de interesse para panificação (gliadina e glutenina).

Samuels e Modgil (1999) relataram que a infestação por insetos em trigo reduziu o ganho de peso, a razão de eficiência alimentar e de eficiência protéica, a digestibilidade das proteínas e o tamanho dos rins e do baço em ratos. A farinha de trigo obtida de produto infestado por *Rhizopertha dominica* (F.) (Coleoptera, Bostrichidae) apresenta mudanças na estabilidade da massa, no tempo de desenvolvimento, na absorção de água e na estabilidade da mistura. Produtos derivados, como pão, apresentam características negativas como coloração escura, redução do volume e forte odor (Sanchez-Marinez et al., 1997).

Pelo exposto, observa-se que a farinha de trigo obtida de grãos infestados por insetos-praga de armazenamento apresenta mudanças em propriedades como estabilidade da massa, tempo de desenvolvimento, absorção de água e estabilidade da mistura. Nesse sentido, objetivou-se, com este trabalho, avaliar os efeitos da densidade populacional de *S. zeamais* em grãos de trigo armazenado, *Triticum aestivum* (Poaceae), sobre a qualidade da farinha destinada à panificação.

Material e métodos

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Grãos do Departamento de Engenharia Agrícola e no Laboratório de Amido e Farinhas do Departamento de Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal de Viçosa, Estado de Minas Gerais.

Procedimento experimental

Foram utilizados frascos de vidro de três litros, com tampa de tela para livre circulação de gases. Em

cada frasco colocou-se 1,5 kg de trigo limpo com teor de umidade de 11,6%. Os frascos foram então infestados com densidades de zero, dois, quatro, seis e oito insetos adultos recém-emergidos de *S. zeamais*, e armazenados em câmara climática por um período de 90 dias, em condições controladas de temperatura e umidade relativa (28±1 °C e 60±5%, respectivamente). Esta combinação visou manter a umidade de equilíbrio do trigo em 13±0,1% em base úmida, conforme a equação de Henderson modificada para trigo mole. Adotou-se essa faixa de temperatura porque é a condição ótima para o desenvolvimento da praga (Okelana e Osuji, 1985).

A massa de grãos foi avaliada no início do armazenamento e no final dos períodos de 30, 60 e 90 dias. No final de cada período, três frascos de cada densidade populacional foram avaliados e, então, descartados. Em cada tratamento, analisaram-se o teor de umidade, o teor de proteínas totais e o índice de sedimentação em dodecil sulfato de sódio (avaliação da força do glúten). Para os testes de farinografia e extensografia, fez-se a mistura das três repetições de cada população de insetos e procedeu-se ao teste.

O teor de umidade foi determinado pelo método-padrão de estufa, a 105±3°C durante 24 horas, com três repetições, conforme recomendações das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

Para quantificar o teor protéico do trigo, utilizou-se o método de Kjeldahl, descrito por Jones e Benton (1991), com modificações. Tomou-se uma amostra de grãos de cada frasco, triturou-se e, em seguida, pesaram-se 500 mg para se fazer a digestão, embalando o conteúdo em papel vegetal. Em seguida, foi adicionada a mistura digestora, composta de ácido sulfúrico concentrado, óxido de selênio e cobre; no final da digestão foi incorporado 1 mL de peróxido de hidrogênio. Na etapa da digestão, a mistura digestora foi aquecida até 350 °C, por 5 horas, e, logo após, feita destilação no destilador de Kjeldahl, adicionando-se NaOH 40%. Com isso, o nitrogênio que estava em forma de sal foi convertido em NH₃ e levado por arraste de vapor até uma solução contendo ácido bórico 4% e indicador de Tashiro. O destilado foi então titulado com ácido clorídrico 0,05 N e o teor de proteína foi encontrado igualando-se o número de miliequivalentes de nitrogênio ao número de miliequivalentes de HCl. A quantidade de nitrogênio encontrada foi multiplicada por um fator para expressar os resultados em proteínas totais, que, no caso do trigo, vale 5,7 (Sanchez-Marinez et al., 1997).

Para avaliação da força do glúten utilizou-se o índice de sedimentação com dodecil sulfato de sódio

(SDS), o qual representa a capacidade de embebição de água pelas proteínas formadoras do glúten, quando submetidas à desnaturação parcial por solução diluída de ácido láctico (Embrapa Trigo, <http://www.cnpt.embrapa.br/labqual.htm>, 2001). No teste de sedimentação com SDS, o sistema solvente envolvido foi composto por dodecil sulfato de sódio (SDS) mais ácido láctico e farinha integral. O trigo foi classificado segundo o volume do sedimento lido com o teste de sedimentação. O glúten do trigo foi considerado fraco, intermediário, forte ou muito forte quando o volume do sedimento foi menor ou igual a 12 mL, entre 12,5 e 18,5 mL, entre 19 e 21 mL e maior ou igual a 21,5 mL, respectivamente (Mandarino, 1993).

Para avaliação das propriedades reológicas da farinha foram feitos testes de farinografia e extensografia. A determinação da qualidade da farinha pelo farinógrafo foi realizada de acordo com a metodologia prescrita pela AACCC (1995) que exige que as amostras de farinha sejam analisadas em dois estágios. No primeiro, chamado curva de titulação, pesaram-se 300 g de farinha integral em função do teor de umidade. Com o farinógrafo em movimento, adicionava-se uma quantidade de água até que aparecesse uma linha contínua no papel gravador, que indicasse 500 unidades farinográficas (U.F.). A quantidade de água adicionada, em porcentagem, representava a absorção de água dessa farinha. No segundo estágio era traçado o farinograma, para o qual se pesou novamente a farinha e se adicionou a quantidade de água determinada previamente, deixando-se o aparelho em movimento pelo período de 20 minutos. Pela falta de equipamento próprio (moinho), não foi possível obter a farinha industrial; utilizou-se farinha integral. A determinação da absorção de água foi feita apenas para a amostra inicial; nas amostras seguintes adotou-se a mesma absorção, pois, objetivou-se com este teste determinar a estabilidade da massa, o tempo de chegada e o tempo de saída.

A determinação da qualidade da farinha pelo extensógrafo também foi realizada de acordo com a metodologia prescrita pela AACCC (1995), mas utilizando-se farinha integral. As massas testadas no extensógrafo eram preparadas no farinógrafo, com uma consistência de 500 U.F. e com um tempo de mistura apropriado, adicionando-se 6 g de sal de cozinha (NaCl). Depois de preparada no farinógrafo, pesavam-se duas massas de 150 g cada uma. A massa de teste era boleada e modelada, posteriormente, em dispositivos especiais do extensógrafo. Logo a seguir, as massas eram colocadas na cabine de fermentação do extensógrafo

e, depois de 45 minutos, a massa que ficou fixada por fixadores especiais era colocada no suporte do aparelho e esticada pelo gancho, até quebrar. A força requerida para esticar a massa era transmitida por um sistema calibrado até o registrador, que grava num papel apropriado. Depois de a mesma massa ser boleada e moldada, novamente se repetia a operação duas vezes. O tempo total de fermentação foi de 135 minutos, sendo obtidas três curvas que representam os tempos de fermentação de 45, 90 e 135 minutos. As mudanças observadas na forma das curvas aos 135 minutos, proporcionam alguma indicação de tolerância à fermentação da farinha, assim como os tempos relativos de fermentação.

Análise estatística

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado num esquema fatorial 4x5 (quatro períodos de armazenagem e cinco densidades populacionais), com três repetições. Em cada tratamento analisou-se o teor de umidade, o teor de proteínas totais, o índice de sedimentação em dodecil sulfato de sódio (avaliação da força do glúten) e as propriedades reológicas da farinha pelos testes de farinografia e extensografia.

Os resultados observados quanto ao teor de proteína, teor de umidade e índice de sedimentação foram interpretados por meio de análise de variância, com significância de 5% de probabilidade, utilizando-se o Software SAEG 8.0. Para a análise dos fatores foi utilizada a técnica de metodologia da superfície de resposta, e os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste de "t" e adotando-se o nível de 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação e no fenômeno em estudo. Os testes de farinografia e extensografia foram realizados em uma única amostra de cada tratamento; ressalta-se, no entanto, que a amostra analisada foi obtida da mistura das três repetições. A análise desses resultados foi apenas descritiva.

Resultados e discussão

Teor de proteínas

Apresenta-se na Figura 1 o efeito da densidade populacional de *S. zeamais* sobre o teor de proteínas totais dos grãos de trigo ao longo do período de armazenamento. Observa-se que, quanto maiores a densidade inicial de *S. zeamais* e o período de armazenagem, maior foi o teor de proteínas totais; na ausência do inseto não ocorreu variação no conteúdo protéico. O acréscimo no teor de proteínas totais devido à infestação com *S. zeamais* pode ser explicado pela proteólise e também pela alimentação

dos insetos, que reduz o conteúdo de carboidratos, ocasionando aumento percentual do conteúdo protéico. Acrescenta-se também que o teor de proteínas aumentou do centro do grão de trigo para a periferia e o teor de carboidratos, de forma inversa. Dessa forma, o *S. zeamais*, que se alimenta principalmente do interior do grão (Evans, 1981; Dobie et al., 1984), proporciona um aumento percentual do conteúdo protéico. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Sanchez-Marinez et al. (1997), que observaram aumento no teor de proteínas totais com infestação de *R. dominica*. Sudhakar e Pandey (1987) observaram que a infestação com insetos causa aumento no teor de nitrogênio dos grãos. Jood e Kapoor (1992) constataram aumento no nitrogênio, nas proteínas totais, no nitrogênio não-protéico e no ácido úrico com o aumento da infestação de *Tribolium granarium* e *R. dominica*. Mas, na avaliação do teor de proteínas verdadeiras (desconsiderando o nitrogênio não-protéico), esses autores observaram que houve redução ao longo do período de armazenagem, ou seja, o teor de nitrogênio protéico diminuiu com a infestação. Este é um problema quando se quer determinar o teor de proteínas totais, pois se parte da premissa de que todo o nitrogênio contido na amostra provém de proteínas, o que pode não ser verdade, em virtude da possibilidade, no experimento, de ocorrer um aumento na quantidade de nitrogênio não-protéico e da diminuição do nitrogênio protéico, ocasionados pela ação dos insetos.

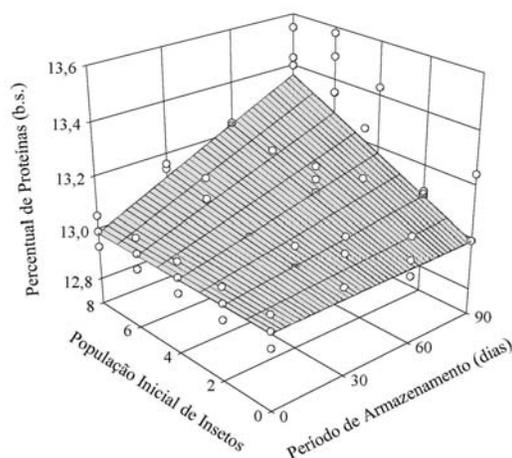


Figura 1. Variação da percentagem de proteínas totais em função do período de armazenamento e da infestação inicial de *S. zeamais* em trigo. $Z = 12,98136 + (0,00065)*X + (0,00052)*Y*X$; ($R^2 = 0,5$; $GL_{res} = 57$; $F = 28,01$; $p > 0,0001$); $X =$ Período de armazenamento (dias), $Y =$ População inicial de insetos em 1,5 kg de trigo, e $Z =$ Percentual de proteínas (base seca)

Umidade

O efeito da densidade populacional de *S. zeamais* sobre o teor de umidade dos grãos de trigo ao longo do armazenamento é apresentado na Figura 2. Houve acréscimo no teor de umidade da massa de grãos de trigo em todos os tratamentos. Nos frascos onde havia maior densidade de insetos, esse aumento foi mais pronunciado, resultando, assim, em perda da qualidade do produto, bem como em aumento da deterioração. Resultados semelhantes foram obtidos por Pushpamma e Reddy (1979). Sanchez-Marinez et al. (1997) relatam que a elevação do teor de umidade se deve ao metabolismo dos insetos.

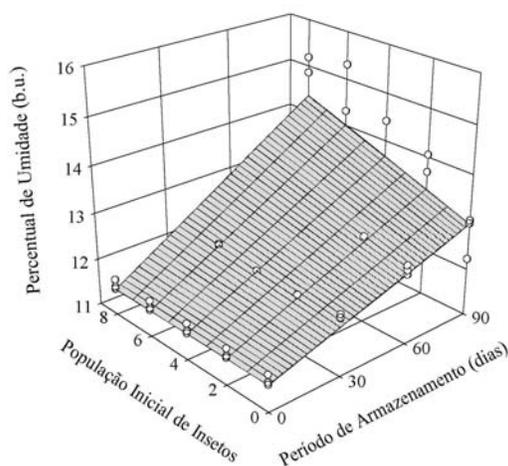


Figura 2. Variação do teor de umidade da massa de grãos em função do período de armazenamento e da infestação inicial de *S. zeamais* em trigo. $Z = 11,5564 + (0,01573)*X + (0,00192)*Y*X$; ($R^2 = 0,84$; $GL_{res} = 57$; $F = 150,01$; $p > 0,0001$); $X =$ Período de armazenamento (dias), $Y =$ População inicial de insetos em 1,5 kg de trigo, e $Z =$ Percentual de umidade (base úmida)

Índice de sedimentação com SDS

Na Figura 3 são apresentados os resultados do efeito do período de armazenamento sobre o potencial de panificação da farinha. Verifica-se um decréscimo no volume do sedimento com o período de armazenamento, indicando uma diminuição na qualidade do glúten. Deve-se salientar que o trigo utilizado no experimento não tinha boa qualidade protéica, pois seu glúten foi classificado como fraco, de acordo com a tabela citada por Mandarinó (1993). A explicação para essa variação no volume do sedimento, implicando piora da qualidade do glúten, deve-se em parte, mas não estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste F, ao ataque dos insetos e, principalmente, ao aumento da umidade do produto, o que poderia ter causado um rompimento dos grânulos de amido pela ação de enzimas

(amilases) associadas à pré-germinação, reduzindo assim a quantidade de glúten na amostra. Esse resultado vai confrontar com o obtido anteriormente, que mostrou um aumento no teor de proteínas totais, embora a qualidade delas tenha diminuído.

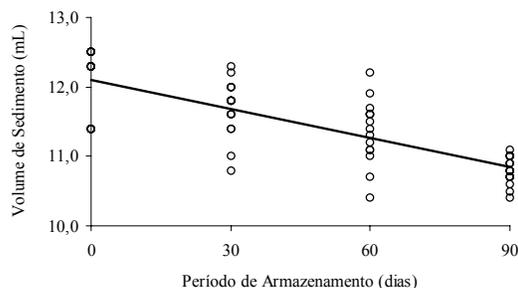


Figura 3. Variação da força do glúten ou potencial de panificação expressa em volume do sedimento, em função do período de armazenamento. $Y = 12,098 - 0,013844 \cdot X$; ($R^2 = 0,57$; $GL_{res} = 58$; $F = 79,36$; $p > 0,0001$); $X =$ Período de armazenamento (dias), $Y =$ Volume do Sedimento (mL)

Tempo de chegada

A Tabela 1 apresenta o efeito da densidade populacional de *S. zeamais*, ao longo do armazenamento dos grãos de trigo, sobre o tempo de chegada, medido pelo farinógrafo de Brabender. Observa-se que ocorreu um aumento no tempo de chegada, ao longo do armazenamento, em todas as densidades populacionais. Sabe-se que, quanto maior o tempo de chegada, pior é a qualidade da farinha.

Tabela 1. Tempo de chegada (minutos) obtido pelos farinogramas

População inicial	Período de Armazenamento (dias)			
	0	30	60	90
0	4,5	5	7	7
2	4,5	5	7	7,5
4	4,5	5,5	6	8
6	4,5	5	7	8
8	4,5	5	6	8

Tempo de saída

A Tabela 2 apresenta o efeito da densidade populacional de *S. zeamais*, ao longo do armazenamento dos grãos de trigo, sobre o tempo de saída medido pelo farinógrafo de Brabender. Observa-se que houve aumento no tempo de saída ao longo do período de armazenamento para todas as densidades populacionais. Para uma farinha ser considerada de boa qualidade, é bom que o tempo de saída esteja em torno de 15 minutos, indicando que pode ser misturada, nesse período, sem perder suas características.

Tabela 2. Tempo de saída (minutos) obtido pelos farinogramas

População inicial	Período de Armazenamento (dias)			
	0	30	60	90
0	9,5	9	11	12
2	9,5	10	11,5	11,5
4	9,5	9,5	10	11,5
6	9,5	8,5	10,5	11,5
8	9,5	9	9,5	11,5

Estabilidade

Apresenta-se na Tabela 3 o efeito da densidade populacional de *S. zeamais*, ao longo do armazenamento dos grãos de trigo, sobre a estabilidade da massa medida pelo farinógrafo de Brabender. Os resultados evidenciam que houve diminuição na estabilidade da massa ao longo do armazenamento, principalmente com o aumento da densidade populacional. Aos 90 dias de armazenamento, na ausência de insetos, houve um aumento na estabilidade da massa, indicando, provavelmente, um erro experimental. Sanchez-Marinez *et al.* (1997), avaliando a influência da infestação com *R. dominica* na qualidade da farinha, relataram que ocorreu diminuição na estabilidade das amostras infestadas em detrimento das amostras-controle, indicando que a infestação afeta a qualidade protéica e reduz a capacidade do glúten formar uma estrutura forte na massa.

Tabela 3. Estabilidade da massa (minutos) obtida da subtração do tempo de saída do tempo de chegada

População inicial	Período de Armazenamento (dias)			
	0	30	60	90
0	5	4	4	5
2	5	5	4,5	4
4	5	4	4	3,5
6	5	3,5	3,5	3,5
8	5	4	3,5	3,5

Energia (área)

O efeito da densidade populacional de *S. zeamais*, ao longo do armazenamento dos grãos de trigo, sobre a energia da massa medida pelo extensógrafo é apresentado na Tabela 4. Verifica-se que a energia ou área diminuiu com o aumento da infestação e do período de armazenamento, ou seja, a infestação reduz a força da massa.

Tabela 4. Energia ou área medida pelos extensógrafos

População inicial	Período de Armazenamento (dias)			
	0	30	60	90
0	100,1	99,3	98,03	106,43
2	100,1	94	102	91,71
4	100,1	92,5	102,29	78,88
6	100,1	90,08	92,2	64,88
8	100,1	80,38	91	61,49

Extensibilidade

Apresenta-se na Tabela 5 o efeito da densidade populacional de *S. zeamais*, ao longo do armazenamento dos grãos de trigo, sobre a extensibilidade da massa, medida pelo farinógrafo de Brabender. Pode-se observar diminuição na extensibilidade da massa com o tempo de armazenamento e com o aumento da densidade populacional. A extensibilidade corresponde ao comprimento em que a massa pode se estender, mostrando como a massa se comporta com o amassamento.

Tabela 5. Extensibilidade da massa obtida pelos extensogramas

População inicial	Período de Armazenamento (dias)			
	0	30	60	90
0	92,5	90	82,5	75
2	92,5	85	75	70
4	92,5	87,5	82,5	70
6	92,5	77	75	67,5
8	92,5	72,5	77,5	70

Conclusão

Os resultados mostram que ocorreu incremento no teor de proteínas totais com o aumento do nível de infestação e do período de armazenamento; no entanto, ocorreu diminuição no índice de sedimentação, indicando diminuição na força do glúten. Assim, embora o conteúdo de proteínas tenha aumentado, a qualidade do trigo para panificação foi reduzida. Corroborando ainda com estes resultados, os testes de farinografia e de extensografia evidenciaram a redução na qualidade do trigo em razão do aumento do tempo de chegada, da diminuição da estabilidade da massa, da energia e da extensibilidade. Pode-se depreender que, nas condições deste trabalho, níveis iniciais de quatro insetos-praga por 1,5 kg de grão de trigo e períodos de armazenamento acima de 60 dias deixam o trigo impróprio para a panificação.

Referências

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. *Approved methods of the AACC*. 9. ed. Method 56-81B, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. *Regras para análise de sementes*. Brasília, DF, 1992.
- DOBIE, P.; HAINES, C.P.; HODGES, R.J.; PREVETT, P.F. *Insects and arachnids of tropical stored products, their biology and identification: a training manual*. London: Tropical Development and Research Institute, 1984.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. EMBRAPA TRIGO. *Laboratório de qualidade*. 2001. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/labqual.htm>. Acesso em: 4 set. 2001.

EVANS, D.E. The biology of stored products Coleoptera. In: *Proc. Aust. Dev. Asst. Course on Preservation of Stored Cereals*, Kansas: Kansas State University, p.149-85, 1981.

HALSTEAD, D. G. H. External Sex differences in stored-products Coleoptera. *Bull. Entomol. Res.*, London, v.54, 119-34, 1963.

JONES, J.R.; BENTON, J. *Kjeldahl method of nitrogen determination*. Athens, Georgia: Micro-Macro Publishing, 183, 1991.

JOOD, S.; KAPOOR, A.C. Biological evaluation of protein quality of wheat as affected by insect infestation. *Food Chem.*, New York, v.45, n.3, p.169-174, 1992.

MANDARINO, J.M.G. *Aspectos importantes para qualidade do trigo*. Londrina: Embrapa-CNPSo, 1993. (Documentos, 60).

OKELANA, F.A.; OSUJI, F.N.C. Influence of relative humidity air 30°C on the oviposition, development and mortality of *Sitophilus zeamais* M. (Coleoptera: Curculionidae) in maize kernels. *J. Stored Prod. Res.* Kidington, v.21, p.13-19, 1985.

PUSHPAMMA, P.; REDDY, M.U. Physicochemical changes in rice and howar stored in different agro climatic regions of Andhra Pradesh. *Bull. Grain Technol.*, Ultor Pradesh, v.17, p.97-108, 1979.

REES, D.P. Coleoptera. In: SUBRAMANYAN, B.; HAGSTRUM, D.W. *Integrated management of insects in stored products*. New York: Marcel Dekker, Inc., 1996. p.1-39.

SAMUELS, R.; MODGIL, R. Biological utilization of insect infested wheat stored in different storage structures. *Nahrung, Weinhein*, v.43, n.5, p.336-338, 1999.

SANCHEZ-MARINEZ, R.I. et al. End use quality of flour from *Rhyzopertha dominica* infested wheat. *Cereal Chem.* St. Paul, v.74, n.4, p.481-483, 1997.

SUDHAKAR, T.R.; PANDEY, N.D. Changes in chemical constituents of raw and parboiled rice varieties due to infestation of rice weevil *Sitophilus oryzae*. *Indian J. Entomol.*, New Delhi, v.49, p.1-6, 1987.

SWAMINATHAN, M. Effect of insect infestation on weight loss, acceptability and nutritive value of food grains. *Indian J. Nutr. Dietet*, Coimbatore, v.14, p.205-216, 1977.

WEHLING, R.L. et al. Stored wheat insect infestation related to uric acid as determined by liquid chromatography. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, Gaithesburg, v.68, p.644-647, 1984.

Received on November 29, 2001.

Accepted on April 23, 2002.