

INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE COLHEITA NA INFESTAÇÃO DO MILHO (*Zea mays* L.) PELO BESOURO DA FARINHA (*Tribolium castaneum* Herbst) DURANTE O ARMAZENAMENTO¹

Arienilmar Araújo Lopes da Silva², Lêda Rita D'Antonino Faroni³,
José Helvécio Martins⁴ e Paulo Roberto Cecon⁵.

RESUMO

Avaliou-se a influência dos danos físicos causados pelo processo de colheita sobre a infestação por *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) no grão de milho armazenado. Duas variedades de milho, de consistência semi-dura e dura, foram colhidas manual e mecanicamente, com teores de umidade de 20,5 e 15,5%; amostras desse material foram infestadas e, após, armazenadas. O desenvolvimento de *T. castaneum* foi avaliado por meio da taxa de crescimento populacional no período. Não houve diferenças significativas entre colheita manual e mecânica, entre as variedades semi-dura e dura; nem entre as umidades na colheita de 20,5 e 15,5%, exceto na colheita mecanizada da variedade semi-dura que, com 20,5% de umidade, apresentou maior percentual de grãos danificados por praga primária no campo.

Palavras-chave: milho, colheita, armazenamento, *Tribolium castaneum*

INFLUENCE OF HARVEST PROCESS ON CORN (*Zea mays* L.) INFESTATION BY THE FLOUR BEETLE (*Tribolium castaneum* Herbst)

ABSTRACT

The effect of damages caused by harvest process on the development of the *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) during storage was evaluated. Two varieties of corn, hard and semi-hard, were manually and mechanically harvested at 20.5 and 15.5% mean moisture contents (wet basis). The samples of this harvested corn were infested and stored. The development of *T. castaneum* was evaluated by intrinsic rate of population increase for that period. For development of *T. castaneum*, it was concluded that there were no significant differences between manual and mechanical harvesting, hard and semi-hard corn varieties and between 20.5 and 15.5% moisture contents. The exception being the case of mechanical harvest of semi-hard variety with 20.5% moisture, which presented a greater percentage of kernels damaged by field weevils.

Key words: maize, harvest, storage, *Tribolium castaneum*

INTRODUÇÃO

O *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae) é considerado uma praga de farinhas e outros

produtos de cereais, mas pode sobreviver, também em grãos não danificados (White, 1982). É um inseto secundário que se desenvolve melhor nas massas de grãos com alto teor de impurezas e grãos quebrados, danificados pelo manuseio

¹ Parte da dissertação de mestrado apresentada pelo primeiro autor à UFV

² Estudante do Curso de Pós-Graduação de Engenharia Agrícola, DEA-UFV, Viçosa, MG, CEP 36570-000, fone (031) 899-1875, Fax (031) 899-2735, E-mail alsilva@alunos.ufv.br

³ Prof^a. Adjunta, DS em Armazenamento de Produtos Agrícolas, DEA-UFV, Viçosa, MG, E-mail lfaroni@mail.ufv.br

⁴ Prof. Titular, PhD em Armazenamento de Produtos Agrícolas, DEA-UFV, Viçosa, MG

⁵ Prof. Titular, DS em Matemática, DPI-UFV, Viçosa, MG. Fone (031) 899-2390, E-mail cecon@dpi.ufv.br.

mecanizado durante os processos de colheita, secagem e armazenamento ou, ainda, pode valer-se dos orifícios deixados pelos insetos primários, como os gorgulhos (Sokoloff, 1974). Por fim, para se justificar a importância da relação entre danos mecânicos e insetos secundários, ressalta-se que algumas larvas e ovos de *Tribolium* sobrevivem à própria moagem seca realizada pelas indústrias de alimentos, em que os grãos são triturados sucessivas vezes (Subramanyam & Hagstrum, 1996). Pesquisas, como a de LiLi & Arbogast (1991) têm mostrado o efeito significativo de grãos danificados no desenvolvimento de *T. castaneum*; entretanto, tais pesquisas foram realizadas com grãos artificialmente danificados e com níveis arbitrários de danos. Resta saber se os reais níveis de danos causados pelos processos normais de manuseio mecanizado também têm efeito significativo no desenvolvimento de *T. castaneum* durante a etapa de armazenamento, principalmente em se considerando as etapas de pré-limpeza e limpeza de grãos, que removem grande parte dos grãos danificados gerados nas etapas anteriores. Esta é a grande contribuição do presente trabalho, que buscou responder a esta questão para os danos causados exclusivamente pela etapa de colheita dos grãos de milho.

O teor de umidade é o principal fator que afeta a resistência de grãos a danos mecânicos durante o processo de colheita, além do histórico da cultura, da variedade e do estágio de maturação (Araújo, 1995). Segundo Brooker et al. (1992) o grão, na colheita mecanizada, está sujeito a impactos mecânicos que podem causar trincamento e quebra, e o teor de umidade que limita esses tipos de dano está em torno de 22%, base úmida. Fatores adicionais que influenciam a ocorrência de danos no milho debulhado, são a velocidade do cilindro e a distância entre o cilindro e o côncavo nas colheitadeiras combinadas (Chowdhury & Buchele, 1978; Hall & Johnson, 1970; Mantovani, 1989).

Outro fator que afeta a resistência de grãos a danos mecânicos durante o processo de colheita, é a variedade. A característica de consistência ou dureza do grão, ou seja, sua resistência em ser quebrado e reduzido em partículas menores, pode ser diferente entre variedades (Hurburgh Jr., 1994). Segundo Hoseney & Faubion (1992) a consistência do grão de milho influencia muitos fatores qualitativos, incluindo a resistência ao ataque de insetos e a quebra durante o manuseio, os danos ao amido produzido durante a moagem seca ou trituração e a potencialidade para produzir determinados produtos. De acordo com o padrão de classificação brasileiro (Brasil, 1982) um lote de milho pode ser classificado, quanto à consistência, como do Grupo Duro, do Grupo Mole, do Grupo Semi-duro ou do Grupo Misturado.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos grãos danificados pelo processo de colheita do milho no desenvolvimento do *T. castaneum* durante o armazenamento e se buscou avaliar, principalmente, os reais níveis de danos causados pelo processo geral de colheita, comparando-se colheitas mecanizada e manual, diferentes teores de umidade de colheita, diferentes variedades de milho e interação entre esses fatores; além disso, buscou-se reproduzir as etapas, como pré-limpeza e limpeza, que afetam o teor de grãos danificados na massa, desde a colheita até o armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Colheita

Os grãos de milho (*Zea mays* L.) utilizados no presente estudo foram provenientes de duas lavouras, uma plantada com

a cultivar silvestre denominada “palha-roxa” e a outra com a variedade comercial AG 122. O milho “palha-roxa” apresenta, predominantemente, grãos com consistência dura e o AG 122 apresenta grãos com consistência semi-dura. As lavouras foram formadas em uma área de aproximadamente 240m², em 12 fileiras de 24m de comprimento, espaçamento entre linhas de 0,9m e densidade de plantio de 25 plantas/m². A colheita mecanizada foi realizada utilizando-se uma colheitadeira combinada, modelo Lavrale 300, com plataforma de colheita para duas linhas. A velocidade do cilindro debulhador, não regulável neste modelo de colheitadeira, foi de 485 rpm e o diâmetro do mesmo igual a 40cm. Simultaneamente, foram realizadas colheitas manuais para serem comparadas com as mecanizadas. As colheitas manual e mecanizada foram realizadas quando o milho das duas lavouras apresentou teor de umidade médio de 20,5% e 15,5%, base úmida.

Percentual de grãos infestados

Os danos causados por insetos primários ainda no campo, foram avaliados para que se pudesse estudar separadamente o efeito desses danos e o efeito dos danos causados pela colheita, evitando-se erro nas conclusões finais. Assim, o objetivo desta avaliação é informar o quanto cada tratamento está danificado por insetos e não o por que de estar danificado. Embora as espigas muito infestadas normalmente sejam excluídas durante a debulha manual, tomou-se o cuidado, para efeito comparativo, de evitar seleção neste trabalho, porque isto não ocorre na colheitadeira. Para o teste, as amostras foram umedecidas por 6 minutos em solução de iodo a 4% para os grãos exibirem nitidamente os danos causados por pragas primárias, quer tenham sido os grãos danificados por uma única espécie de inseto, quer por várias. O resultado foi expresso em percentagem média de grãos infestados.

Armazenamento e avaliação do desenvolvimento do *T. castaneum*

Após a colheita, o milho passou por processo manual de pré-limpeza com peneiras e depois foi expurgado para eliminação das pragas de campo; em seguida, realizou-se secagem natural, à sombra, até o milho atingir o teor de umidade de 13%; assim, evitaram-se os danos que poderiam ser causados por uma secagem artificial. Após a secagem, o milho passou pelo processo manual de limpeza, utilizando-se peneiras de crivo circular de 4,76mm de diâmetro, conforme as normas brasileiras (BRASIL, 1982); depois, amostras de 250g, representativas de cada combinação variedade-método de colheita-teor de umidade (tratamentos) foram infestadas com 40 insetos adultos da espécie *T. castaneum*. Todos os tratamentos foram acondicionados em uma câmara de desenvolvimento biológico, mantida a temperatura de 32 ± 2°C e umidade relativa de 65 ± 5% que, segundo Gray, citado por Pedersen (1992) constituem as condições ideais para o inseto. Escolheu-se o período de armazenamento de 47 dias a fim de possibilitar a ocorrência do ciclo de vida de uma geração do inseto. Decorrido esse tempo, cada amostra infestada foi peneirada para se proceder à primeira contagem dos insetos e, logo em seguida, submetida ao funil-de-Barlesi, para se efetuar a segunda contagem. A soma das duas contagens totalizou o número final de insetos vivos depois do armazenamento. A taxa de crescimento populacional

foi determinada conforme a equação citada por Pedersen (1992):

$$r = (\ln N_t - \ln N_0) / t \quad (1)$$

r - taxa de crescimento

t - tempo de infestação em dias

N_0 - número de insetos vivos no tempo zero

N_t - número de insetos vivos no tempo t

Além da consistência do grão, poderia haver diferenças nutricionais entre as variedades capazes de levar a diferentes taxas de crescimento populacional do inseto. Para se verificar essa possibilidade, colocou-se o *T. castaneum* para desenvolvimento em amostras totalmente trituradas, o que eliminou o fator consistência.

Delineamento experimental e análise dos dados

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2²2, ou seja, dois tipos de colheita, manual e mecanizada, duas variedades de milho, uma com grãos de consistência dura e outra com grãos de consistência semi-dura e dois teores de umidade na época da colheita, 20,5 e 15,5%, com quatro repetições. Os dados obtidos em percentagem foram avaliados quanto à homogeneidade, por meio dos testes de Cochran & Bartlett e quanto à normalidade, por meio do teste de Lilliefors. Quando necessário, os dados foram transformados utilizando-se a Equação (2). Os dados foram interpretados por meio de análise de variância e as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

$$y = \arcsen \sqrt{x/100} \quad (2)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Percentual de grãos infestados

Os dados obtidos por meio deste teste são muito importantes para grãos como milho, sorgo, trigo e feijão, freqüentemente infestados por insetos primários ainda no campo. Os grãos infestados já favorecem o desenvolvimento do *T. castaneum* mas, por estarem mais frágeis, podem ser danificados com maior intensidade pela colheita mecanizada e favorecer ainda mais o desenvolvimento do inseto. Observa-se, nas Tabelas 1 e 2, que no material colhido não houve diferença significativa entre as colheitas manual e mecânica para o percentual de grãos infestados, em qualquer combinação de variedade e teor de umidade na colheita.

Normalmente, quanto mais seco estiver o milho na época da colheita, ou seja, quanto mais tardia for a colheita, maior será o percentual de grãos infestados (Brooker et al., 1992).

Tabela 1. Valores médios* de percentual de grãos infestados de acordo com a variedade, umidade na época da colheita e procedimento de colheita

Colheita	Variedade Semi-dura		Variedade Dura	
	Umidade na Colheita		Umidade na Colheita	
	20,5%	15,5%	20,5%	15,5%
Mecânica	3,64 a A	2,13 a B	0,07 a B	1,41 a A
Manual	3,20 a A	3,14 a A	1,11 a A	0,94 a A

*As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, para cada variedade, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Observa-se, na Tabela 1, relativa às umidades de colheita, que não ocorreu esta tendência, fato que só se explicaria pela ecologia de ataque do inseto primário no campo (Brewster & Allen, 1997) o que está fora da competência deste trabalho. Quanto às variedades, observa-se que a semi-dura foi a mais atacada pelos insetos primários ainda no campo (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios* de percentual de grãos infestados de acordo com a variedade, umidade na época da colheita e procedimento de colheita

Colheita	Umidade na Colheita 20,5%		Umidade na Colheita 15,5%	
	Variedade		Variedade	
	Semi-dura	Dura	Semi-dura	Dura
Mecânica	3,64 a A	0,07 a B	2,13 a A	1,41 a A
Manual	3,20 a A	1,11 a B	3,14 a A	0,94 a B

*As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, para cada umidade, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Avaliação do desenvolvimento do *T. castaneum*

A análise de variância da taxa de crescimento populacional do *T. castaneum* nas amostras de milho triturado, Tabela 3, demonstra que não ocorreu diferença nutricional entre as variedades capaz de causar uma diferença significativa na taxa. Assim, pode-se afirmar que não ocorreu diferença nutricional significativa entre as variedades e qualquer diferença na taxa de crescimento entre elas, dentro dos tratamentos, é devida ao efeito da colheita.

Tabela 3. Resumo da análise de variância da taxa de crescimento do *T. castaneum* em amostras de grãos triturados

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios
Grãos triturados	1	0,00001 n.s.
Resíduo	6	0,00006
C.V. (%)	-	47,45

n.s. Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F

Quanto ao efeito da umidade na época da colheita sobre a taxa de crescimento, Tabela 4, verifica-se que a variedade semi-dura, colhida mecanicamente, com teor de umidade mais elevado, apresentou condições mais favoráveis ao desenvolvimento do *T. castaneum*. Quanto ao efeito das variedades, Tabela 5, não houve diferença entre elas com a umidade, na época da colheita, de 15,5%, mas com a de 20,5%, a variedade semi-dura, colhida mecanicamente, apresentou maior taxa de crescimento; em relação ao procedimento de colheita não houve, de modo geral, diferença entre colheitas manuais e mecânicas, exceto para a variedade semi-dura colhida com 20,5% de umidade. Nesta combinação, o *T. castaneum* apresentou taxa de crescimento maior no milho colhido mecanicamente.

Tabela 4. Valores médios* da taxa de crescimento do *T. castaneum*, de acordo com a variedade, a umidade na época da colheita e o procedimento de colheita**

Colheita	Variedade Semi-dura		Variedade Dura	
	Umidades na Colheita		Umidades na Colheita	
	20,5%	15,5%	20,5%	15,5%
Mecânica	10,5 a A	-2,2 a B	-4,7 a A	-3,0 a A
Manual	-7,0 b A	-3,0 a A	-6,0 a A	-3,2 a A

*As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, para cada variedade, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

** Valores multiplicados por 103

Tabela 5. Valores médios* da taxa de crescimento do *T. castaneum*, de acordo com a variedade, a umidade na época da colheita e o procedimento de colheita**

Colheita	Umidade na Colheita 20,5%		Umidade na Colheita 15,5%	
	Variedades		Variedades	
	Semi-dura	Dura	Semi-dura	Dura
Mecânica	0,5 a A	-4,7 a B	-2,2 a A	-3,0 a A
Manual	-0,7 b A	-6,0 a A	-3,0 a A	-3,2 a A

*As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas, para cada umidade, não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

** Valores multiplicados por 103

Observando-se simultaneamente os resultados da taxa de crescimento populacional do *T. castaneum* e os resultados de percentual de grãos infestados, verifica-se que não houve diferença no desenvolvimento da praga entre o milho colhido manualmente e o colhido mecanicamente, quando entre eles também não houve diferença no percentual de grãos infestados; verifica-se, também, que não houve diferença no desenvolvimento da praga para um mesmo método de colheita, manual ou mecânico, mesmo quando nele ocorreu diferença no percentual de grãos infestados; portanto, foi preciso que danos por insetos primários e pela colheita mecanizada ocorressem em conjunto para que a massa de grãos apresentasse menor resistência à infestação pelo *T. castaneum*.

Observou-se, ainda, que a maior taxa de crescimento obtida entre as combinações de tratamento deste trabalho foi de 0,0105 insetos.dia⁻¹ em 47 dias de armazenamento. Leslie & Park, citados por Pedersen (1992) encontraram uma taxa de 0,0980 insetos.dia⁻¹ para 47 dias em condições ótimas; portanto, os danos físicos causados apenas pela colheita mecânica propiciaram uma taxa de crescimento do *T. castaneum* que representa 10% de sua máxima taxa possível.

CONCLUSÕES

A taxa de crescimento populacional do *T. castaneum* não foi significativamente diferente entre as colheitas manual e mecânica, entre as variedades semi-dura e dura, nem entre as umidades na colheita de 20,5 e 15,5%, exceto para o tratamento com colheita mecanizada da variedade semi-dura, com 20,5% de umidade, por causa da influência do percentual de grãos infestados; portanto, os danos causados pelo processo de colheita, para a faixa de teor de umidade e variedades de milho estudadas neste trabalho, não têm efeito no desenvolvimento de *T. castaneum* durante o armazenamento, mas a colheita mecanizada de variedades de menor dureza de grãos e já danificados por insetos primários no campo, pode favorecer a infestação por *T. castaneum* durante o armazenamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, R.F. **Efeito da colheita mecanizada nas perdas quantitativas e qualitativas de sementes de milho (*Zea mays*, L.)**. Viçosa, MG: UFV, 1995. 103p. Tese Doutorado
- 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, 1982. 12 p.
- BREWSTER, R. & ALLEN, J.D. Spatiotemporal insect model. **Environmental Entomology**, Lanham, MD, v.26, n.3, p.475-48, 1997.
- BROOKER, D.B.; BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.H. **Drying and storage of grains and oilseeds**. Westport: AVI, 1992. 450 p.
- CHOWDHURY, M.H.; BUCHELE W.F. The nature of corn kernel damage inflicted in the shelling crescent of grain combines. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.21, n.3, p.610-614, 1978.
- HALL, G.E.; JOHNSON, W.H. Corn kernel crackage induced by mechanical shelling. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.13, n.1, p.51-55, 1970.
- HOSENEY, R.C.; FAUBION, J.M. Physical properties of cereal grains. In: **Storage of cereal grains and their products**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, Inc, 1992. p.1-39.
- HURBURGH Jr., C.R. Corn quality patterns in U.S. markets. **Applied Engineering in Agriculture**, Iowa, v.10, n.4, p.515 - 521, 1994.
- LI LI; ARBOGAST, R.T. The effect of grain breakage on fecundity, development, survival, and population increase in maize of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Stored Product Research**, Oxford, U.K., v.27, n.2, p.87-94, 1991.
- MANTOVANI, E.C. A colheita mecânica do milho. In: FUNDAÇÃO CARGIL. **Colheita mecânica, secagem e armazenamento do milho**. Campinas, 1989. 24p. (Série Técnica, 2).
- PEDERSEN, J.R. Insects: identification, damage and detection. In: **Storage of cereal grains and their products**. St. Paul: American Association of Cereal Chemists, Inc, 1992. p.435-491.
- SOKOLOFF, A. **The biology of Tribolium** Oxford: Oxford University Press, v.2. 1974. 610p.
- SUBRAMANYAM, B.; HAGSTRUM, D. **Integrated management of insects in stored products**. New York: Marcel Dekker, 1996. 954p.
- WHITE, G.G. The effect of grain damage on development in wheat of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae). **Journal of Stored Product Research**, Oxford, U.K., v.187, p.115-119, 1982.