

PROTEÇÃO DE PLANTAS**Resistência e Mecanismos Envolvidos em Genótipos de Milho em Relação ao Ataque do Gorgulho, *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae)**LUCIANA C. TOSCANO¹, ARLINDO L. BOIÇA JR.¹, FERNANDO M. LARA¹ E JOSÉ M. WAQUIL²¹Departamento de Entomologia e Nematologia, FCAV/UNESP, Rodovia Carlos Tonanni, km 5, 14870-000, Jaboticabal, SP.²Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo/EMBRAPA, Caixa postal, 151, 35700-000, Sete Lagoas, MG.

An. Soc. Entomol. Brasil 28(1): 141-146 (1999)**Resistance of Corn Genotypes and Its Mechanisms in Relation to the Maize Weevil *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae)**

ABSTRACT - As result of preliminary tests, free choice tests were carried out with 10 corn genotypes selected (M 9560, XHT 12, A 952, AG 5011, X 9557, Z 8452, C 615, C 435, DINA 888, C 606) to evaluate the attractiveness and preference for oviposition. The corn genotypes Z 8452 (3.1%) and M 9560 (3.2%) were the less attractive while C 615 (24.7%) was the most attractive. Nonpreference for oviposition was observed for A 952, M 9560 and XHT 12 genotypes with mean number of 2.0, 3.0 and 3.4 eggs per container. M 9560, A 952 and Z 8452 genotypes showed feeding nonpreference and/or antibiosis type resistance. The genotypes C 435, C 444, C 606 and AG 8010, were highly susceptible.

KEY WORDS: Insecta, curculionids, plant resistance, stored grains.

RESUMO - A resistência de 30 genótipos de milho ao ataque de *Sitophilus zeamais* Mots. foi avaliada em teste sem chance de escolha, sendo efetuada uma seleção de 10 deles (M 9560, XHT 12, A 952, AG 5011, X 9557, Z 8452, C 615, C 435, DINA 888, C 606), os quais foram submetidos ao teste com chance de escolha, avaliando-se a atratividade e a preferência para oviposição. Pelos resultados concluiu-se que os genótipos menos atrativos foram Z 8452 (3,1%) e M 9560 (3,2%), enquanto o mais atrativo foi C 615 (24,7%). Os genótipos que apresentaram resistência do tipo não-preferência para oviposição foram A 952, M 9560 e XHT 12 com números médios de 2,0; 3,0 e 3,4 ovos por recipiente. A resistência do tipo não-preferência para alimentação e/ou antibiose foi observada nos genótipos M 9560, A 952 e Z 8452. Os genótipos com alta suscetibilidade ao gorgulho foram C 435, C 444, C 606 e AG 8010.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, curculionídeos, resistência de plantas, grãos armazenados.

O gorgulho *Sitophilus zeamais* Mots., constitui uma das pragas mais importantes do milho armazenado, devido a uma série de características que apresenta como, elevado potencial biótico, capacidade de atacar grãos tanto no campo quanto em depósitos e de sobreviver a grandes profundidades na massa de grãos (Faroni 1992). Os prejuízos advêm da alimentação de larvas e adultos no interior dos grãos, os quais podem ser totalmente destruídos (Matioli *et al.* 1988/1989).

A cultura do milho, devido à sua alta variabilidade genética, apresenta-se favorável para a elaboração de programa de pesquisa, com possibilidade de seleção e melhoramento para resistência a *S. zeamais* (Widstrom *et al.* 1992).

Como meio de controle dessa praga, o uso de cultivares resistentes pode ser bastante vantajoso pela facilidade de utilização, não oneração do produto, ausência de contaminação dos grãos e compatibilidade com outras táticas de controle.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento e os tipos de resistência envolvidos em diferentes genótipos de milho frente ao ataque de *S. zeamais*, em testes com e sem chance de escolha.

Material e Métodos

Os testes foram conduzidos no Laboratório de Resistência de Plantas a Insetos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Câmpus de Jaboticabal - UNESP, Jaboticabal, SP, com *S. zeamais*. Os insetos foram criados em frascos de vidro contendo grãos do genótipo de milho suscetível C 805 mantidos em B.O.D, regulada a temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$, fotofase de 12 horas e umidade relativa de $70 \pm 5\%$.

Teste Sem Chance de Escolha. Para a condução do teste utilizaram-se quatro repetições de 30 genótipos de milho, cedidos pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS/ EMBRAPA): XHT 12, M 9560, Z 8452, RA 100, AGROMEN 2014, OC 1723, AG 8010, IAC EXP.4243,

EXCELER, C 435, 94 HT 31 QPM, CO 32, X 9557, AL 25/11, DINA 500 E, P 3041, PL 401, A 952, C 606, C 505, AG 5011, G 165 S, C 444, C 615, HT 16 C, CO 42, DINA 501 E, DINA 888, P 3027, P 3099. Foram empregados recipientes cilíndricos plásticos transparentes de 3,9 cm de altura x 3,8 cm de diâmetro, contendo 10 g de grãos, onde foram liberados 20 gorgulhos recém-emergidos. Após sete dias de alimentação e oviposição os gorgulhos foram retirados e descartados. Em torno de 30 dias após a liberação, foram avaliados os seguintes parâmetros para verificar os tipos de resistência (não-preferência para alimentação e/ou antibiose): número médio de gorgulhos emergidos; peso médio de adulto após 24 horas de emergência; longevidade de machos e fêmeas; período médio de desenvolvimento de ovo a adulto; razão sexual média, avaliada de acordo com o método citado por Pacheco & Paula (1995); e perda média de peso dos grãos.

Teste Com Chance de Escolha. Realizaram-se cinco repetições de 10 genótipos (M 9560, XHT 12, A 952, AG 5011, X 9557, Z 8452, C 615, C 435, DINA 888, C 606) os quais foram selecionados como mais e menos atacados pelos gorgulhos no teste anterior. Utilizaram-se arenas constituídas de bandejas circulares de alumínio de 5 cm de altura e 30 cm de diâmetro, contendo em seu interior placas de isopor circular de 2 cm de altura e 29,4 cm de diâmetro, com aberturas circulares e equidistantes ao centro, onde acondicionaram-se aleatoriamente os recipientes plásticos com 10 g de grãos de milho dos genótipos testados. Foram liberados no centro da placa 200 insetos (20 insetos/ recipiente) não sexados e recém-emergidos. Sobreposta à bandeja foi colocada outra bandeja com a borda invertida e de mesma dimensão, sendo a junção de ambas, vedada com fita adesiva, tornando o ambiente escuro e impedindo a fuga dos insetos. Após 24 horas foi observada a atratividade dos insetos pelos genótipos. Em seguida, todos os recipientes foram recolocados nas bandejas de alumínio, onde permaneceram por mais seis dias, retirando-

se, após, os adultos. Os recipientes plásticos transparentes foram tampados e conduzidos à geladeira para impedir o desenvolvimento embrionário, durante o período necessário para a contagem dos ovos. Os grãos foram imersos em solução de fucsina ácida a 0,5% durante cinco minutos, tempo necessário para a coloração das massas gelatinosas das posturas (Peterson 1981).

Em ambos testes utilizou-se delineamento estatístico inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Teste Sem Chance de Escolha. A longevidade média dos adultos, a duração do período médio de desenvolvimento do ovo-adulto e a razão sexual média dos adultos em teste sem chance de escolha de *S. zeamais*, nos 30 genótipos testados, não apresentaram diferenças estatísticas significativas entre si ($P > 0,05$).

Houve diferenças significativas ($P \leq 0,05$) para os dados dos parâmetros número médio de gorgulhos emergidos, peso médio dos adultos e perda média de peso dos grãos (Tabela 1). Quanto ao número médio de gorgulhos emergidos, observaram-se menores valores nos genótipos Z 8452 (2,8 insetos), M 9560 (3,0 insetos) e A 952 (3,3 insetos), sendo que, opostamente, o genótipo C435 (20,7 insetos) possibilitou maior emergência, sugerindo apresentarem os primeiros, uma certa não-preferência para alimentação e/ou antibiose. De acordo com Rêgo *et al.* (1984) e Lara (1991) o menor número de indivíduos emergidos em determinado genótipo pode evidenciar certa resistência.

Os genótipos A 952 (2,15mg) M 9560 (2,16mg) e DINA 888 (2,20mg) e CO 42 (2,25mg) proporcionaram peso médio do adultos significativamente inferiores ao obtido no genótipo C 606 (2,79mg). A diferença no peso de adultos em função de diferentes genótipos também foi constatada por Ungsunantwiwat e Mills (1985). Possivelmente os genótipos que originaram

gorgulhos de pesos médios menores possuam algum fator antibiótico e/ou não são preferidos para alimentação.

Os menores valores de perda média de peso dos grãos foram registrados para Z 8452 e M 9560 com índices de 0,08g e 0,04g respectivamente, o que sugere que estes genótipos foram menos adequados ao consumo alimentar dos gorgulhos e que provavelmente algum fator, como estímulo ou substâncias alimentares presentes nos grãos, interferiu na alimentação (Lara 1991). Verificou-se o inverso quando os insetos foram criados no genótipo AG 8010 (0,70g). Os valores encontrados por Boiça Júnior *et al.* (1997), em teste realizado nas mesmas condições para os genótipos C 606 e C 505, foram 0,60g e 0,15g respectivamente. A perda média de peso de grãos encontrada para o genótipo C 505 aproxima-se muito à obtida por esse autor, enquanto para C 606 a perda observada nesse trabalho foi três vezes maior.

Teste Com Chance de Escolha. A porcentagem de adultos de *S. zeamais* atraídos aos diferentes genótipos de milho foi significativamente menor em Z 8452 (3,1%) e o M 9560 (3,2%) e maior no genótipo C 615 (24,7%), evidenciando a presença nos primeiros de algum fator de repelência (Tabela 2). De maneira geral, os genótipos testados foram menos atrativos do que aqueles testados por Tipping *et al.* (1987) que verificaram a resposta de atratividade de 10 genótipos de milho e constataram que a atratividade média variou de 60,4% para o genótipo N 28 a 18,8% para R 805, sendo que o genótipo Pa 91 não atraiu qualquer inseto. Gomez *et al.* (1983) relatam que a presença de alguns componentes nos tecidos dos grãos de milho aparentemente influenciou no comportamento de *Sitophilus oryzae* (L.), despertando respostas direcionais de oviposição e de alimentação.

Com relação à oviposição, constatou-se que os genótipos A 952 (2,0 ovos), M 9560 (3,0 ovos) e XHT 12 (3,4 ovos) foram os menos escolhidos e apresentaram resistência do tipo não-preferência para oviposição, quando comparados aos C 435 e AG 5011

Tabela 1. Número de *S. zeamais* emergidos, peso (mg) dos adultos e perda (g) média de peso dos grãos (\pm EP) obtidos em 30 genótipos de milho, em teste sem chance de escolha. Temperatura: $28\pm 2^\circ\text{C}$; UR: $70\pm 5\%$ e fotofase de 12 h.

Genótipos	Número de insetos emergidos ¹	Peso dos adultos ¹	Perda de peso dos grãos ¹
Z 8452	2,8 \pm 1,03c	2,35 \pm 0,06 ab	0,04 \pm 0,02 b
M 9560	3,0 \pm 1,00c	2,16 \pm 0,01 b	0,08 \pm 0,05 b
A 952	3,3 \pm 1,11c	2,15 \pm 0,23 b	0,24 \pm 0,10 ab
AG 5011	4,0 \pm 1,53bc	2,37 \pm 0,09 ab	0,24 \pm 0,14 ab
XHT 12	4,5 \pm 0,50bc	2,44 \pm 0,12 ab	0,26 \pm 0,14 ab
X 9557	4,7 \pm 1,86bc	2,54 \pm 0,04 ab	0,19 \pm 0,11 ab
C 615	5,0 \pm 1,41bc	2,45 \pm 0,05 ab	0,45 \pm 0,01 ab
DINA 888	5,5 \pm 1,50bc	2,20 \pm 0,20 b	0,19 \pm 0,07 ab
DINA 500 E	5,5 \pm 1,19bc	2,55 \pm 0,07 ab	0,32 \pm 0,06 ab
AGROMEN 2014	5,5 \pm 2,33bc	2,67 \pm 0,16 ab	0,33 \pm 0,13 ab
94 HT 31 QPM	6,0 \pm 1,35bc	2,44 \pm 0,10 ab	0,34 \pm 0,10 ab
C 606	6,0 \pm 2,86bc	2,79 \pm 0,18 a	0,22 \pm 0,11 ab
AL 25/11	6,3 \pm 1,86bc	2,67 \pm 0,04 ab	0,25 \pm 0,04 ab
CO 42	6,8 \pm 2,75bc	2,25 \pm 0,15 b	0,19 \pm 0,10 ab
P 3099	7,0 \pm 2,48abc	2,47 \pm 0,12 ab	0,42 \pm 0,14 ab
P 3041	7,3 \pm 1,76abc	2,36 \pm 0,05 ab	0,21 \pm 0,11 ab
EXCELER	8,0 \pm 3,39abc	2,49 \pm 0,12 ab	0,33 \pm 0,14 ab
C 505	8,7 \pm 2,85abc	2,64 \pm 0,05 ab	0,19 \pm 0,10 ab
RA 100	8,8 \pm 0,95abc	2,57 \pm 0,06 ab	0,30 \pm 0,08 ab
P 3027	9,3 \pm 1,25abc	2,62 \pm 0,08 ab	0,31 \pm 0,04 ab
HT 16 C	9,3 \pm 2,06abc	2,38 \pm 0,08 ab	0,33 \pm 0,13 ab
AG 8010	9,3 \pm 2,53abc	2,37 \pm 0,03 ab	0,70 \pm 0,10 a
OC 1723	9,5 \pm 2,25abc	2,55 \pm 0,07 ab	0,27 \pm 0,09 ab
CO 32	10,7 \pm 3,53abc	2,50 \pm 0,05 ab	0,32 \pm 0,10 ab
IAC EXP. 4243	11,5 \pm 3,75abc	2,55 \pm 0,06 ab	0,45 \pm 0,12 ab
G 165 S	11,8 \pm 4,11abc	2,50 \pm 0,02 ab	0,59 \pm 0,07 ab
DINA 501 E	13,3 \pm 1,93abc	2,45 \pm 0,03 ab	0,27 \pm 0,06 ab
PL 401	14,3 \pm 2,60abc	2,39 \pm 0,08 ab	0,19 \pm 0,11 ab
C 444	16,5 \pm 3,71ab	2,44 \pm 0,12 ab	0,53 \pm 0,21 ab
C 435	20,7 \pm 4,10a	2,46 \pm 0,04 ab	0,51 \pm 0,18 ab
F (Tratamento)	2,7***	2,39***	1,84**

¹ Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente a de 5% probabilidade pelo teste de Tukey .

(9,0 e 9,6 ovos, respectivamente). A resistência do tipo não-preferência para oviposição pode estar associada a diversos aspectos, como a superfície dos grãos (Tipping *et al.* 1988a) e a natureza física e química

do pericarpo (Tipping *et al.* 1988b), ou mesmo a fatores aleloquímicos envolvidos (Tipping *et al.* 1987), como substâncias fenólicas (Aranson *et al.* 1993).

Os genótipos menos atrativos foram M

Tabela 2. Porcentagem de adultos atraídos 24 horas após a liberação e número médio de ovos *S. zeamais* (\pm EP) obtidos em dez genótipos de milho, em teste com chance de escolha. Teemperatura: $28\pm 2^\circ\text{C}$; UR: $70\pm 5\%$ e fotofase de 12 h.

Genótipos	¹ Porcentagem (%) de adultos atraídos após 24 horas ²	¹ Número médio de ovos ³
Z 8452	$3,1 \pm 1,03$ b	$5,6 \pm 1,60$ abcd
M 9560	$3,2 \pm 1,37$ b	$3,0 \pm 0,95$ cd
DINA 888	$6,7 \pm 1,51$ ab	$6,4 \pm 0,81$ abcd
A 952	$7,4 \pm 2,45$ ab	$2,0 \pm 0,71$ d
C 435	$8,5 \pm 2,50$ ab	$9,0 \pm 1,67$ ab
C 606	$9,7 \pm 2,58$ ab	$3,8 \pm 0,73$ abcd
AG 5011	$9,9 \pm 5,63$ ab	$9,6 \pm 1,47$ a
XHT 12	$11,5 \pm 4,69$ ab	$3,4 \pm 0,51$ bcd
X 9557	$13,8 \pm 7,51$ ab	$4,0 \pm 0,45$ abcd
C 615	$24,7 \pm 7,17$ a	$8,0 \pm 1,30$ abc
F (Tratamento)	2,2**	5,4***

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

²Para a análise, os dados originais foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{\%}$.

³Para a análise, os dados originais foram transformados em $\sqrt{x + 0,5}$.

9560 e Z 8452, enquanto que o mais atrativo foi o C 615. Os genótipos que apresentaram resistência do tipo não-preferência para oviposição foram A 952, M 9560 e XHT 12. A resistência do tipo não-preferência para alimentação e/ou antibiose foi observada nos genótipos M 9560, A 952 e Z 8452. Os genótipos com alta suscetibilidade ao gorgulho foram: C 435, C 444, C 606 e AG 8010.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelas bolsas concedidas e a CNPMS/ EMBRAPA de Sete Lagoas, MG, pelo fornecimento dos grãos dos genótipos de milho.

Literatura Citada

Arnason, J.T, B. Baum, J. Gale, J.D.H. Lambert, D. Bergvison, B.J.R. Philogene, J.A. Serratos, J.Mihm, &

D.C. Jewell. 1993. Variation in resistance of Mexican landraces of maize to maize weevil *Sitophilus zeamais*, in relation to taxonomic and biochemical parameters. Euphytica. 74:227-236.

Boiça Jr., A. L., F. M. Lara & F. P. Guidi. 1997. Resistência de genótipos de milho ao ataque de *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera, Curculionidae). An. Soc. Entomol. Brasil. 26:481-485.

Faroni, L.R.D'Antonino 1992. Manejo das pragas de grãos armazenados e sua influência na qualidade do produto final. Rev. Bras. Armaz. 17:36-43.

Gomez, L.A. Rodriguez, J.G. Poneleit, D.F. Blake, & C.R. Smith, Jr. 1983. Chemosensory responses of the rice weevil (Coleoptera: Curculionidae) to a susceptible and resistant corn genotype. J. Econ. Entomol. 76:1044-1048.

- Lara, F.M.** Tipos de resistência. In: — Princípios de resistência de plantas a insetos. São Paulo. Ícone, 1991. p.35-65.
- Matioli, C.H., J.C. Matioli, & A.A. Almeida. 1988/1989.** Localização dos orifícios de emergência dos adultos de *Sitophilus oryzae* (L., 1763) nos grãos de milho. Rev.Bras. Armaz.13/14:18-22.
- Pacheco, I.A. & D.C. Paula. 1995.** Ordem Coleoptera. In: — Insetos de grãos armazenados: Identificação e biologia. Campinas: Fundação Cargill, p.37-47.
- Peterson, A. 1981.** Entomological techniques: How to work with insects. 10. ed. Los Angeles: Entomological Reprint Specialists, p.125.
- Rêgo, A. F. M., A. F. S. L.Veiga, Z. A. Rodrigues, M. L. Oliveira, & M. L. Pimentel. 1984.** Resposta de cultivares promissoras de milho e sorgo ao *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) Motschulsky 1855, normal e irradiado sob condições de laboratório. Ciênc. e Cult. 36:2173-2180.
- Tipping, P. W., K. L. Mikolajczak, J. G. Rodriguez, C. G. Poneleit, & D. E. Legg. 1987.** Effects of whole corn kernels and extracts on behavior of maize weevil (Coleoptera: Curculionidae), J. Econ. Entomol. 80:1010 -1013.
- Tipping, P. W., D. E. Legg, J. G. Rodriguez, & C. G. Poneleit . 1988a.** Influence of maize pericarp surface relief on resistance to the maize weevil (Coleoptera: Curculionidae). J. Kansas Entomol. Soc. 61:237-241.
- Tipping, P. W., J. G. Rodriguez, C. G. Poneleit & D. E. Legg . 1988b.** Feeding activity of the maize weevil (Coleoptera: Curculionidae) on two dent corn lines and some of their mutants. J. Econ. Entomol. 81:830-833.
- Ungsunantwiwat, A. & , R.R. Mills. 1985.** Influence of rearing medium on size and weight of adults of four *Sitophilus* populations and weight loss of host kernels (Coleoptera: Curculionidae). J. Stored Prod. Res. 21:89-93.
- Widstrom, N.W., K. Bondari & W.W. McMilian. 1992.** Hybrid performance among maize populations selected for resistance to insects. Crop Science.32:85-89.

Recebido em 16/03/98. Aceito em 05/02/99.