
RESISTÊNCIA DE HÍBRIDOS DE MILHO AO ATAQUE DE *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) EM CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

Resistance of corn hybrids against the attack of Sitophilus zeamais Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) in stored conditions

Alberto Luiz Marsaro Júnior¹, Aloísio Alcântara Vilarinho²,
Wellington Robinson Soares Cizino de Paiva³, Hosana Carolina dos Santos Barreto⁴

¹ Entomologista, Dr., Embrapa Roraima. Roraima, RR - Brasil. e-mail: alberto@cpafrr.embrapa.br

² Melhorista genético, Dr., Embrapa Roraima. Roraima, RR - Brasil. e-mail: aloisio@cpafrr.embrapa.br

³ Acadêmico de Farmácia. Roraima, RR - Brasil. e-mail: wellingtoncizino@hotmail.com.br

⁴ Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Química, Roraima, RR - Brasil. e-mail: karolina_rr@click21.com.br

Resumo

A resistência de híbridos de milho foi avaliada com relação ao ataque de *Sitophilus zeamais* em condições de armazenamento. Amostras de grãos de onze híbridos de milho, BRS 3003, BRS 1030, BRS 3123, BRS 2020, BRS 2223, BRS 2110, BRS 3060, BRS 2114, BRS 3151, BRS 1010 e BRS 1001, foram infestadas com adultos de *S. zeamais* e mantidas em condições de laboratório a 27°C e 12 horas de fotofase. Após trinta dias da infestação, foram avaliados os seguintes parâmetros de resistência: índice de suscetibilidade, perda de massa seca dos grãos, número de insetos emergidos e ciclo biológico. Os híbridos mais suscetíveis ao ataque de *S. zeamais* foram: BRS 3003 e BRS 1030, enquanto que os mais resistentes foram: BRS 1010 e BRS 1001.

Palavras-chave: Resistência de plantas; Milho armazenado; Gorgulho-do-milho.

Abstract

Resistance of corn hybrids was evaluated against the attack of Sitophilus zeamais in stored conditions. Samples of kernels of eleven hybrids of corn, BRS 3003, BRS 1030, BRS 3123, BRS 2020, BRS 2223, BRS 2110, BRS 3060, BRS 2114, BRS 3151, BRS 1010 and BRS 1001, were infested with adults of S. zeamais and maintained in laboratory conditions at 27°C and 12 hours of photophase. After 30 days of infestation the following parameters of resistance were evaluated: susceptibility index, reduce of dry mass of the grains, number of emerged insects and biological cycle. The most susceptible hybrids to the attack of S. zeamais were: BRS 3003 and BRS 1030; while the most resistant were: BRS 1010 and BRS 1001.

Keywords: Plant resistance; Stored corn; Maize weevil.

INTRODUÇÃO

O gorgulho-do-milho, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae), destaca-se como uma das principais pragas do milho armazenado, devido ao seu elevado potencial biótico, capacidade de atacar grãos, tanto no campo, quanto em silos, e de sobreviver a grandes profundidades na massa dos grãos (FARONI, 1992).

Os principais prejuízos causados por *S. zeamais* são a perda de massa e do poder germinativo das sementes, induzindo à desvalorização comercial dos grãos (LAZZARI, 1997). Além disso, favorece o desenvolvimento de fungos de armazenamento, como o *Aspergillus flavus*, e a conseqüente produção de aflatoxinas (BETTI et al., 1995).

Em decorrência dos prejuízos causados por *S. zeamais* e por outras pragas, faz-se necessária a aplicação contínua de medidas de controle. No Brasil utilizam-se, principalmente, os inseticidas protetores e os fumigantes. A seleção de plantas com características de resistência a insetos apresenta-se como uma medida alternativa ao controle químico, inclusive para grãos armazenados. Alguns estudos têm demonstrado a existência de genótipos de milho resistentes a insetos durante o armazenamento (GÓMEZ et al., 1994; BOIÇA JÚNIOR et al., 1997; TOSCANO et al., 1999; CANEPPELE et al., 2003; MARSARO JÚNIOR et al., 2005a; MARSARO JÚNIOR et al., 2005b).

A resistência de grãos de milho ao ataque por *S. zeamais* tem sido relacionada com a presença de proteínas, lipídios, compostos fenólicos e inibidores de enzimas digestivas. Classen et al. (1990) verificaram que o teor de proteínas se correlacionava negativamente com o número de ovos colocados pelas fêmeas nos grãos. Arnason et al. (1993) constataram que o teor de lipídios se correlacionava negativamente com a suscetibilidade dos genótipos ao ataque de *S. zeamais*. Serratos et al. (1993) verificaram que o teor de compostos fenólicos se correlacionava negativamente com a progênie produzida a partir de infestação artificial. Marsaro Júnior et al. (2005a) verificaram que inibidores de amilase de *S. zeamais*, presentes em híbridos de milho, correlacionaram-se negativamente com a suscetibilidade dos híbridos ao ataque dos gorgulhos e positivamente com o ciclo biológico do inseto.

A utilização de plantas resistentes a insetos apresenta uma série de vantagens com relação ao uso dos inseticidas químicos: não onera o custo de produção, não oferece riscos para a saúde humana e animal, reduz perdas quantitativas e qualitativas, não polui o meio ambiente e é compatível com outras estratégias de controle (LARA, 1991; MAZZONETO; BOIÇA JÚNIOR, 1999).

Esta pesquisa foi proposta com o objetivo de avaliar a resistência de onze híbridos de milho com relação ao ataque de *S. zeamais* em condições de armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Os híbridos de milho avaliados nesta pesquisa, BRS 3003, BRS 1030, BRS 3123, BRS 2020, BRS 2223, BRS 2110, BRS 3060, BRS 2114, BRS 3151, BRS 1010 e BRS 1001, foram oriundos de plantio realizado em maio de 2005, no campo experimental Água Boa da Embrapa Roraima, Boa Vista-RR. Durante o ciclo da cultura, todos os tratamentos culturais convencionais foram realizados.

Após a colheita, amostras de aproximadamente 1 kg de grãos de cada híbrido, com umidade inicial em torno de 15%, foram secas à sombra até atingirem 13,5% de umidade. Para a confirmação desta umidade, três amostras de 5 g de grãos, de cada híbrido, foram colocadas em estufa a 105°C, durante 24 horas (BRASIL, 1992). Posteriormente, os grãos foram armazenados em sacos plásticos, a -20°C, por 30 dias, a fim de eliminar os insetos provenientes do campo (FALEIRO et al., 1995).

Os indivíduos adultos de *S. zeamais* utilizados nesta pesquisa foram obtidos a partir da criação mantida no laboratório de entomologia da Embrapa Roraima.

A unidade experimental foi formada por uma amostra de 100 g de grãos de milho e por 15 fêmeas e 5 machos de *S. zeamais*, com idade entre 7 e 14 dias, por 10 dias, para a cópula e oviposição (DOBIE, 1977). Após esse período, os insetos adultos foram descartados. Cada amostra foi armazenada em recipiente plástico de 500 mL com tampa telada, em condições de laboratório, a 27°C e 12 horas de fotofase.

Decorridos trinta dias após a infestação, avaliou-se, a cada dois dias, o número de adultos emergidos, os quais eram descartados após a contagem. Essa avaliação foi realizada até o momento em que não mais se observou a emergência de gorgulhos adultos (DOBIE, 1977). Também foi avaliada a perda de massa seca dos grãos, provocada pelos indivíduos adultos e sua progênie, determinada pela diferença entre a massa seca inicial e a massa seca final.

A resistência dos híbridos de milho foi avaliada pelo índice de suscetibilidade (IS) (DOBIE, 1977), que relaciona o número de gorgulhos emergidos e o tempo médio de desenvolvimento, após infestação artificial de grãos por *S. zeamais*. Esse índice foi determinado pela seguinte equação:

$$IS = \left(\frac{\ln(\sum x)}{T} \right) \cdot 100,$$

onde: IS = Índice de suscetibilidade; ln = logaritmo neperiano; $\sum x$ = somatório do número de gorgulhos emergidos em cada híbrido e T = tempo médio gasto para os gorgulhos completarem o ciclo biológico; variável que foi determinada pela fórmula:

$$T = \frac{\sum xy}{\sum x},$$

onde: x = número de gorgulhos emergidos diariamente e y = número de dias da infestação à emergência.

Os onze híbridos de milho foram estudados em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando se detectaram diferenças significativas pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando todos os parâmetros de resistência avaliados, os híbridos BRS 3003 e BRS 1030 foram os mais suscetíveis ao ataque de *S. zeamais*. Esses híbridos apresentaram as maiores médias para a variável índice de suscetibilidade (BRS 3003 = 12,55 e BRS 1030 = 11,29) (TABELA 1), as maiores médias para a variável gorgulhos emergidos (BRS 3003 = 144,33 e BRS 1030 = 109,33) (TABELA 2) e as maiores perdas de massa seca dos grãos (BRS 3003 = 5,75 e BRS 1030 = 4,28 g) (TABELA 2). Também foi observado que o ciclo biológico de *S. zeamais* foi mais curto nesses híbridos (BRS 3003 = 39,60 dias e BRS 1030 = 41,55 dias) (TABELA 1), indicando que eles foram os mais adequados para a oviposição e/ou desenvolvimento das larvas. Por isso, esses híbridos, quando infestados com o gorgulho-do-milho, permitiram que existisse número maior de gerações do inseto, quando comparados com os híbridos mais resistentes. Em consequência, apresentaram os maiores danos qualitativos e quantitativos.

TABELA 1 - Médias \pm erro padrão do índice de suscetibilidade e ciclo biológico (dias), obtidas em amostras de 100 g de grãos, de 11 híbridos de milho*Table 1 - Average \pm standard error of the susceptibility index and biological cycle (days), obtained from a sample of 100 g of grains each, from 11 corn hybrids*

Híbridos	Índice de suscetibilidade	Ciclo biológico
BRS 3003	12,55 \pm 0,04 a	39,60 \pm 0,20 e
BRS 1030	11,29 \pm 0,05 b	41,55 \pm 0,35 d
BRS 3123	10,61 \pm 0,07 bc	47,55 \pm 0,29 a
BRS 2020	10,44 \pm 0,17 cd	44,16 \pm 0,19 bc
BRS 2223	10,43 \pm 0,08 cd	43,40 \pm 0,29 c
BRS 2110	10,31 \pm 0,17 cd	44,56 \pm 0,25 bc
BRS 3060	9,82 \pm 0,24 de	44,58 \pm 0,42 bc
BRS 2114	9,48 \pm 0,15 e	43,62 \pm 0,12 c
BRS 3151	9,44 \pm 0,20 e	45,39 \pm 0,28 b
BRS 1010	9,38 \pm 0,05 e	43,34 \pm 0,31 c
BRS 1001	8,48 \pm 0,13 f	45,54 \pm 0,23 b
CV%	12,32	10,24

As médias de cada variável seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

TABELA 2 - Médias \pm erro padrão, do número de gorgulhos emergidos e da perda de massa seca dos grãos, obtidas em amostras de 100 g de grãos, de 11 híbridos de milho*Table 2 - Number of snout beetle and grain dry mass loss averages \pm standard error, obtained from a sample of 100 g of grains each, from 11 corn hybrids*

Híbridos	Gorgulhos emergidos	Perda de massa seca dos grãos (g)
BRS 3123	155,00 \pm 4,93 a	6,17 \pm 0,17 a
BRS 3003	144,33 \pm 5,55 a	5,75 \pm 0,19 a
BRS 1030	109,33 \pm 5,81 b	4,28 \pm 0,24 b
BRS 2020	101,33 \pm 8,29 bc	4,03 \pm 0,26 b
BRS 2110	100,00 \pm 10,41 bc	4,04 \pm 0,34 b
BRS 2223	92,67 \pm 5,04 bcd	3,73 \pm 0,17 bc
BRS 3060	80,67 \pm 9,24 bcde	3,22 \pm 0,28 bcd
BRS 3151	73,67 \pm 8,57 cde	2,91 \pm 0,26 cde
BRS 2114	63,00 \pm 4,93 de	2,50 \pm 0,19 de
BRS 1010	58,33 \pm 2,40 e	2,30 \pm 0,10 de
BRS 1001	47,67 \pm 2,03 e	1,90 \pm 0,07 e
CV%	2,37	1,10

As médias de cada variável seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5%.

Os resultados encontrados nesta pesquisa são semelhantes aos encontrados por Gómez et al. (1994) e Marsaro Júnior et al. (2005b). Os autores verificaram que os híbridos de milho mais suscetíveis ao ataque de *S. zeamais* apresentaram valores para a variável ciclo biológico abaixo de 42 dias.

Os resultados obtidos, com relação ao número de gorgulhos emergidos nos híbridos mais suscetíveis, também são semelhantes aos encontrados por Marsaro Júnior et al. (2005b). Os autores verificaram que nos híbridos mais suscetíveis, o número de adultos emergidos foi superior a 107.

Considerando todos os parâmetros de resistência avaliados, os híbridos BRS 1010 e BRS 1001 foram os mais resistentes ao ataque de *S. zeamais*. Esses híbridos apresentaram as menores médias para a variável índice de suscetibilidade (BRS 1010 = 9,38 e BRS 1001 = 8,48) (TABELA 1), as menores médias para a variável gorgulhos emergidos (BRS 1010 = 58,33 e BRS 1001 = 47,67) (TABELA 2) e as menores perdas de massa seca dos grãos (BRS 1010 = 2,30 e BRS 1001 = 1,90 g) (Tabela 2). Também foi observado que o ciclo biológico de *S. zeamais* foi longo nesses híbridos (BRS 1010 = 43,34 dias e BRS 1001 = 45,54 dias) (TABELA 1), indicando que eles foram os menos adequados para a oviposição e/ou desenvolvimento das larvas.

Os resultados encontrados nesta pesquisa são semelhantes aos encontrados por Marsaro Júnior et al. (2005b). Os autores verificaram que os híbridos mais resistentes ao ataque de *S. zeamais* apresentaram valores para o índice de suscetibilidade abaixo de 10.

Os resultados obtidos, com relação ao número de gorgulhos emergidos nos híbridos mais resistentes, também são semelhantes aos encontrados por Marsaro Júnior et al. (2005a). Os autores verificaram que nos híbridos mais resistentes o número de adultos emergidos foi inferior a 65.

A resistência de grãos de híbridos de milho ao ataque de *S. zeamais* tem sido relacionada a diversos fatores: ao conteúdo de lipídios (CLASSEN et al., 1990), aos compostos fenólicos (SERRATOS et al., 1993) e aos inibidores de amilase (MARSARO JÚNIOR et al., 2005a). As resistências dos híbridos BRS 1010 e BRS 1001, observadas nesta pesquisa, podem ser atribuídas a esses fatores. Futuros estudos poderiam investigar qual a participação de cada um desses fatores na resistência dos híbridos avaliados neste trabalho.

CONCLUSÕES

Todos os híbridos de milho avaliados nesta pesquisa apresentaram certo grau de suscetibilidade ao ataque de *Sitophilus zeamais*, porém nos híbridos mais resistentes ocorreu menor emergência de adultos, menor perda de massa seca dos grãos e maior período para que o inseto complete o ciclo biológico.

REFERÊNCIAS

- ARNASON, J. T. et al. Is "quality protein" maize more susceptible than normal cultivars to attack by the maize weevil *Sitophilus zeamais*? **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 2, p. 349-358, 1993.
- BETI, J. A.; PHILLIPS, T. W.; SMALLEY, E. B. Effects of maize weevils (Coleoptera: Curculionidae) on production of aflatoxin B sub (1) by *Aspergillus flavus* in stored corn. **Journal of Economic Entomology**, Lanham, v. 88, n. 6, p. 1776-1782, 1995.
- BOIÇA JÚNIOR, A. L.; LARA, F. M.; GUIDI, F. P. Resistência de genótipos de milho ao ataque de *Sitophilus zeamais* (Mots.) (Coleoptera: Curculionidae). **Anais... Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 26, n. 3, p. 481-485, 1997.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, 1992. 365 p.

- CANEPPELE, C.; CANEPPELE, M. A. B.; LAZZARI, S. M. N. Resistência de híbridos de milho, *Zea mays* (L.) ao ataque de *Sitophilus zeamais* (Mots.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 51-58, 2003.
- CLASSEN, D. et al. Correlation of phenolic acid content of maize to resistance to *Sitophilus zeamais*, the maize weevil, in CIMMYT'S collections. **Journal of Chemical Ecology**, New York, v. 16, n. 2, p. 301-315, 1990.
- DOBIE, P. The contribution of the tropical stored products centre to the study of insect resistance in stored maize. **Tropical Stored Products Information**, Berkshire, v. 34, p. 7-22, 1977.
- FALEIRO, F. G. et al. Resistência de 49 populações de milho a *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 20, p. 17-21, 1995.
- FARONI, L. R. A. Manejo das pragas de grãos armazenados e sua influência na qualidade do produto final. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 76, p. 36-43, 1992.
- GÓMEZ, H. S.; SANTOS, J. P.; LIMA, J. O. G. Resistencia de genótipos de maíz con diferentes características físicas y químicas al ataque de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Revista Colombiana de Entomología**, Bogotá, v. 20, n. 1, p. 37-42, 1994.
- LARA, F. M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. São Paulo: Ícone, 1991. 335 p.
- LAZZARI, F. A. **Umidade, fungos e micotoxinas na qualidade de sementes, grãos e rações**. Curitiba: Paranaset, 1997. 148 p.
- MARSARO JÚNIOR, A. L. et al. Inibidores de amilase em híbridos de milho como fator de resistência a *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). **Neotropical Entomology**, Vacaria, RS, v. 34, n. 3, p. 443-450, 2005a.
- _____. et al. Avaliação da resistência de híbridos de milho ao ataque de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) no grão armazenado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v. 26, n. 2, p. 165-170, 2005b.
- MAZZONETO, F.; BOIÇA JÚNIOR, A. L. Determinação dos tipos de resistência de genótipos de feijoeiro ao ataque de *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) (Coleoptera: Bruchidae). **Anais... da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, 1999. p. 307-311.
- SERRATOS, J. A. Generation means analysis of phenolic compounds in maize grain and susceptibility to maize weevil *Sitophilus zeamais* infestation. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 71, p. 1176-1181, 1993.
- TOSCANO, L. C. et al. Resistência e mecanismos envolvidos em genótipos de milho em relação ao ataque do gorgulho, *Sitophilus zeamais* Mots. (Coleoptera: Curculionidae). **Anais... da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, 1999. p. 141-146.

Recebido: 14/04/2007
Received: 04/14/2007

Aprovado: 31/10/2007
Approved: 10/31/2007