

BRAGANTIA

Vol. 37

Campinas, fevereiro de 1978

N.º 3

POSSIVEL FONTE DE RESISTÊNCIA AO CARUNCHO (*SITOPHILUS ZEAMAI*S MOTSCHULSKY, 1855) EM MILHO-EM-PALHA (*ZE*A MAYS, L.) (1, 2)

JORGE ALBERTO MARQUES REZENDE (3), *Seção de Entomologia Fitotécnica*, JOÃO RUBENS ZINSLY, *Instituto de Genética, E. S. A. "Luiz de Queiroz"*, CARLOS JORGE ROSSETTO (4), *Seção de Entomologia Fitotécnica*, e VIOLETA NAGAI (4), *Seção de Técnica Experimental e Cálculo, Instituto Agrônomico*

SINOPSE

Estudou-se em condições de laboratório o comportamento, em relação ao *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 (Coleoptera, Curculionidae), de milhos sintéticos (composto flint, composto dent. e centralmex), híbridos comerciais (Ag 152 e Hmd 7974), pipoca comercial (pirapoca) e um milho supostamente resistente (acre).

Analisaram-se as correlações existentes entre o comprimento da palha além da ponta da espiga, compacidade, dureza do grão, ataque de *Heliothis zea* Boddie, 1850 (Lepidoptera, Noctuidae), com o ataque de *Sitophilus zeamais*. Os resultados sugerem que o fator mais importante na resistência do milho-em-palha, a *Sitophilus zeamais* é a compacidade da mesma, vindo em segundo lugar o furo causado pela saída da lagarta *Heliothis zea* que atinge o solo para entrar no estágio de pupa.

1 — INTRODUÇÃO

Dentre as pragas dos grãos, os gorgulhos — *Sitophilus zeamais* e *S. oryzae*, apresentam-se entre as mais importantes, sendo que o primeiro ocorre com maior intensidade na cultura do milho (1).

Essa praga é tão nociva ao milho, que quando o ataque atinge a ordem de 25,9% de perda de peso, prati-

camente o valor nutricional do milho torna-se nulo (3).

Campos e Bitran (1) estudaram milho ensacado sujeito a infestação natural em armazém e observaram que o produto não tratado, após cinco meses perde 20% em peso. Por outro lado, amostras de 2 kg foram previamente expurgadas, con-

(1) Recebido para publicação em 7 de abril de 1977.

(2) Projeto 72/370, Convênio/União/Estado/FAPESP, "Resistência de milho às pragas".

(3) Bolsista da Fundação Cargill e do C.N.Pq.

(4) Com bolsa de suplementação do C.N.Pq.

finadas em gaiolas teladas e infestadas com 100 gorgulhos adultos a fim de se observar a progressão de infestação de *S. zeamais* em milho ensacado, com determinação dos danos causados ao cereal. Após um período de seis meses de armazenamento, as amostras sofreram perdas de 32,2 a 34,7% em peso.

A cultura de milho, devido à sua alta variabilidade genética, apresenta-se favorável para a elaboração de programa de pesquisa, com possibilidade de seleção e melhoramento para a resistência ao *S. zeamais* (14).

Rossetto (12) concluiu que a pressão da palha talvez seja um fator para a resistência a *S. zeamais*, enquanto que o mesmo não se verifica para o comprimento da palha além da ponta de espiga. Por outro lado, Ramalho e colab. (10) obtiveram correlações significativas entre a pressão da palha e o seu comprimento com a resistência a *S. zeamais*.

Ramalho e colab. (8), trabalhando com 78 germoplasmas de milho, notaram que quando o milho foi testado na forma de grão debulhado não houve correlação com a dureza da região costal, mas houve correlação significativa ($r = 0,378^{**}$) entre a dureza da ponta do grão e a resistência. Em geral os milhos duros são resistentes a *S. zeamais* quando testados na forma de espiga. Quando testados na forma de grãos debulhados, milhos do tipo cateto ou dentado podem ser resistentes ou susceptíveis, pois neste caso a dureza do endosperma não está relacionada com a resistência e sim a dureza da ponta do grão.

Foi sugerido que no milho em espiga a dureza é fator de resistência porque os ovos são colocados na região costal do milho, que é dura, mas no milho debulhado perde importância como fator de resistência porque os ovos são colocados próximo à ponta, que é mole (13).

Trabalhos efetuados por Orlando (6), Rossetto (12) e Ramalho e colab. (10) mostram que ocorre um aumento do grau de infestação de *S. zeamais* à medida que aumenta o ataque de *Heliothis zea*.

Link e Estefanel (5) estudaram a susceptibilidade de milho ao caruncho e concluíram que as variedades se comportam de maneira diferente e que, devido à pequena cobertura da palha nas espigas, de uma maneira geral a infestação inicial natural de campo normalmente é alta.

Devido ao grande interesse em obter fontes de resistência a *S. zeamais*, elaborou-se este trabalho com o objetivo de testar o milho acre juntamente com outros materiais, a fim de avaliar o seu comportamento quando infestados por *S. zeamais* sob condições de laboratório. Os dois primeiros autores notaram ser o milho acre menos atacado por *S. zeamais* em condições naturais de campo, sem tratamento, quando comparado com material comercial.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado para elaboração deste trabalho foi obtido no Instituto de Genética da E.S.A. "Luiz de Queiroz", e consta dos seguintes tipos de milho:

Centralmex — Sintético amarelo, semidentado, adaptado para as condições do Estado de São Paulo. Geração avançada do cruzamento América Central x Piramex, com posterior seleção, entre e dentro de famílias de meios irmãos.

Composto flint — Sintético produzido pela ESALQ, Piracicaba, com germoplasma da América Central, principalmente de Cuba, Colômbia e Brasil. Apresenta endosperma do tipo cristalino, com coloração amarela e branca.

Composto dent — Sintético produzido pela ESALQ, Piracicaba, formado a partir de variedades sintéticas de milho originário do México, América Central e América do Sul. O endosperma apresenta tipo dentado com sementes que segregam para coloração amarela e branca.

AG-152 — Híbrido duplo, endosperma amarelo, mole, recomendado para o Estado de São Paulo e Paraná. Material sintetizado e distribuído pela Sementes Agroceres S/A.

Hmd 7974 — Híbrido duplo, endosperma amarelo, produzido pela Secretaria da Agricultura e distribuído a todo o Estado de São Paulo.

Acre — Milho proveniente do Acre e introduzido no Instituto de Genética da ESALQ, de Piracicaba em 1970.

Pirapoca — Milho-pipoca, endosperma branco, sintetizado no Instituto de Genética da E.S.A. "Luiz de Queiroz", de Piracicaba — São Paulo.

Cada variedade foi plantada em novembro de 1975, no Instituto de Genética da E.S.A. "Luiz de Queiroz", Piracicaba, em oito linhas de 10 m, no espaçamento de 1,00 x 0,20, sendo que por ocasião do florescimento não foi feito qualquer controle de polinização. Colheram-se as primeiras espigas de cada planta, totalizando 100 espigas por tratamento, evitando-se as podres e as não representativas do tipo varietal.

Com o objetivo de trabalhar com material isento de insetos trazidos do campo, após a colheita as espigas foram acondicionadas em sacos plásticos e expurgadas com Phostoxin.

Este inseticida foi utilizado porque, segundo Puzzi e Orlando (7), ele atua nos estádios de ovo, larva e adulto do inseto, além de não afetar a germinação da semente. Além disso, não deixa resíduos após três dias de fumigação (2).

Para os trabalhos de infestação em laboratório, utilizaram-se as 100 espigas de cada tratamento. Ado-

tu-se o delineamento de blocos ao acaso com 10 repetições, sendo cada parcela constituída de 10 espigas. Este material foi acondicionado em cinco tabuleiros de 0,60 x 1,00 m, com fundo de tela, colocados uns sobre os outros. Cada tabuleiro continha dois blocos experimentais. No sentido transversal, divisões de barbante separavam as parcelas (12).

Insetos com idade de 20 a 50 dias foram colocados em sacos de papel e a ponta da espiga com palha foi inserida no mesmo e presa por um elástico de borracha. Foram feitas três infestações parceladas de 20 insetos cada uma, a intervalos de três dias, totalizando 60 insetos por espiga. As avaliações de dano realizaram-se 100 dias após a última infestação, tendo os saquinhos de papel permanecido nas espigas até essa data.

Para o estudo do grau de infestação foi usada a escala de Kirk e Manwiller (4) com notas de 0 a 5. Os danos causados por *Heliothis zea*, foram comparados de acordo com a escala revisada de Widstrom (15).

Na avaliação da compacidade da palha, utilizou-se escala visual de notas de 1 a 3, sendo que espigas com a ponta exposta ou com um mínimo de cobertura de palha receberam nota 1; espigas com palha bem fechada e compacta, nota 3; e espigas com palha fechada, porém, frouxa, nota 2. Para a dureza do grão foi utilizada escala visual de notas de 1 a 4, sendo milho duro, nota 1; semiduro, nota 2; semidentado, nota 3 e dentado, nota 4.

Foram efetuadas comparações de médias utilizando o teste de Tukey e determinados os coeficientes de regressão e correlação múltipla, com computador, através do processo "step-wise".

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos dados computados nos quadros 1 e 2, verifica-se que o milho acre apresentou menor porcentagem de infestação por *Sitophilus zeamais*.

QUADRO 1. — Média dos tratamentos e coeficiente de variação para comprimento da palha além da ponta da espiga (cm), compacidade da palha (notas de 1 a 3), dureza do grão (escala visual de 1 a 4), danos de *H. zea* (escala de Widstron, 1967) e porcentagem de espigas com furo devido à saída de *H. zea*

Tratamento	Comprimento da palha		Compacidade		Dureza do grão		Dano de <i>H. zea</i>		% de espigas com furo
	x	CV%	x	CV%	x	CV%	x	CV%	
Centralmex	3,97	21,3	1,54	16,6	2,86	9,4	1,63	40,9	67
Comp. dent	4,24	13,6	1,45	16,6	2,85	11,4	1,76	19,2	67
Comp. flint	3,52	27,0	1,70	13,6	1,03	4,6	1,36	54,3	43
H 7974	4,48	15,1	1,44	18,6	1,39	12,2	2,82	17,4	62
Ag 152	4,95	18,2	1,64	18,3	3,17	11,9	1,59	32,5	57
Acre	5,39	27,5	2,03	13,5	1,36	12,3	1,93	47,2	39
Pirapoca	3,91	21,9	1,15	9,4	1,00	0,0	3,72	17,5	90

QUADRO 2. — Porcentagens médias de grãos infestados por *Sitophilus zeamais* obtidas após 100 dias de confinamento das espigas em sacos de papel contendo 60 insetos

TRATAMENTO	Média
Acre	4,50 b
Composto dent	9,72 ab
Centralmex	14,84 ab
Ag 152	15,30 ab
Pirapoca	19,50 a
H 7974	19,81 a
Composto flint	20,53 a

C.V. = 54%

* Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente (Tukey 5%).

É importante notar que o composto flint e o pirapoca se comportaram de maneira oposta ao milho acre, apesar de os três germoplasmas em questão apresentarem endosperma duro, como se nota no quadro 1. Estes resultados diferem dos obtidos por Ramalho e colab. (8), que consideram a dureza da região costal do grão como sendo um possível fator de resistência em milho empalhado. A compacidade da palha, como mostra o quadro 5, foi o fator que mais influenciou na resistência a *S. zeamais* e apesar de o composto flint ter alta compacidade, apresentou-se susceptível, mostrando que outros fatores, além da compacidade, estão relacionados com a resistência. Ele tem um pequeno comprimento de palha além da ponta da espiga e uma porcentagem um pouco alta de espigas com furos causados pela saída de *H. zea*, o que talvez explique a alta infestação que sofreu.

Com relação ao milho acre, notou-se além do alto comprimento da palha além da ponta da espiga, boa compacidade da palha e dureza acentuada dos grãos; ele também apresenta menor porcentagem de espigas com furo de *H. zea*, o que provavelmente indica que a resistên-

cia deste milho a *Sitophilus zeamais* esteja relacionada com estes quatro fatores atuando conjuntamente.

Ramalho e colab. (9) observaram que o milho pipoca amarelo IPEACO foi o mais resistente a *S. zeamais*, entre 78 germoplasmas testados. Pelo quadro 2 vê-se que o pirapoca foi dos mais susceptíveis. Estes resultados sugerem a existência de variabilidade em relação à infestação de *S. zeamais* no germoplasma de milho pipoca.

O estudo de regressão feito com os dados do quadro 3 demonstra que é significativa a relação entre nível do tabuleiro e grau de infestação ($r = -0,91$ *). Isso mostra que o grau de infestação por *S. zeamais* é decrescente de baixo para cima.

Finalmente, é importante salientar que, de uma maneira geral, pelos resultados do quadro 4 houve alto nível de significância nas correlações das variáveis, mas que, por outro lado, os valores do quadro 5 mostram, através do R, que a influência de tais fatores no grau de infestação de *S. zeamais* foi pequena em termos de porcentagem, exceção feita à compacidade da palha (38%).

QUADRO 3. — Médias das porcentagens de infestação por *S. zeamais* nas diferentes posições dos tabuleiros sobrepostos verticalmente, a partir do piso

POSIÇÃO	Média
5	9,21 b
3	13,93 a
4	14,76 a
2	18,27 a
1	18,27 a

* Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente (Tukey, 5%).

QUADRO 4. — Coeficientes de correlação linear simples (números superiores de cada linha) e parcial (números inferiores de cada linha) para 21 combinações entre 6 variáveis dos 7 genótipos de milho-em-palha (*)

Variável	X ₂	X ₃	X ₄	Y ₁	Y ₂
X ₁	0,5825 *	— 0,5384 *	— 0,1429 *	— 0,3095 *	— 0,6168 *
	0,2594 *	— 0,1604 *	0,0017	0,0352	— 0,2038 *
X ₂		— 0,3126 *	— 0,0691	— 0,1147 *	— 0,4004 *
		— 0,0151	0,0516	0,1304 *	— 0,0461
X ₃			0,1803 *	0,5856 *	0,5996 *
			0,1497 *	0,4739 *	0,2386 *
X ₄				— 0,0714	0,2756 *
				— 0,2531 *	0,2473 *
Y ₁					0,4099 *
					0,1538 *

- (*) (X₁) Compacidade da palha.
 (X₂) Comprimento da palha além da ponta da espiga.
 (X₃) Com furo e sem furo.
 (X₄) Dureza do grão.
 (Y₁) Danos de *Heliothis zea*.
 (Y₂) Danos de *Sitophilus zeamais*.

* Valores superiores a 0,085 são significativos ao nível de 5% pelo teste "t".

QUADRO 5. — Coeficientes de regressão múltipla e de determinação, considerando o efeito de algumas variáveis sobre a variável dependente, danos de *Sitophilus zeamais*, estimados através do processo "Step-wise"

Variável dependente	Dano por <i>S. zeamais</i>
	R
Compacidade da palha	0,61687
Com furo	0,69376
Dureza do grão	0,71005
Dano por <i>H. zea</i>	0,73213
Comprimento da palha	0,73281

4 — CONCLUSÕES

a) O milho acre foi o mais resistente ao ataque de *Sitophilus zeamais*.

b) O grau de infestação de *S. zeamais*, com relação à altura dos tabuleiros, é decrescente de baixo para cima.

A POSSIBLE SOURCE OF RESISTANCE TO *SITOPHILUS ZEAMAI*
IN CORN IN THE HUSK

SUMMARY

Under laboratory conditions and artificial infestations, it was demonstrated that the open pollinated corn variety Acre collected in the Amazonas region was less infested by *Sitophilus zeamais* than six other corn germplasms (synthetics and hybrids) utilized as checks.

The Acre has longer husks beyond the tip, more compact husks, is a flint type corn and had the lowest percentage of ears with exit holes made by the *Heliothis zea* caterpillar. It is probable that the favorable combination of these four characteristics in only one variety explains its lower degree of infestation by the rice weevil.

The compactness of the husk was the factor that showed the highest correlation with the degree of infestation by the weevil.

LITERATURA CITADA

1. CAMPOS, T. B. & BITRAN, E. A. Danos causados por gorgulhos ao milho ensacado. Seleção L. Agricultura. 610. 1975.
2. COUTINHO, J. M.; PUZZI, D. & ORLANDO, A. Emprego do fumigante Fosfina (hidrogênio fosforado) no combate aos insetos de grãos armazenados. O Biológico 27:271-275, 1961.
3. IRABAGON, T. A. Rice weevil damage to stored corn. J. Econ. Entomol. 52(5):155-156, 1959.
4. KIRK, V. M. & MANWILLER, A. Rating dent corn for resistance to rice weevils. J. Econ. Entomol. 57(6):850-852, 1964.
5. LINK, D. & ESTEFANEL, V. Diferenças entre variedades de milho à infestação natural por *Sitophilus zeamais* Mots. e *Sitotroga cerealella* (Oliv.) Agronomia Sul-riograndense 5:157-161, 1971.
6. ORLANDO, A. Observações dos hábitos de "*Heliothis obsoleta* (Fabr.)" como praga das espigas de milho, e a eliminação dos estilos-estigmas como processo de combate (Lep. Noct.). Arch. Inst. Biol. 13:191-207, 1942.
7. PUZZI, D. & ORLANDO, A. Estudos preliminares sobre dosagem e tempo de exposição da "fosfina", no controle das pragas dos grãos armazenados. O Biológico 30:5-10, 1964.
8. RAMALHO, F. S.; ROSSETTO, C. J. & NAGAI, V. Relação entre dureza do milho e resistência a *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855. Ciência e Cultura 28(12): 1505-1506, 1976.
9. ———; ———; ———. Comportamento de germoplasmas de milho sob a forma de palha e grãos debulhados em relação a *Sitophilus zeamais*, Motschulsky, 1855. Ciência e Cultura 29(5):584-590, 1977.
10. ———; ———; ———. Relação entre características da espiga e resistência a *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855, em milho. Ciência e Cultura 29(5):590-593, 1977.
11. ROSSETTO, C. J. O complexo de *Sitophilus* spp (Coleoptera, Curculionidae) no Estado de São Paulo. Bragantia 28:127-148, 1969.

12. ROSSETTO, C. J. Resistência de milho a pragas da espiga *Helicoverpa zea* (Boddie), *Sitophilus zeamais* Motschulsky e *Sitotroga cerealella* (Olivier). Piracicaba, São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" — USP, 1972. 111p. (Tese de Doutorado)
13. ———; ARRUDA, H. V. de & SILVA, W. J. da. Localização dos ovos de *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera, Curculionidae) em milho em palha e debulhado. *Anais da Sociedade Entomológica Brasileira* 4(1):21-27, 1975.
14. VEIGA, A. F. S. L. Suscetibilidade relativa de diversas raças de milho da América Latina, híbridos e variedades comerciais do Brasil, ao gorgulho — *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855 e à traça — *Sitotroga cerealella* (Oliver, 1819) — pragas de grãos armazenados, em condições de laboratório. Piracicaba, São Paulo. E. S. A. "Luiz de Queiroz" — USP., 1969. 154p. (Tese de Mestrado)
15. WIDSTROM, N. W. An evaluation of methods for measuring corn earworm injury. *J. Econ. Entomol.* 60(3):791-794, 1967.