

# NÍVEIS DE RESISTÊNCIA DE POPULAÇÕES DE MILHO DE ALTA QUALIDADE PROTÉICA AO *Sitophilus zeamais*<sup>1</sup>

Adriany Alves da Cunha<sup>2</sup>, Daniela Rézio e Silva<sup>2</sup>, Márcio Costa Rodrigues<sup>2</sup> e Antônio Henrique Garcia<sup>3</sup>

## ABSTRACT

### IDENTIFICATION OF MAIZE KERNELS RESISTANT TO THE MAIZE WEEVILS (*Sitophilus zeamais*)

The objective of this work was to test the ability of maize kernels in distinguishing, among 21 different genotypes, individually marked and mixed, which material is resistance to the insect. The mixture was infested with *S. zeamais* for 15 days. The data suggest that the improvement of high quality of maize populations was effective in order to obtain good levels of resistance to *S. zeamais* in some populations.

KEY WORDS : QPM, resistance, insects, *Sitophilus*

## RESUMO

A finalidade deste trabalho foi testar a habilidade do gorgulho do milho em distinguir entre 21 populações de milho de alta qualidade protéica dos programas de melhoramento da Embrapa e da Zeneca Sementes, individualmente marcadas e misturadas, o nível de resistência a este inseto. Esta mistura foi infestada com *S. zeamais* por 15 dias. Constatou-se que as populações CMS 470 e CMS 466 apresentaram um índice de suscetibilidade maior que a testemunha Cateto SL, enquanto as populações de CMS 52 e ZQP 103 apresentaram índice menor que a testemunha. Os resultados sugerem que o melhoramento de populações de alta qualidade protéica foi efetivo no sentido de se obterem bons níveis de resistência a *Sitophilus zeamais* em algumas populações.

PALAVRAS-CHAVE : QPM, resistência, inseto, *Sitophilus*

## INTRODUÇÃO

Dentre as pragas que afetam o milho (*Zea mays* L.), o gorgulho do milho (*Sitophilus zeamais*) é a mais séria (Okelana & Osujy 1985), podendo ocasionar perdas que atingem até 30% dos grãos armazenados em fazendas (Miranda *et al.* 1995). Prates & Frattini (1976) relatam que estas perdas são classificadas em: redução do peso dos grãos, desvalorização comercial do produto, perda do valor nutritivo, perda do poder germinativo das sementes, contaminação por ácaros e fungos etc.

Segundo Painter (1951), a resistência de plantas a insetos pode ser explicada por três mecanismos diferentes: antixenose ou não-preferên-

cia, antibiose e tolerância, sendo que estes mecanismos podem agir de forma conjunta ou isoladamente. Existindo variabilidade genética, há possibilidade de acumular fatores de resistência em uma nova cultivar contra uma determinada praga (Gallo *et al.* 1988).

Vários são os fatores que podem condicionar a resistência do grão de milho ao gorgulho. Back & Cotton (1931), Eden (1952), Singh & McCain (1963), Gupra *et al.* (1970) e Dobie (1973) estudaram os efeitos da dureza dos grãos e concluíram que grãos moles (dentados) são geralmente mais susceptíveis do que grãos duros (*flint*). Singh & McCain (1963) e Veiga (1969) observaram que a composição química e, principal-

1. Entregue para publicação em junho de 1999.

mente, baixos teores de açúcares são importantes fatores para a resistência, enquanto Wheatley (1973) concluiu que os grãos farináceos são mais suscetíveis ao ataque de gorgulho do que aqueles com endosperma vítreo.

Os estudos realizados por Rosseto (1972), Ramalho (1976), Santos (1977) e Santos & Foster (1981) relatam que o gorgulho do milho é capaz de distinguir grãos resistentes de grãos suscetíveis, mesmo quando misturados, em teste de “livre escolha”. Segundo eles, este inseto pode ser usado como agente de seleção para resistência, numa população de milho onde existe variabilidade genética.

A partir da descoberta de Mertz *et al.* (1964) de que o gene opaco 2 (o-2) aumenta significativamente os teores de lisina no endosperma, as atenções voltaram para as perspectivas de utilização deste gene em programas de melhoramento do milho. Posteriormente, observou-se também que este gene eleva o teor de triptofano. A partir daí procurou-se, então, introduzi-lo em germoplasma de elite. Todavia, problemas associados com a qualidade de grãos, tais como menor densidade, menor resistência a pragas e doenças, além de aspecto farináceo, levaram a rejeição deste material em várias partes do mundo.

Pesquisadores do Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (Cimmyt) buscaram a solução para estes problemas através da introdução de genes modificadores para endosperma mais denso e vítreo. As populações resultantes deste trabalho de melhoramento foram denominadas Quality Protein Maize (QPM), porque além de apresentar proteína com maior valor biológico, possuem produtividade e características agrônomicas mais próximas aos cultivares normais.

No Brasil, o programa de melhoramento com milho de alta qualidade protéica iniciou-se na Embrapa - Milho e Sorgo, a partir da introdução de 23 populações em 1984 (Magnavaca *et al.* 1988). Atualmente, tanto as empresas públicas de pesquisa quanto as privadas estão trabalhando com estes materiais no Brasil e estima-se que uma área de 30.000 ha foi cultivada com híbridos de alta qualidade protéica lançados pela Embrapa na safra 1997-98.

Dada a presença do gene o-2 nas populações de alta qualidade protéica, o presente trabalho tem por objetivo testar a habilidade do gorgulho do milho e identificar grãos resistentes e suscetíveis em populações de milho de alta qualidade protéica,

comparando o nível de resistência dessas populações a uma testemunha com alta resistência já determinada.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Laboratório de Entomologia da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, sem controle de temperatura, umidade relativa e fotoperíodo.

Os genótipos utilizados no trabalho foram CMS 470, CMS 466, CMS 456, CMS 472, CMS 474, CMS 465, CMS 471, CMS 453, CMS 463, CMS 467, CMS 464, CMS 468, BR 473, CATETO SL, ZQP 102, CMS 458, CMS 454, CMS 455C, CMS 455, CMS 52, ZQP 101 e ZQP 103, todos oriundos dos programas de melhoramento da Embrapa (populações CMS e variedade comercial Br 473) e Zeneca Sementes (Populações ZQP), empregando-se populações de alta qualidade protéica (QPM) de grãos amarelos.

Como testemunha foi utilizada como padrão de resistência à praga (Santos & Forster 1981) o milho Cateto Sete Lagoas, proveniente do Centro Nacional de Milho e Sorgo de Minas Gerais.

Para cada genótipo fez-se uso de uma amostra de 20 grãos marcados com caneta especial de diferentes tonalidades, sendo que os grãos de um mesmo genótipo receberam a mesma marca. Posteriormente, as 22 amostras de cada genótipo foram misturadas num recipiente de plástico com tampa telada, constituindo uma repetição de 420 grãos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições. Cada repetição foi infestada com 80 gorgulhos não sexados, de 7 a 14 dias de idade e criados em milho da variedade Grão de Ouro. O período de infestação foi de 15 dias. A cada cinco dias os recipientes foram revirados. No 16º dia, os gorgulhos foram retirados e os grãos separados de acordo com a marca nos grãos. No 30º dia após a infestação, iniciou-se a observação da emergência dos gorgulhos, os quais foram removidos e contados a cada dois dias por um período de 27 dias.

Para avaliar a resistência das populações a *S. zeamais* foi realizada a análise da progênie, calculando-se o índice de suscetibilidade (IS) de Dobie (1977), conforme citação de Faleiro *et al.* (1996), usando-se as seguintes fórmulas:

$$IS = \ln(\Sigma x) /$$

onde:

IS = índice de suscetibilidade;

ln = logaritmo neperiano;

$\Sigma x$  = somatório do número de gorgulhos emergidos em cada população e;

T = tempo médio gasto para os insetos completarem o ciclo biológico.

$$T = \frac{\Sigma(xy)}{\Sigma x}$$

onde:

x = n.º de insetos emergidos diariamente e;

y = n.º de dias a partir do início da infestação.

Para comparação das médias do índice de suscetibilidade foi utilizado o teste Duncan a P<0,05.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de suscetibilidade (IS) de cada população de milho ao *S. zeamais* está apresentado na Tabela 1. Os materiais foram agrupados em três grupos de resistência relativos à diferença entre o maior (CMS 470) e o menor (ZQP 103) índice de suscetibilidade observados. As populações do grupo de menor resistência – CMS 470, CMS 466, CMS 456, CMS 472, CMS 474 e CMS 465 – apresentaram maior suscetibilidade ao gorgulho. No grupo intermediário encontra-se a testemunha Cateto SL, adotada como padrão de resistência, que não diferiu significativamente das demais populações estudadas. Merecem atenção como fontes de resistência as populações do grupo de maior resistência, CMS 455, CMS 52, ZQP 101 e ZQP 103. Esses resultados concordam com os de Santos & Foster (1996) que observaram que o germoplasma QPM não tem necessariamente maior ou menor suscetibilidade aos danos causados por *S. zeamais* do que o endosperma do tipo normal. Estes autores observaram ainda que a população CMS-455 e seis híbridos experimentais não apresentaram IS significativamente diferente da testemunha Cateto SL e foram superiores em relação a dois híbridos comerciais de endosperma normal.

Um dos empecilhos para a utilização do germoplasma opaco-2 foi sua inerente baixa qualidade de grãos, fazendo com que esse material não tivesse aceitação pelos produtores, apesar das comprovadas qualidades nutricionais. O programa de melhoramento realizado pelo Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo, com a introdução de genes modificadores para endosperma vítreo, trouxe novas perspectivas para o aproveitamento do opaco-2. Os resultados obtidos sugerem que a resistência ao *S. zeamais* nestes materiais deve-se relacionar com *background* genético em germoplasma QPM. A análise deste germoplasma indica a possibilidade de se obterem tanto níveis baixos quanto elevados de

resistência ao *S. zeamais*. É possível, então, que linhagens e híbridos extraídos a partir de germoplasma QPM venham a apresentar níveis de resistência inclusive superiores ao material normal.

Tabela 1. Índice de suscetibilidade de populações de milho a *Sitophilus zeamais*. Goiânia - GO. 1999.

Populações de milho	Índice de Suscetibilidade
<b>Grupo de menor resistência <sup>1</sup></b>	
CMS 470	0,0544 a <sup>2</sup>
CMS 466	0,0513 a b
CMS 456	0,0484 a b c
CMS 472	0,0482 a b c d
CMS 474	0,0481 a b c d
CMS 465	0,0474 a b c d
<b>Grupo de resistência intermediária <sup>3</sup></b>	
CMS 471	0,0460 a b c d
CMS 453	0,0458 a b c d
CMS 463	0,0456 a b c d
CMS 467	0,0456 a b c d
CMS 464	0,0452 a b c d
CMS 468	0,0451 a b c d e
BR 473	0,0449 a b c d e
Cateto SL	0,0444 a b c d e
ZQP 102	0,0440 a b c d e
CMS 458	0,0422 a b c d e
CMS 454	0,0421 a b c d e
CMS 455C	0,0412 b c d e
<b>Grupo de maior resistência <sup>4</sup></b>	
CMS 455	0,0370 c d e
CMS 52	0,0362 c d e
ZQP 101	0,0349 d e
ZQP 103	0,0320 e

1. Diferença entre IS da população e IS mínimo (ZQP 103) entre 100 e 66,6% da diferença entre IS máximo (CMS 470) e IS mínimo

2. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

3. Diferença entre IS da população e IS mínimo (ZQP 103) entre 66,5 e 33,3% da diferença entre IS máximo (CMS 470) e IS mínimo

4. Diferença entre IS da população e IS mínimo (ZQP 103) até 33,3% da diferença entre IS máximo (CMS 470) e IS mínimo

A análise do número médio de adultos emergidos por grão apresenta uma boa concordância com os dados do índice de suscetibilidade (Tabela 2). As populações com menor índice de suscetibilidade foram também aquelas com menor número de adultos emergidos. Gómez (1990) observou uma correlação altamente significativa entre estas duas características. Ainda segundo Gomes (1990), o índice de suscetibilidade não se correlacionou com teores de lisina e triptofano no grão.

Tabela 2. Número médio de adultos de *S. zeamais* por grão em populações de milho de alta qualidade protéica. Goiânia - GO. 1999.

Populações de milho	Número médio de adultos/grão
CMS 470	0,600 a <sup>1</sup>
CMS 456	0,488 ab
CMS 466	0,462 ab
Cateto SL	0,450 abc
CMS 472	0,450 abc
CMS 474	0,450 abc
CMS 471	0,438 abc
CMS 468	0,425 abc
BR 473	0,425 abc
CMS 463	0,425 abc
CMS 465	0,425 abc
CMS 453	0,425 abc
CMS 467	0,400 abc
CMS 464	0,400 abc
ZQP 102	0,388 bc
CMS 458	0,375 bc
CMS 454	0,350 bc
CMS 455C	0,362 bc
CMS 455	0,312 bc
CMS 52	0,300 bc
ZQP 101	0,262 bc
ZQP 103	0,225 c

1. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados verificou-se que os gorgulhos localizaram os grãos suscetíveis e os utilizaram para alimentação, danificando-os. Os

níveis de resistência observados naquelas populações sugerem não haver desvantagem de algumas populações de alta qualidade protéica em relação ao endosperma normal quanto à resistência a *Sitophilus zeamais*, sendo, inclusive, possível obter-se germoplasma com níveis de resistência superiores ao endosperma normal. Houve boa concordância entre os valores de índice de suscetibilidade e o número de adultos por grão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Back, E. A. & R. T. Cotton. 1931. Stored-grain pests. USDA, Washington. Farmer's Bulletin, 1260. 46 p.
- Dobie, P. 1973. An investigation into the use of X-ray technique in the study of pre-emergent stages of *Sitophilus oryzae* L. developing in Manitoba Wheat. J. Stored Prod. Res., 9:7-11.
- Eden, W. G. 1952. Effect of kernel characteristics and components of husk cover on rice weevil damage to corn. J. Econ. Entomol., 45:1084-5.
- Faleiro, F.G., M. Picanço, M.M.M. Miranda, J.M. Araújo & L.S. Saraiva. 1996. Resistência de 49 populações de milho a *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae). Rev. Bras. de Armaz., 20 (1,2): 17-21.
- Gallo, D., O. Nakano, S. Silveira Neto, R. P. L. Carvalho, G. C. Batista, E. Berti Filho, J. R. Parra, R. A. Zucchi, S. B. Alves & J. D. Vendramin. 1988. Manual de entomologia agrícola. 2ª ed. Agronômica Ceres, São Paulo. 649p.
- Gupta, S. C., V. L. Asnani & B. P. Khare. 1970. Effect of the opaque-2 gene in maize (*Zea mays*) on the extent of infestation by *Sitophilus oryzae* L. J. Stored Prod. Res., 6:191-4.
- Gómez, H.D.S. 1990. Resistência de genótipos de milho com diferentes características físicas e químicas ao ataque de *S. zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 90 p.
- Magnavaca, R., E. Paiva, E. J. Winkler, H.W.L. Carvalho, M.C. Silva e Filho & M.J.V.V.O Peixoto. 1988. Avaliação de populações de milho de alta qualidade protéica. Pesq. Agropec. Bras., 23:1263-8.
- Mertz, E. T., L. S. Bates & O. E. Nelson. 1964. Mutant gene that changes protein composition and increases lysine content of maize endosperm. Science, 145:279-80.

- Miranda, M.M.M., J.M. Araújo, M.Picanço, F.G. Faleiro & A.T. Machado. 1995. Detecção de não-preferência a *Sitophilus zeamais* Mots. em espigas e grãos de 49 populações de milho. Rev. Bras. de Armaz., 20 (1,2): 21-5.
- Okelana, F.A. & F. N. C. Osuji. 1985. Influence of relative humidity at 30°C on the oviposition, development, and mortality of *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) in maize kernels. J. Stored Prod. Res., 21 (1):13-9.
- Painter, R. H. 1951. Insect resistance in crop plants. New York, McMillian, 520 p.
- Prates, H.S. & J.A. Frattini. 1976. Principais pragas dos grãos armazenados e recomendações para seu controle. Cati, Bol. Téc. 89, Campinas, SP. 26 p.
- Ramalho, F.S. 1976. Resistência de raças, híbridos e variedades de milho em palha e debulhado ao ataque de *Sitophilus zeamais* Motsch. 1855. Dissertação de Mestrado. Esalq/USP, Piracicaba, SP. 122 p.
- Rosseto. C.J. 1972. Resistência do milho às pragas da espiga, *Helicorvepa zea* (Boddie), *Sitophilus zeamais* Motschulsky e *Sitotroga cerealella* (Oliver). Tese de Doutorado. Esalq/USP, Piracicaba, SP. 144 p.
- Santos, J.P. 1977. A Brazilian corn germplasm collection screened for resistance to *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) and *Sitotroga cerealella* (Oliver) (Lepidoptera: Gelechiidae). Dissertação de Mestrado. West Lafayette, Purdue University Indiana. 121 p.
- Santos, J. P. & J. E. Foster. 1981. Identificação de grãos de milho resistentes ao gorgulho. Pesq. Agropec. Bras., 16 (1):39-3.
- Santos, J. P. & J. E. Foster. 1996. Resistant to maize weevil in Quality Protein Maize lines and commercial corn hybrids. Resistant Pest Management, 8 (1): edição www (HTML)
- Singh, S. R. & F. S. McCain. 1963. Relationship of some nutritional properties of the corn kernel to weevil infestation. Crop Sci., 3:259-1.
- Veiga, A. F. S. L. 1969. Suscetibilidade relativa de diversas raças de milho da América Latina, híbridos e variedades comerciais no Brasil ao gorgulho (*Sitophilus zeamais* Motschulsky 1855) e à traça (*Sitotroga cerealella* Olivier), praga de grãos armazenados, em condições de laboratório. Dissertação de Mestrado. Esalq-USP, Piracicaba, SP. 154 p.