

IDENTIFICAÇÃO DE GRÃOS DE MILHO RESISTENTES AO GORGULHO¹

JAMILTÔN P. SANTOS² e JOHN E. FOSTER³

RESUMO - A finalidade deste trabalho foi a de definir uma técnica de seleção de grãos de milho resistentes ao gorgulho (*Sitophilus zeamais*). Uma mistura de grãos susceptíveis e grãos resistentes foi infestada com gorgulhos durante 15 dias. Constatou-se ataque aos grãos susceptíveis, pelos gorgulhos, que deles se serviram para alimentação e oviposição. Em testes de germinação, observou-se maior percentagem de germinação nos resistentes do que nos susceptíveis.

Termos para indexação: resistência de plantas, seleção de milho, *Sitophilus zeamais*, pragas do milho.

IDENTIFICATION OF MAIZE KERNELS RESISTANT TO THE MAIZE WEEVILS

ABSTRACT - The objective of this work was to define a technique of selection of maize kernels resistant to the maize weevil (*Sitophilus zeamais*). Susceptible and resistant kernels were mixed together and infested with *S. zeamais* for 15 days. It was observed that the weevils found the susceptible kernels and used most of them for feeding and oviposition. Germination tests after infestation showed that the resistant kernels produced more plants than the susceptible ones.

Index terms: plant resistant, corn selection, *Sitophilus zeamais*, maize weevil.

INTRODUÇÃO

O gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais* (Motschulsky 1855) é o principal inseto-praga de milho armazenado. O controle químico deste inseto é eficiente, mas requer, além de várias aplicações de inseticidas, instalações adequadas e equipamento e tecnologia geralmente escassos no meio rural. O alto custo de inseticidas e a presença de resíduos tóxicos em produtos alimentícios derivados dos grãos tratados são outras desvantagens do controle químico. Considerados todos estes fatores, torna-se evidente a necessidade de se desenvolverem métodos alternativos para controle de insetos em grãos armazenados.

A intensidade do dano causado por gorgulho em milho depende, dentre outros fatores, da infestação no campo antes da colheita, da infestação posterior no armazém, e da reprodutividade do gorgulho no grão. Bom empalhamento das espigas, boas condições de armazenagem e resistência dos grãos ao desenvolvimento do gorgulho contri-

buem substancialmente para redução destes danos. Quando o milho é armazenado em palha, esta, estando seca, pode enrugar e permitir a penetração de gorgulhos no interior da espiga. Portanto, quer o milho seja armazenado em palha, quer debulhado, a resistência própria do grão ao gorgulho é fator imprescindível.

Nos EUA, o gorgulho do milho tem sido considerado uma das pragas mais importantes do milho na Carolina do Sul, Alabama, Louisiana e Mississippi (Kulash 1948; McCain & Eden 1964; Floyd 1971; Davis & Scott 1973). Nestes estados, é evidente a importância de híbridos de milho com resistência ao gorgulho. Kirk & Manwiller (1964) afirmaram que híbridos com boas características agrônômicas, mas sem resistência ao gorgulho, não eram desejáveis em regiões de alta infestação. Eles observaram que a utilização de híbridos resistentes ao gorgulho reduziu em 45% a infestação das espigas e em 25% a infestação dos grãos de 1944 a 1964.

Em países tropicais, o gorgulho do milho é um problema sério. Vários autores (Genel 1960; Koura & El-Halfawy 1967; e Rosseto 1972) discutiram a gravidade deste problema para o México, Egito e Brasil, respectivamente. Segundo estes autores, nestes países os gorgulhos se multiplicam continuamente, as condições de armazenamento são precárias e não existem híbridos ou variedades comerciais resistentes.

¹ Aceito para publicação em 13 de maio de 1980.

Parte da tese apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau de Ph.D., em Entomologia, área de resistência genética de plantas e insetos, na Universidade de Purdue West Lafayette, Indiana, 47907, USA.

² Eng^o Agr^o, Ph.D., Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) - EMBRAPA, Caixa Postal 151 - CEP 35.700 - Sete Lagoas, MG.

³ Eng^o Agr^o, Ph.D., USDA-SEA, também Professor Adjunto do Departamento de Entomologia na Universidade de Purdue, West Lafayette, Indiana, 47907, USA.

A literatura contém várias citações (Diaz 1967; Veiga 1969; Rosseto 1972; Santos 1977) mostrando grandes diferenças na resistência de grãos de milho ao gorgulho e a necessidade de selecionar e aumentar a frequência gênica na fonte de resistência encontrada.

Vários autores (Rosseto 1972; Ramalho 1976; Santos 1977) têm observado que o gorgulho do milho distingue um genótipo resistente (linhagem, híbrido, população) de um susceptível, se lhe for dada livre escolha. Entretanto, a capacidade do gorgulho de selecionar grãos susceptíveis e rejeitar os grãos resistentes dentro de uma mistura de grãos não foi ainda bem explorada. Assim, numa população de milho onde existe variabilidade genética para resistência no grão ao gorgulho, seria desejável identificar e multiplicar os grãos resistentes. O presente trabalho tem por objetivo testar a habilidade do gorgulho de milho em identificar os grãos susceptíveis misturados com grãos resistentes, visando

definir uma técnica de seleção para grãos resistentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os genótipos usados neste trabalho estão apresentados na Tabela 1. As diversas entradas serão referenciadas pelas iniciais p (população) e l (linhagem), seguidas de um algarismo, conforme mostra a Tabela 1. P₁, por exemplo, refere-se à população de milho denominada de Cateto Sete Lagoas e L₁ refere-se à linhagem Cateto Sete Lagoas 246/60. É importante ressaltar que L₁ foi selecionada a partir de P₁, e assim sucessivamente. Foram incluídas populações e linhagens provenientes do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, e previamente avaliadas quanto à resistência e susceptibilidade ao gorgulho. É importante ressaltar que depois de encontrada a fonte de resistência torna-se necessário identificar e selecionar os grãos resistentes, normalmente em baixa frequência, dentro da fonte mais resistente. Assim, para cada genótipo utilizou-se uma amostra de 20 grãos marcados com um lápis especial. Grãos de um mesmo genótipo receberam marcas idênticas. Em seguida, as 20 amostras oriundas dos diferentes genótipos foram misturadas num recipiente plástico, para constituir uma repetição de 400

TABELA 1. Relação das populações de milho e suas respectivas linhagens usadas em testes para a atividade do gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais*^a.

Denominação	Peso/grãos (mg)	Umidade do grão %	Tipo
P1. ^b Cateto Sete Lagoas	309	13,7	flint
P2. Cateto Colômbia	367	13,5	flint
P3. Azteca Prolífico V-RPE-III	346	13,3	dentado
P4. Dentado Composto-CNPMS	353	13,7	dentado
P5. Eto Colômbia	335	13,5	flint
P6. Maia XIII	309	13,7	dentado
P7. IAC-XII	294	13,3	dentado
P8. Cravo Paulista-SPII	281	13,3	dentado
L1. Cateto Sete Lagoas-246/60	167	13,6	flint
L2. Cateto Colômbia-96/71	184	13,7	flint
L3. Azteca 7/61	252	13,3	flint
L4. Dentado Composto	245	13,3	flint
L5. Eto Colômbia	315	13,7	flint
L6. Maia 179/71	242	13,5	dentado
L7. IAC-1	203	13,5	dentado
L8. Cravo-146/71	250	13,6	dentado
LA. Catete Água Limpa-37864	141	13,3	flint
LB. Catete Água Limpa-38264	186	13,7	flint
P9. Stiff Stock Synthetic	242	13,3	dentado
Co. Híbrido de Indiana (USA)	324	13,3	dentado

^a O material experimental é originário do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

^b P = População L = Linhagem Co = Controle P1, P2, ..., P8 são pais de L1, L2, ..., L8, respectivamente.

grãos. Os tratamentos, constituídos pelas amostras de 20 grãos, foram testados utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições. Cada repetição foi infestada com 80 gorgulhos não sexados (na base de 10 insetos/50 grãos) e com 1-2 semanas de idade. O teste foi conduzido sob as condições de $28 \pm 1^\circ\text{C}$, $70 \pm 2\%$ U.R. e doze horas de luz. A umidade do grão foi ajustada para $13,5 \pm 0,2\%$ antes de iniciar o teste, conforme mostra a Tabela 1. O tempo de infestação foi de quinze dias. Os recipientes plásticos foram virados a cada cinco dias, para mudar a posição dos grãos. No 16º dia, os gorgulhos foram retirados e os grãos foram

separados de acordo com a marca nos grãos. As amostras de cada material foram mantidas separadamente em pequenas caixas plásticas.

Começando no 30º dia depois da infestação, as amostras de milho foram examinadas para emergência de gorgulhos. Quando os gorgulhos começaram a emergir, foram removidos e contados a cada dois dias até que todos emergiram. Depois de completada a emergência, contou-se o número de grãos danificados e sadios. Finalmente, as quatro amostras de cada tipo foram plantadas em casa de vegetação com base na germinação, para verificar qual a proporção de sementes resistentes e suscetíveis.

TABELA 2. Avaliação da habilidade do gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais* em distinguir grãos de milho susceptíveis, misturados com grãos resistentes.

Material ^a	Nº gorgulhos emergidos	Nº grãos não danificados
	Média \pm Sx ^b	Média \pm Sx
P1 ^c	5,00 \pm 1,08 ab	15,50 \pm 2,52 a
L1	2,00 \pm 0,82 a	16,75 \pm 0,50 a
P2	5,75 \pm 1,32 ab	13,75 \pm 2,06 ab
L2	3,25 \pm 0,84 ab	17,00 \pm 1,63 a
P3	5,25 \pm 0,85 ab	15,00 \pm 1,83 a
L3	6,75 \pm 1,32 ab	14,25 \pm 0,96 ab
P4	3,75 \pm 1,11 ab	17,25 \pm 0,96 a
L4	5,25 \pm 1,44 ab	13,75 \pm 0,96 ab
P5	10,50 \pm 1,32 c	10,75 \pm 2,22 bc
L5	5,25 \pm 1,11 ab	15,50 \pm 2,38 ab
P6	2,75 \pm 0,46 a	17,00 \pm 1,15 a
L6	11,75 \pm 0,25 c	10,75 \pm 2,22 bc
P7	10,75 \pm 0,48 c	9,50 \pm 2,08 c
L7	4,00 \pm 1,41 ab	17,25 \pm 1,26 a
P8	8,00 \pm 1,68 bc	13,25 \pm 2,06 ab
L8	15,75 \pm 2,75 d	5,00 \pm 2,16 d
LA	4,75 \pm 0,85 ab	14,00 \pm 2,71 ab
LB	6,00 \pm 0,58 ab	14,00 \pm 1,15 ab
P9	17,50 \pm 0,29 d	5,75 \pm 0,50 d
Co ^d	18,25 \pm 0,48 d	5,25 \pm 1,89 d

^a Veja Tabela 1 para identificação das entradas

^b Médias na mesma coluna seguidas pela mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de acordo com o teste de Newman-Keuls.

^c P = População; L = Linhagem.

^d Co = Controle.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como estes genótipos já foram previamente avaliados, sabe-se que os genótipos P1, L1, P4, L4, L2 e P6 possuem graus de resistência relativamente alto ao gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais*, quando comparada com P2, P3, L3, P5, L5, P7, L7, P8, LA e LB que são intermediários e com L6, L8, P9 e Co que são altamente susceptíveis. A análise de variância dos resultados indicou que o gorgulho atacou significativamente maior número de grãos, previamente classificados como susceptíveis do que como resistentes. Os materiais resistentes P1, L1, P4, L4, L2 e P6 permaneceram entre os menos atacados, não diferindo significativamente entre si, mas diferindo dos mais susceptíveis, L6, L8, P9 e Co, que foram os mais atacados (Tabela 2).

O experimento foi iniciado com uma mistura de 400 grãos, inteiros e viáveis. Cada um dos 20 genótipos de milho contribuiu com 5% de grãos para a mistura, conforme indica linha horizontal na Fig. 1. Depois que os gorgulhos cessaram de emergir, o número de grãos inteiros e viáveis era de 260,

isto é, 140 grãos foram danificados. Foram considerados, como inteiros e viáveis, os grãos que não sofreram nenhum dano e apresentaram possibilidade de germinar e produzir nova planta. Verificou-se que os gorgulhos localizaram os grãos susceptíveis e utilizaram a maioria deles para alimentação e oviposição, danificando-os. A maioria dos grãos resistentes permaneceram intactos e viáveis. Na mistura, a percentagem de grãos resistentes aumentou e a de grãos susceptíveis decresceu (Fig. 1). O teste de germinação, após a infestação, indicou que o material resistente produziu maior número de plantas do que o material susceptível.

Resultados semelhantes aos observados neste experimento foram obtidos em estudos desenvolvidos por Dr. M.S. Zuber da Universidade de Missouri, USA, com a traça dos cereais, *Sitotroga cerealella* (Olivier) 1819 (Eichmeier 1965). A traça do milho foi criada numa mistura composta de milho normal e milho com alto teor de amilose. Foi observado que a traça infestou o milho normal e deixou o milho com alto teor de amilose

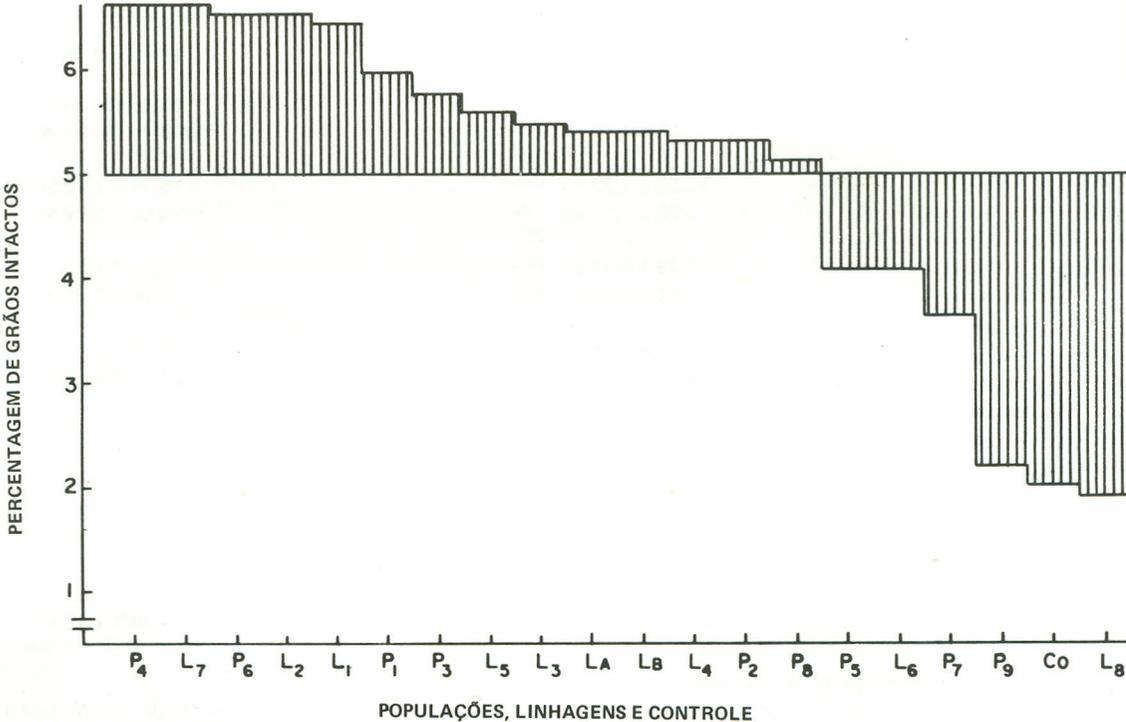


FIG. 1. Mudança na freqüência de grãos inteiros causada pela infestação do gorgulho do milho numa mistura de grãos de milho resistentes e susceptíveis, onde cada genótipo contribuiu com 5% de mistura.

intacto. Dr. Zuber sugeriu que a traça dos cereais poderia oferecer aos melhoristas um método barato e efetivo para selecionar milho com alto teor de amilose. De fato, ele comprovou que a frequência de grãos com alto teor de amilose aumentou de 25% a 90%, ou mais, numa população de milho, em três anos.

O gorgulho do milho mostrou que, se lhe for dada livre escolha para alimentação em milho, ele se alimenta dos grãos susceptíveis e deixa os grãos resistentes intactos. Portanto, é de se acreditar que o gorgulho do milho, se convenientemente manipulado, poderá ser uma arma valiosa em melhoramento de milho.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados deste experimento, as seguintes conclusões podem ser tiradas:

1. O gorgulho do milho é capaz de distinguir grãos resistentes de grãos susceptíveis, mesmo quando misturados.

2. O gorgulho do milho pode ser usado como agente de seleção para resistência, à própria espécie, numa população de milho onde existe variabilidade genética para resistência ao gorgulho.

REFERÊNCIAS

- DAVIS, F.M. & SCOTT, G. Evaluating corn hybrid for maize weevil resistance. s.l., s.ed., 1973. 2 p. (Miss. Agric. Exp. Sta., 1207).
- DIAZ, C.G. Some relationship of representative races of corn from the Latin America Germplasm Seed Bank to intensity of infestation by the rice weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). Kansas State University, 1967. Tese Doutorado.
- EICHMEIER, M. User of the Angoumois grain moth in corn breeding. *Crops Soil.*, 18:8-9, 1965.
- FLOYD, E.H. Relationship between maize weevil infestation during storage. *J. Econ. Entomol.*, 64:408-11, 1971.
- GENEL, M.R. Infestação de campo por insetos de grãos armazenados. *Agric. Tec. Mex.*, 10:32-40, 1960.
- KIRK, V.M. & MANWILLER, A. Rating dent corn for resistance to rice weevils. *J. Econ. Entomol.*, 57:859-62, 1964.
- KOURA, A. & EL-HALFAWY, M. The susceptibility of certain Egyptian varieties of maize (*Zea mais*) to infestation with rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* F. and the host preference of these insects. *Agric. Res. Rev. Cairo.*, 45:49-55, 1967.
- KULASH, W.M. Control of the rice weevil and the angoumois grain moth. *J. Econ. Entomol.*, 53:715-18, 1948.
- MCCAIN, F.S. & EDEN, W.G. Insect resistance important in corn breeding program. *Highlights Agric. Res.*, 11:12, 1964.
- RAMALHO, F.S. Resistência de raças, híbridos e variedades de milho em palha e debulhado ao ataque de *Sitophilus zeamais* Motsch. 1855. Piracicaba, ESALQ-USP, 1976. 122 p. Tese Mestrado - Entomologia.
- ROSSETO, C.J. Resistência do milho as pragas da espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie), *Sitophilus zeamais* Motschulsky e *Sitotroga cerealella* (Olivier). Piracicaba, ESALQ-USP, 1972. 144 p. Tese Doutorado.
- SANTOS, J.P. A Brazilian corn germplasm collection screened for resistance to *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) and *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae). West Lafayette, Purdue University Indiana, 1977. Tese Mestrado.
- VEIGA, A.F. de S.L. Susceptibilidade relativa de diversas raças de milho da América Latina, híbridos e variedades comerciais do Brasil ao gorgulho (*Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855) e a traça (*Sitotroga cerealella* (Olivier) pragas de grãos armazenados em condições de laboratório. Piracicaba, ESALQ, 1969. Tese.