

PREFERÊNCIA E REPRODUTIVIDADE DO GORGULHO DO MILHO COMO FATOR DE RESISTÊNCIA EM ALGUMAS POPULAÇÕES E LINHAGENS DE MILHO¹

JAMILTON P. SANTOS² e JOHN E. FOSTER³

RESUMO - Neste trabalho procurou-se determinar se as populações de milho estudadas, algumas consideradas como resistentes e outras como susceptíveis, transmitem estas características aos seus descendentes. No material estudado participaram 20 genótipos diferentes, incluindo populações e linhagens, resistentes e susceptíveis. A infestação foi feita artificialmente. Este trabalho foi conduzido em três testes, em blocos casualizados e quatro repetições. No primeiro teste estudou-se a distribuição dos gorgulhos sobre amostras do mesmo tipo de milho, acondicionadas em caixinhas plásticas. No segundo, estudou-se a preferência dos gorgulhos pelos 20 diferentes genótipos de milho em teste de livre escolha, sendo anotados o número de gorgulhos atraídos para cada amostra e o número de gorgulhos emergidos de cada amostra. Por último, os gorgulhos foram confinados nas caixinhas plásticas juntamente com as amostras de milho, sendo anotado o número de gorgulhos emergidos de cada amostra. Os resultados deste estudo podem ser resumidos da seguinte forma: a) os gorgulhos do milho distribuíram-se uniformemente sobre amostras de um mesmo genótipo de milho; b) quando os gorgulhos tiveram livre escolha, eles mostraram grande preferência por certos genótipos de milho; c) algumas populações e respectivas linhagens foram resistentes; d) outras populações foram resistentes, mas, suas respectivas linhagens foram altamente susceptíveis; e) também, algumas populações foram mais susceptíveis do que suas respectivas linhagens.

Termos para indexação: resistência de plantas, resistência de milho ao gorgulho, pragas do milho, *Sitophilus Zeamais*, pragas de grãos armazenados.

PREFERENCE AND REPRODUCTIVITY OF MAIZE WEEVIL, AS RESISTANCE FACTORS IN SOME CORN POPULATIONS AND INBREDS

ABSTRACT - The objective of this research was to determine if the populations studied could transmit their factor for resistance and susceptibility to their descendents. The experimental corn consisted of 20 different genotypes, including resistant and susceptible populations and inbreds. The infestation was made artificially. The experimental design was a randomized complete block with four replications, and three tests were established. Firstly, the distribution of the maize weevil over sample of one corn genotype, in plastic boxes, was studied. Secondly, the weevils were given a free-choice of 20 different genotypes, and the number of weevil attracted and the number of offsprings of the first generation emerged from each corn sample were observed. At last, the weevils were confined in the plastic boxes with the corn samples, and the number of offsprings emerged from each sample was observed. The results can be summarized as follows: a) the maize weevils distributed themselves evenly over the samples of same corn genotype; b) when the maize weevil had a free-choice of a corn genotype, they showed great preference for certain genotypes; c) some populations and respective inbreds were resistant; d) other populations were resistant, but their respective inbred were susceptible; e) also, some populations were more susceptible than their respective inbreds.

Index terms: plant resistance, maize weevil resistance, *Sitophilus Zea mays*, stored grain pests.

INTRODUÇÃO

Várias espécies de insetos-pragas dos grãos armazenados começam o ataque no campo. Dentre

estas pragas, o gorgulho do milho, *Sitophilus zeamais* Motschulky 1855, causa grandes perdas em milho, no Brasil e em vários outros países.

Entomologistas estão procurando métodos para proteger grãos armazenados contra pragas destrutivas. Um método em potencial é o de resistência no grão, a qual ajuda no controle dos insetos e evita os resíduos de inseticidas em produtos alimentícios.

A biologia de *Sitophilus zeamais* está bem estudada Floyd & Newson (1959); Kiritani (1965); Sharifi & Mills (1971), Rossetto (1972). Os adul-

- ¹ Aceito para publicação em 19 de janeiro de 1981. Parte da tese apresentada pelo primeiro autor para obtenção do grau Ph.D., em Entomologia, área de resistência genética de plantas a insetos, na Universidade de Purdue, West Lafayette, IN, 47907, USA.
- ² Entomologista, Ph.D., Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS) - EMBRAPA, Caixa Postal 151 - CEP 35700 - Sete Lagoas, MG, Brasil.
- ³ Entomologista, Ph.D., USDA-SEA, Professor Adjunto do Departamento de Entomologia na Universidade de Purdue, West Lafayette, IN, 47907, USA.

tos do gorgulho do milho causam danos durante a alimentação e a oviposição. Os ovos são postos no interior da semente, preferencialmente na região da ponta do grão, e todas as fases imaturas se desenvolvem dentro do grão, emergindo somente depois que se transformarem em adultos.

O número de gorgulhos que causam danos nos grãos armazenados depende da infestação ocorrida no campo, do número de gorgulhos que posteriormente infestam os grãos no armazém, e da reprodutividade dos gorgulhos nos grãos. Uma boa cobertura da espiga pela palha promove grande proteção contra os gorgulhos no campo. Entretanto, muitos genótipos melhorados para produtividade têm proteção deficiente. Também, a resistência conferida pela proteção da espiga pela palha é temporária, porque quando o milho é colhido a palha pode ser removida, ou, mesmo que a palha seja deixada, ela seca, enrugada e permite a penetração de gorgulhos. Conseqüentemente, a resistência associada à proteção pela palha é perdida quando o milho for armazenado a granel. Portanto, seria desejável que os grãos por si só resistissem ao ataque do gorgulho.

Dois mecanismos de resistência foram estudados neste trabalho, quais sejam: "não-preferência" e "antibiose". O mecanismo de "não-preferência" inclui todas as características dos grãos de milho que exercem um efeito adverso no comportamento do gorgulho do milho durante a orientação para oviposição e alimentação. O mecanismo de defesa por "antibiose" inclui todas as características dos grãos que exercem efeito adverso ao desenvolvimento, à reprodução e à sobrevivência dos gorgulhos.

A literatura contém vários trabalhos mostrando diferenças na resistência de diversos germoplasmas de milho ao gorgulho. Vários autores, como Diaz (1967), Schaaf (1968), Veiga (1969), Ramalho (1977) e Santos (1977), fizeram testes de avaliação de coleções de genótipos de milho, e várias fontes de resistência ao gorgulho foram identificados. Porém, não foi mostrado se fatores em milho que condicionam "não-preferência" e "antibiose" ao gorgulho podem ser transmitidas de populações originais para linhagens derivadas destas populações. Portanto, neste trabalho procurou-se determinar se algumas populações de milho considera-

das como resistentes, e outras como susceptíveis, transmitem essas características aos seus descendentes.

MATERIAL E MÉTODOS

O milho utilizado neste trabalho consistiu de amostras de várias populações e linhagens provenientes do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo - CNPMS - Sete Lagoas, MG. Todos os genótipos testados estão apresentados na Tabela 1. As diversas entradas foram identificadas pelas iniciais P (populações) e L (linhagens), seguidas de um algarismo. Por exemplo, P₁ refere-se à população Cateto Sete Lagoas e L₁ refere-se à linhagem Cateto Sete Lagoas - 246/60. É importante ressaltar que a L₁ foi selecionada a partir de P₁ e assim sucessivamente. As populações P₁, P₂, P₄, P₇ e P₉ foram avaliadas anteriormente para resistência a *S. zeamais*, porém foi a primeira vez que as linhagens foram avaliadas. Convém lembrar que este trabalho foi importante também por reavaliar as populações após serem plantadas em locais e anos diferentes, bem como por possibilitar a comparação entre o comportamento dos pais (P) e dos filhos (L).

Os insetos usados nos testes foram criados em laboratório sob as condições de 28 ± 1°C, 70 ± 2% U.R., com doze horas de luz, e utilizando-se, como dieta, grãos de milho não tratados com inseticida. A criação de gorgulho em laboratório iniciou-se a partir de uma estirpe de *S. zeamais* mantida no laboratório de Entomologia do US-Grain Marketing Center, em Manhattan, Kansas, USA, de onde foram levados e multiplicados no laboratório do Departamento de Entomologia da Universidade de Purdue, em West Lafayette, Indiana, USA.

Para a condução dos testes, as amostras de milho foram condicionadas em caixas plásticas medindo 4,5 x 4,5 x 2,5 cm. As tampas das caixas plásticas eram bastante justas, de modo que o ar para o interior delas foi fornecido por um orifício no centro da tampa e fechado por tela. As caixas plásticas contendo as amostras de milho foram identificadas com "dymotape", utilizando-se P (população) e L (linhagem).

A pesquisa foi conduzida utilizando-se um teste de "livre-escolha" e um teste de "confinamento". Seguiu-se o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Todos os experimentos foram montados em caixas de madeira medindo (60,0 x 45,5 x 6,0 cm) com fundo de eucatex e tampa de vidro. A caixa de madeira teve também quatro orifícios de 2,5 x 2,5 cm, dois em cada uma das laterais, para aeração. Os orifícios eram fechados com tela metálica de 40 "meshes".

Para infestação, foram usados gorgulhos com sete a 14 dias de idade, e o teor de umidade dos grãos foi ajustado para 13,5 ± 0,2% antes de iniciarem os testes. Todos os testes foram conduzidos em condições idênticas àquela a que os gorgulhos foram criados.

TABELA 1. Relação das populações de milho e suas respectivas linhagens usadas em teste para resistência ao gorgulho do milho.^a

Denominação ^b	Peso/grão (mg)	Umidade do grão (%)	Tipo
P ₁ - Cateto Sete Lagoas	309	13,7	flint
P ₂ - Cateto Colômbia	367	13,5	flint
P ₃ - Azteca Prolífico V-RPE-III	346	13,3	dentado
P ₄ - Dentado Composto - CNPMS	353	13,7	flint
P ₅ - Eto Colômbia	335	13,5	dentado
P ₆ - Maia XIII	309	13,7	dentado
P ₇ - IAC - XII	294	13,3	dentado
P ₈ - Cravo Paulista-SPII	281	13,3	dentado
L ₁ - Cateto Sete Lagoas - 246/60	167	13,6	flint
L ₂ - Cateto Colômbia - 96/71	184	13,7	flint
L ₃ - Azteca 7/61	252	13,3	flint
L ₄ - Dentado Composto	245	13,3	flint
L ₅ - Eto Colômbia	315	13,7	flint
L ₆ - Maia 179/71	242	13,5	dentado
L ₇ - IAC-1	203	13,5	dentado
L ₈ - Carvo - 146/71	250	13,6	dentado
L _A - Cateto Água Limpa - 378864	141	13,3	flint
L _B - Cateto Água Limpa - 38264	186	13,7	flint
P ₉ - Stiff Stock Synthetic	242	13,3	dentado
T - 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 T = Testemunha
P₁, P₂ ..., P₈ são pais de L₁, L₂ ..., L₈, respectivamente.

Teste "em branco"

Primeiramente, procurou-se estudar a distribuição dos gorgulhos sobre amostras de um mesmo genótipo de milho. A caixa de madeira foi dividida em quatro blocos, e cada bloco recebeu 20 amostras de 30 grãos da testemunha susceptível. Estas amostras foram acondicionadas em caixas plásticas, que eram devidamente identificadas e designadas para a mesma posição em cada bloco. Duzentos gorgulhos foram liberados ao acaso, num espaço livre no centro de cada bloco. Os gorgulhos foram permitidos a ovipositar e a se alimentarem nos grãos de milho por sete dias. No oitavo dia, as caixas plásticas foram tampadas, e os gorgulhos presos em cada amostra foram removidos, contados e descartados. O número de gorgulhos presos em cada amostra representa a distribuição dos gorgulhos sobre o mesmo genótipo de milho.

Teste de "livre-escolha"

Este segundo teste foi semelhante ao primeiro, porém cada amostra tinha 50 grãos, e cada bloco recebeu 20 diferentes genótipos de milho e 400 gorgulhos. Também, no

oitavo dia, foi feita a observação do número de gorgulhos atraídos a cada genótipo. Este dado representa a distribuição dos gorgulhos sobre amostras de diferentes genótipos de milho. Uma diferença na distribuição dos gorgulhos sugere uma diferença da resistência dos diversos genótipos do milho ao gorgulho.

Depois que os gorgulhos foram descartados, a caixa de madeira com as amostras foi retornada à câmara de crescimento, para incubação dos ovos e desenvolvimento das larvas. Começando no trigésimo dia após a infestação, e posteriormente a cada dois dias, as amostras de milho eram examinadas para verificar a emergência de gorgulhos adultos. Considerou-se a diferença no número de gorgulhos emergidos como uma indicação da resistência dos vários genótipos.

Teste de "confinamento"

O terceiro teste foi semelhante ao segundo, porém 20 gorgulhos por amostra foram confinados nas caixas plásticas com o milho. Também, no oitavo dia, os gorgulhos foram descartados. Neste caso, foi observado o número de gorgulhos emergidos de cada genótipo. Neste teste procu-

rou-se estudar individualmente a capacidade dos vários genótipos de resistirem ao ataque dos gorgulhos. Também procurou-se determinar se alguns genótipos "não preferidos" no teste de "livre escolha" se mantiveram como resistentes no teste de "confinamento".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teste em "branco"

Os resultados deste teste indicaram que, quando as sementes infestadas eram de um mesmo genótipo de milho, os gorgulhos se distribuíram uniformemente sobre o ambiente. Foi observado também que a distribuição em cada bloco não foi uniforme, havendo sempre a tendência dos gorgulhos de se aglomerarem. Entretanto, a aglomeração dos gorgulhos foi em pontos diferentes em cada bloco, mostrando que os gorgulhos não tinham pontos preferidos para aglomeração e que o número de repetições utilizadas permitiu corrigir a variação verificada dentro de cada bloco.

Teste de "livre escolha"

Os resultados indicaram que, quando os vários tipos de milho de constituição genética diferente eram oferecidos em teste de "livre escolha", os gorgulhos se distribuíram desuniformemente, mesmo considerando-se a média de quatro repetições. Observou-se também que os gorgulhos estavam sempre aglomerados em determinados tipos de milho e, ao mesmo tempo, pouco freqüente em outros (Tabela 2).

A análise estatística dos dados mostrou que ocorreu diferença significativa entre genótipos com relação à atração dos gorgulhos (Tabela 2). O genótipo menos preferido atraiu a média de 2,75 gorgulhos e o mais preferido atraiu a média de 78,25 gorgulhos.

No teste principal, o material experimental consistiu de populações e respectivas linhagens. Portanto, foi possível comparar populações x populações, populações x linhagens e linhagens x linhagens. Os resultados relacionados na Tabela 2 mostram que P_9 e T foram significativamente mais preferidos do que qualquer outro genótipo. Outros materiais, como L_8 , P_3 , P_2 e P_7 foram também muito atrativos. Por outro lado, observou-se que nas comparações P_6/L_6 e P_8/L_8 as populações (P) atraíram poucos insetos, e as linhagens (L) atraí-

ram muitos. A L_8 atraiu significativamente maior número de gorgulhos que o P_8 . É importante notar também que nas comparações P_1/L_1 , P_2/L_2 , P_3/L_3 , P_5/L_5 e P_7/L_7 os pais atraíram maior número de gorgulhos que os filhos (Tabela 2).

A análise estatística do número de gorgulhos emergidos dos diferentes tipos de milho em teste de "livre escolha" mostrou que ocorreu diferença significativa entre os genótipos (Tabela 2). Este resultado indica que os gorgulhos, se tiverem oportunidade, irão pôr mais ovos nos milhos "mais preferidos" e "mais susceptíveis", que, conseqüentemente sofrerão maior dano. Alguns genótipos, como P_6 , P_1 , L_2 , L_4 e P_4 , foram não-preferidos para alimentação e oviposição, e também deles emergiram poucos gorgulhos, como mostram os testes de "livre escolha". O genótipo L_8 , no teste de "livre escolha, produziu significativamente maior número de gorgulhos do que todos os outros genótipos, exceto P_9 e a testemunha, que são altamente susceptíveis.

As duas linhagens irmãs, L_A e L_B , selecionadas a partir de uma mesma população, foram "não-preferidas" e produziram poucos gorgulhos (Tabela 2). Este resultado é importante, porque mostra que determinada população transmitiu um fator para resistência ao gorgulho a duas de suas linhagens.

Teste de confinamento

No ensaio de "livre escolha", os genótipos altamente preferidos atraíram grande proporção dos gorgulhos, de modo que restaram poucos gorgulhos para infestar os milhos menos preferidos. Logo, os genótipos menos preferidos podem ter escapado à infestação.

Para determinar se os genótipos menos preferidos eram também inadequados para o desenvolvimento dos gorgulhos, foi montado um ensaio de confinamento, "sem escolha". Neste ensaio, os gorgulhos foram confinados com as amostras de milho durante sete dias.

A análise estatística do número de gorgulhos que emergiram dos diferentes tipos de milho no teste de confinamento mostrou diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 2). Este resultado indicou que sob o mesmo nível de infestação e as outras condições idênticas, os genó-

TABELA 2. Avaliação de resistência de várias populações e as respectivas linhagens de milho ao gorgulho, em testes de "livre escolha" e de "confinamento", seguindo um período de 7 dias para oviposição¹.

Material ⁴	Número de gorgulhos		
	Livre escolha ²		Confinamento ³
	Atraídos Média ± s(m) ⁵	Emergidos Média ± s(m)	Emergidos Média ± s(m)
P ₁	10,50 ± 1,32 a	3,25 ± 1,11 a	3,75 ± 1,31 ab
L ₁	3,00 ± 1,78 a	4,50 ± 1,32 a	0,75 ± 0,75 a
P ₂	16,50 ± 3,71 ab	8,75 ± 2,17 a	12,25 ± 2,75 abc
L ₂	6,25 ± 1,25 a	3,50 ± 0,29 a	10,75 ± 0,85 abc
P ₃	21,00 ± 3,19 ab	6,00 ± 1,58 a	10,25 ± 0,85 abc
L ₃	6,00 ± 1,47 a	5,50 ± 0,65 a	15,50 ± 1,50 abc
P ₄	8,50 ± 3,22 a	5,00 ± 0,82 a	8,75 ± 1,75 a
L ₄	9,75 ± 2,90 a	4,50 ± 1,32 a	8,25 ± 2,84 abc
P ₅	15,50 ± 5,24 ab	14,00 ± 5,01 ab	17,00 ± 3,49 cde
L ₅	10,25 ± 2,17 a	6,60 ± 1,85 a	8,25 ± 2,01 abc
P ₆	5,50 ± 1,71 a	3,25 ± 1,32 a	4,00 ± 2,48 ab
L ₆	12,50 ± 2,96 a	18,50 ± 0,87 bc	29,75 ± 4,25 fg
P ₇	16,25 ± 2,95 ab	13,25 ± 5,93 ab	25,75 ± 0,48 efg
L ₇	12,25 ± 6,22 a	5,00 ± 0,91 a	7,75 ± 2,50 abc
P ₈	8,85 ± 1,11 a	4,25 ± 0,48 a	8,50 ± 2,87 abc
L ₈	30,00 ± 2,45 b	28,00 ± 1,59 d	35,75 ± 5,30 g
L _A	3,60 ± 0,50 a	4,50 ± 0,64 a	5,25 ± 1,44 abc
L _B	2,75 ± 0,48 a	8,25 ± 1,44 a	24,00 ± 4,02 def
P ₉	63,75 ± 11,56 c	29,25 ± 2,78 d	33,75 ± 1,65 fg
T ⁶	78,25 ± 8,52 d	26,50 ± 1,89 d	34,70 ± 3,12 g

¹ Veja Tabela 1 para identificação das entradas.

² Teste de "livre escolha" infestado com 400 gorgulhos/20 amostras.

³ Teste de "confinamento" infestado com 20 gorgulhos/amostra.

⁴ P = População; L = Linhagem; P₁, ..., P₈ são pais de L₁, ..., L₈, respectivamente.

⁵ Médias na mesma coluna e seguidas pela mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5%, de acordo com "Newman-Keuls Sequential Range Test".

⁶ Testemunha - híbrido Americano.

tipos de milho L₁, P₄, P₁, P₆, L_A, L₇, L₄, L₅ e P₈ foram os mais resistentes. Os genótipos mais resistentes produziram de 1 a 8 gorgulhos por 50 grãos, enquanto que os mais susceptíveis produziram de 24 a 36 gorgulhos (Tabela 2). Alguns genótipos, como, L₁, P₄, P₁, P₆, L₂, L_A, L₄ e P₈, que se mostraram como os mais resistentes, também estão entre os menos preferidos, como observados no teste de "livre escolha" (Tabela 2). Este resultado indica que "não-preferência" e "antibiose" são os mecanismos de resistência do grão de milho ao gorgulho, e que os dois testes estão a se confirmar. Também as entradas P₉, T, L₈ e L₆ fo-

ram as mais susceptíveis nos dois testes (Fig. 1).

Foi confirmada a resistência de P₁ e P₄, que mantiveram suas propriedades para resistência depois de plantadas em anos e locais diferentes, produzindo adicional evidência de que suas resistências ao gorgulho são condicionadas por fatores genéticos.

Também foi possível comparar populações x populações, populações x linhagens e linhagens x linhagens. Como por exemplo, a tendência de P₁/L₁ e de P₄/L₄ foi sempre de serem resistentes, e a tendência de P₆/L₆ e P₈/L₈ foi sempre de serem as populações resistentes e as linhagens suscep-

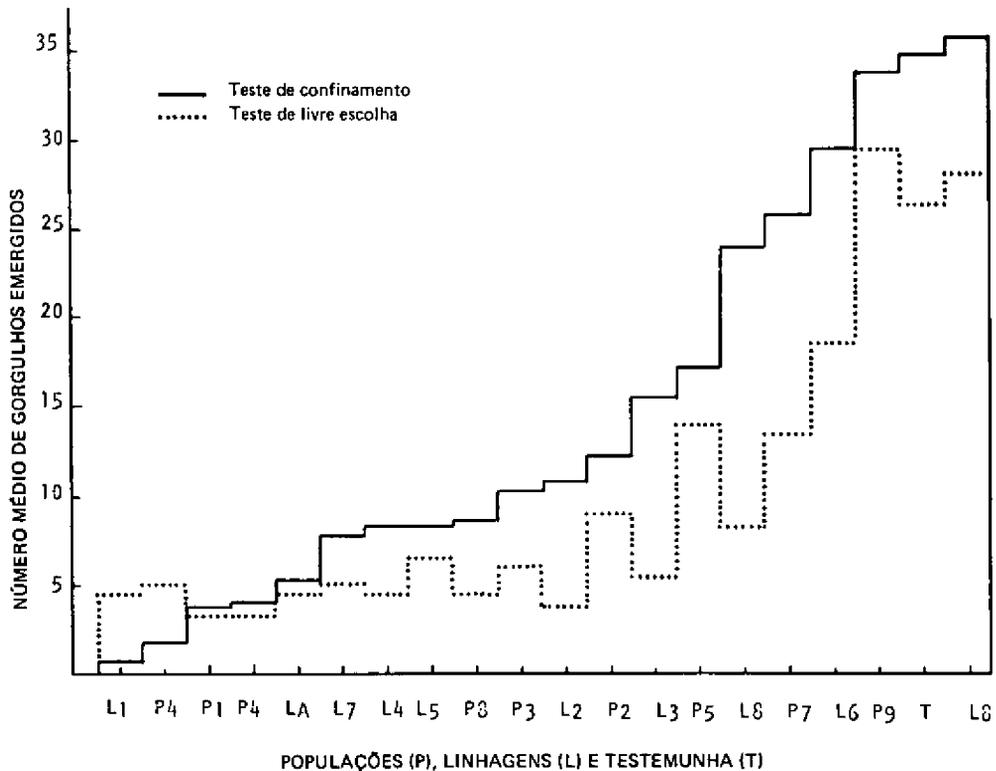


FIG. 1. Comparação entre o número de gorgulho emergido da primeira geração seguindo um período de 7 dias de oviposição dos pais em teste de "livre escolha" e "confinamento".

tíveis. Por outro lado, para os grupos P_2/L_2 , P_5/L_5 e P_7/L_7 , os resultados indicaram que as populações foram mais susceptíveis do que as linhagens, embora sem significância estatística (Tabela 2).

CONCLUSÕES

1. Os gorgulhos do milho distribuíram-se uniformemente sobre amostras de um mesmo genótipo de milho, quando consideradas as médias de quatro repetições.

2. Quando os gorgulhos tiveram livre escolha, mostraram grande preferência por certos genótipos de milho.

3. Algumas populações (P_1 e P_4) e respectivas linhagens (L_1 e L_4) foram resistentes.

4. Outras populações, como P_6 e P_8 , foram resistentes, mas suas respectivas linhagens (L_6 e L_8) foram altamente susceptíveis.

5. Por outro lado, as populações (P_2 , P_3 , P_5 e

P_7) foram mais susceptíveis do que suas respectivas linhagens (L_2 , L_3 , L_5 e L_7).

6. As testemunhas P_9 e T permaneceram como genótipos altamente susceptíveis.

7. Os testes de "livre escolha" e de "confinamento", se for usado período de sete dias para oviposição, podem ser usados em testes de seleção para resistência ao gorgulho em milho, porque discriminaram bem os genótipos.

REFERÊNCIAS

- DIAZ, G.C. Some relationship of representative races of corn from the Latin American germ plasm seed bank to intensity of infestation by rice weevil, *Sitophilus zeamais* Mots (Coleoptera: Curculionidae). Kansas State University, 1967. Tese Doutorado.
- FLOYD, E.H. & NEWSON, L.D. Biological study of the rice weevil complex. Ann. Entomol. Soc. Am., 52 (6):687-95, 1959.
- KIRITANI, K. Biological studies in the *Sitophilus* complex (Coleoptera: Curculionidae) in Japan. J. Stored Prod. Res., 1:169-76, 1965.

- RAMALHO, F.S.; ROSSETTO, C.J. & NAGAI, V. Comportamento de germoplasmas de milho sob a forma de palha e grãos debulhados, em relação a *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855. *Ci. e Cult.*, 29(5):584-90, 1977.
- ROSSETTO, C.J. Resistência do milho a pragas da espiga, *Helicoverpa zea* (Boddie), *Sitophilus zeamais* Motschulsky e *Sitotroga cerealella* (Olivier). Piracicaba, ESALQ-USP, 1972. 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). W. Lafayette, Purdue University, 1977. 182p.
- SHARIFI, S.C. & MILLS, R.B. Radiographic studies of maize weevil *Sitophilus zeamais* in wheat kernels. *J. Stored Prod. Res.*, 7:195-206, 1971.
- SCHAAP, P. van der. Resistance of corn collections, lines, races, and synthetic varieties to infestation of the larger rice weevil *Sitophilus zeamais* Motschulsky. Manhattan, Kansas State University, 1968. 62p. 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 à traça *Sitotroga cerealella* (Olivier), pragas de grãos armazenados em condições de laboratório. Piracicaba, ESALQ-USP, 1969. 154p. Tese Mestrado.