

HERANÇA DA RESISTÊNCIA DE SORGO AO PULGÃO-VERDE *Schizaphis graminum* (ROND.) (HOMOPTERA: APHIDIDAE)

Ivan Cruz¹ e José D. Vendramim²

ABSTRACT

Inheritance of Sorghum Resistance to the Greenbug *Schizaphis graminum* (Rond.)
(Homoptera: Aphididae)

The inheritance of resistance of the sorghum lines GR and GB 3 to the greenbug, *Schizaphis graminum* (Rond.) was studied. From these lines F1, F2 and backcrosses with susceptible lines were obtained. All genotypes were planted in boxes (36 x 80 x 10 cm). In each box, after randomization, were left 20 plants of each generation, except for F2 generation, with 100 plants. The experimental design was complete randomized block with three replications. The evaluations were based on a visual damage scale from zero (no damage) to nine (over 80% of plant necrosis). On the segregant generation, the ones showing a scale of four or less were considered resistant. Based on qui-square test and in other estimations, it was concluded that the inheritance of resistance was dominant and monogenic for both resistant genotypes.

KEY WORDS: Insecta, host plant resistance, *Sorghum bicolor*, genetic, dominance, aphid.

RESUMO

Estudou-se a herança da resistência ao pulgão-verde do sorgo, *Schizaphis graminum* (Rond.) em populações derivadas do cruzamento envolvendo genótipos resistentes GR e GB 3. A partir deles, foram obtidas gerações F1, F2 e retrocruzamentos, tanto com linhagens suscetíveis quanto com resistentes. Esses materiais foram semeados em caixas (36 x 80 x 10 cm). Em cada caixa, após casualização, foram deixadas 20 plântulas, com exceção da geração segregante F2, para a qual o número foi 100. As avaliações foram baseadas numa escala visual de dano variando de zero (sem dano) a nove (acima de 80% de necrose nas folhas). Nas gerações segregantes, foram consideradas como plantas resistentes aquelas com notas de dano variando de zero a quatro. Para testar as hipóteses de segregação genética, foi utilizado o teste de qui-quadrado. Concluiu-se que a resistência é monogênica e determinada por um alelo.

Recebido em 26/05/94. Aceito em 29/08/95.

¹EMBRAPA/CNPMS, Caixa postal 151, 35701-970, Sete Lagoas, MG.

²ESALQ/USP, Departamento de Entomologia, Caixa postal 9, 13418-900, Piracicaba, SP.

tanto para as populações derivadas do cruzamento com o genótipo GR quanto para o genótipo GB 3.

PALAVRAS-CHAVE: Insecta, planta resistente, *Sorghum bicolor*, genética, herança.

INTRODUÇÃO

A importância do pulgão-verde, *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae) como praga de cultivos como sorgo, trigo, cevada, aveia e centeio já está bem demonstrada na literatura (Wadley 1931, Dahms *et al.* 1954, Daniels 1960). Em sorgo, o pulgão-verde passou a ser uma importante praga a partir de 1968, com o aparecimento do biotipo C. Desde essa ocasião, só nos Estados Unidos, o uso de inseticidas naquela cultura intensificou-se com um custo de controle ultrapassando dez milhões de dólares anualmente (Teetes & Johnson 1973). No Brasil, até há pouco tempo nada se conhecia da bioecologia do inseto relacionada com a cultura do sorgo. Embora, no Brasil, o inseto já tenha sido relatado há mais de 40 anos, atacando alpiste e outras gramíneas não cultivadas, no Rio Grande do Sul (Lima 1942), em sorgo ainda não tinha sido constatado até 1977, mesmo havendo indícios de que ele provavelmente constituiria sério problema à cultura, emigrando das explorações tritícolas do sul do país (Gravena 1978). Atualmente, o pulgão-verde, juntamente com a mosca, *Contarinia sorghicola* (Coq.) são as principais pragas da cultura de sorgo, no Brasil (Cruz & Vendramim 1989a). No laboratório, o inseto passa por quatro instares, atingindo a maturidade em cerca de uma semana. Reproduz por um período aproximado de 25 dias, produzindo, em média, 44 ninfas por fêmea. O inseto danifica a planta, diretamente, pela sucção de seiva e introdução de toxina, que causa clorose e posterior necrose do tecido foliar, ou indiretamente, pela transmissão de doenças viróticas (Cruz & Vendramim 1989a).

Fontes de resistência a essa praga estão bem documentadas no exterior (Wood Jr. *et al.* 1969, Hackerott *et al.* 1969, Weibel *et al.* 1972, Johnson *et al.* 1974, entre outros). Também para uma ou outra fonte de resistência já se tem determinado o mecanismo de resistência envolvido (Schuster & Starks 1973, Johnson & Teetes 1979, Starks & Weibel 1981, Starks *et al.* 1983, Cruz & Vendramim 1989b).

No Brasil, as pesquisas com resistência do sorgo a esse inseto são escassas. Galli (1979) identificou algumas fontes de resistência em 47 genótipos de sorgo granífero. Cruz (1986) avaliou cerca de 1.000 genótipos, encontrando 28 fontes de resistência. A resistência ao pulgão-verde tem sido encontrada tanto no estágio de plântulas (Hackerott *et al.* 1969, Johnson 1971, Starks *et al.* 1971, Starks *et al.* 1972, Teetes & Johnson 1972, Teetes *et al.* 1974a, Weibel *et al.* 1972, entre outros), como em plantas adultas (Hackerott & Harvey 1971, Harvey & Hackerott 1971, Johnson 1971, Johnson & Teetes 1971, Teetes *et al.* 1974 b).

As fontes de resistência ao pulgão, na maioria dos casos apresentam características agrônomicas inferiores (Cruz 1986). Dessa maneira, é necessário que se transfiram o gene ou genes que condicionam a resistência para as cultivares elites, que, embora com potencial de produção elevado, geralmente são suscetíveis ao pulgão, como verificado por Cruz & Vendramim (1988). Para se determinar a melhor maneira de transferir tais genes de resistência, é necessário que se conheça a herança da resistência. Em algumas cultivares, a herança da resistência ao pulgão-verde tem sido relatada como sendo do tipo dominante ou com dominância incompleta (Johnson & Teetes 1979). A resistência de diversas linhagens com resistência derivada de *Sorghum virgatum*, segundo Hackerott *et al.* (1969), é conferida por genes dominantes localizados em mais de um loco. Estudos conduzidos por Johnson

(1971) e Johnson *et al.* (1974) mostraram que a resistência em PI 264453 é de herança simples (monogênica). Estudos conduzidos por Weibel *et al.* (1972) em populações F1 e F2 de cultivares suscetíveis e resistentes SA 7536-1, IS 809 e PI 264453 mostraram que a herança em três linhagens resistentes era de dominância incompleta.

O objetivo do trabalho foi verificar o controle gênico da resistência ao pulgão-verde em populações derivadas dos cruzamentos entre as cultivares resistentes (GR e GB 3) e suscetíveis (M 1011, Me 022).

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados durante os anos de 1983 a 1986, em casa de vegetação, no Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), em Sete Lagoas, MG. As linhagens suscetíveis, bem como todas as combinações híbridas, foram fornecidas pela empresa Agrocere, em Capinópolis, MG.

Os pais resistentes utilizados foram GR e GB 3 e os suscetíveis, M 1011 e Me 022. Os genótipos resistentes foram cruzados com genótipos suscetíveis, para se obterem as gerações F1, que foram semeadas no campo para obtenção de F2. Paralelamente, foram feitos retrocruzamentos (RC) com os pais, P1 (resistente) e P2 (suscetível) de modo a se terem, para as avaliações, as gerações P1, P2, F1, F2, RC 1 (F1 x P1) e RC2 (F1 x P2).

Uma vez obtidos todos estes materiais, eles foram semeados em caixas de chapa galvanizada (36 x 80 x 10 cm), onde foi colocada terra peneirada e adubada, conforme análise do solo. A terra foi colocada até próximo à superfície, sendo uniformemente umedecida. Posteriormente, efetuou-se a marcação das linhas de plantio, mantendo-se entre fileiras um espaçamento de 5 cm. Em cada fileira, após casualização, foram plantadas 30 sementes e, após a germinação, foi realizado o desbaste, deixando, no máximo, 20 plantas. Cada fileira correspondeu a uma geração, com exceção da geração F2, para qual o número de fileiras por bandeja foi de cinco ou seja, aproximadamente 100 plantas. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições.

Onze dias após o plantio, as plantas foram infestadas com pulgões originários de criação artificial, colocando-se uma densidade média de cinco pulgões por planta. Os pulgões, obtidos de secções de folhas removidas da planta onde estavam sendo criados, tiveram o seu número estimado visualmente e, então, distribuídos ao longo das fileiras, sem ser removidos da folha.

As avaliações foram realizadas quando o genótipo suscetível apresentava uma nota de dano acima de sete, utilizando uma escala visual de notas variando de zero a nove. Essa escala foi proposta por Teetes (1980), sendo nota 0 = nenhum dano; 1 = 1 a 10% de necrose nas plantas; 2 = 11 a 20%; 3 = 21 a 30%; 4 = 31 a 40%; 5 = 41 a 50%; 6 = 51 a 60%; 7 = 61 a 70%; 8 = 71 a 80% e 9 = 81 a 100% de necrose nas plantas. Nas gerações segregantes foram consideradas como plantas resistentes aquelas com notas de danos variando de zero a quatro; conseqüentemente, uma planta foi considerada como suscetível quando apresentava a nota de dano acima de cinco. Para testar as hipóteses de segregação gênica, foi utilizado o teste de qui-quadrado. O número provável de genes ou blocos de genes responsáveis pelas diferenças nos caracteres dos progenitores foi calculado pela fórmula apresentada por Burton (1951). A herdabilidade do caráter foi calculada segundo a fórmula de Warner (1952).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos para o cruzamento GR x Me 022 (Tabela 1) mostram que a nota média de dano atribuída à geração foi 1,07 para o pai resistente GR e 7,42 para o pai suscetível ME 022. Na geração F1, resultante do cruzamento entre P1 e P2, a nota média de dano foi 1,53, bem próxima da nota obtida para o genótipo resistente, sugerindo ser um caso de dominância

Tabela 1. Reações diferenciadas produzidas por *Schizaphis graminum* em diferentes gerações provenientes do cruzamento entre o genótipo de sorgo resistente (GR) e o suscetível (Me 022).

Gerações	Número de plantas ¹			Nota média de dano	Segregação esperada	X ²	P
	R	S	Total				
GR (P1)	60	0	60	1,07 ± 0,03			
Me 022 (P2)	0	50	50	7,42 ± 0,14			
F1 (P1 x P2)	60	0	60	1,53 ± 0,03			
F2	218	75	293	2,97 ± 0,16	3:1	0,06	0,75 - 0,90
F1 x P1 (RC 1)	49	0	49	1,24 ± 0,09			
F1 x P2 (RC 2)	39	21	60	3,53 ± 0,36	1:1	5,40	0,01 - 0,03

¹R = resistente e S = suscetível.

completa. Os dados da geração F2 ajustaram-se à proporção de três plantas resistentes para uma planta suscetível, sugerindo que um único alelo dominante determinou a resistência do genótipo GR em relação ao pulgão-verde. No retrocruzamento com o pai suscetível, o ajustamento à proporção de uma planta resistente para uma suscetível não foi tão perfeito como

Tabela 2. Distribuição de frequência de notas de dano de *Schizaphis graminum* em diferentes gerações provenientes do cruzamento entre o sorgo resistente (GR) e o suscetível (Me 022)

Gerações	Nota de dano									Número de plantas	Variância	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8			9
GR (P1)		56	4								60	0,06
Me 022 (P2)						1	7	19	16	7	50	0,94
F1 (P1 x P2)		36	18	5	0	1					60	0,05
F2		148	49	11	10	9	11	14	26	15	293	7,53
F1 x P1 (RC1)		40	7	1	1						49	0,36
F1 x P2 (RC2)		24	9	3	0	3	10	4	5	2	60	7,60

no caso do F2, pois maior número de plantas resistentes foi encontrado. Já no retrocruzamento com o pai resistente, todas as plantas foram resistentes, ajustando-se perfeitamente ao esperado no caso de herança monogênica. As frequências de plantas em relação às notas de dano (Tabela 2) demonstraram que a maioria das plantas do genótipo resistente GR obteve nota

Tabela 3. Reações diferenciadas produzidas por *Schizaphis graminum* em diferentes gerações provenientes do cruzamento entre o genótipo de sorgo resistentes (GB 3) e o suscetível (M 1011).

Gerações	Número de plantas ¹			Nota média de dano	Segregação esperada	X ²	P
	R	S	Total				
GB 3 (P1)	60	0	60	1,13 ± 0,04			
M 1011 (P2)	0	59	59	8,86 ± 0,04			
F1 (P1 x P2)	60	0	60	1,53 ± 0,11			
F2	182	78	260	2,95 ± 0,18	3:1	3,47	0,05 - 0,10
F1 x P1 (RC1)	58	2	60	1,40 ± 0,12			
F1 x P2 (RC 2)	29	31	60	4,03 ± 0,18	1:1	0,06	0,75 - 0,90

¹R = resistente e S = suscetível

um (93,3%). As demais plantas apresentaram nota de dano dois. Uma maior variação ocorreu no genótipo suscetível, sendo que uma planta foi classificada com a nota cinco. De qualquer maneira, 84% das plantas foram classificadas com notas acima de sete. Nas gerações F1 e RC1, a maioria das plantas (90 e 95%, respectivamente) foi classificada com as notas um e dois. O número provável de genes envolvidos na resistência foi calculado como sendo 0,8, concordando com a segregação 3:1 obtida.

Tabela 4. Distribuição de frequência de notas de dano de *Schizaphis graminum* em diferentes gerações provenientes do cruzamento entre o genótipo de sorgo resistente (GB 3) e o suscetível (M 1011).

Gerações	Nota de dano										Número de plantas	Variância
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
GB 3 (P1)		52	8								60	0,12
M 1011 (P2)									8	51	59	0,12
F1 (P1 x P2)		41	6	13							60	0,69
F2	3	153	21	2	3	11	12	22	25	8	260	8,03
F1 x P1 (RC1)		46	9	3	0	1					60	0,89
F1 x P2 (RC2)		22	3	2	2	8	8	10	3	2	60	7,46

As gerações provenientes dos cruzamentos envolvendo o genótipo resistente GB 3 (Tabelas 3 e 4) mostram o ajustamento à segregação esperada de 3:1 na geração F2 não foi tão bom quanto o ajustamento à segregação 1:1 obtida na geração RC2. De maneira geral, as plantas da geração RC1 foram resistentes ao inseto, exceção feita a duas, resultantes do cruzamento GB 3 x M 1011, que se apresentaram como suscetíveis, com nota de dano de cinco e seis (Tabela 4). Provavelmente tenham sido resultado de uma contaminação de pólen ou sementes.

Todas as análises foram realizadas com os dados originais. Entretanto, devido ao tipo de dados, fazendo a transformação dos dados para raiz quadrada, constata-se, pelo teste de qui-quadrado, que no primeiro cruzamento, isto é, com a cultivar resistente GR, o modelo adotado explicou perfeitamente os resultados, tanto transformado como não transformado. Nesse caso, houve contribuição dos alelos aditivos e também da dominância, que é expressiva. No segundo cruzamento, isto é, oriundos de GB3, conforme já salientado, o dado original não se ajustou ao modelo, porém, quando transformado, ficou ajustado, e, portanto coerente.

O número provável de genes, calculado pela fórmula de Burton (1951), para o cruzamento GB 3 x M 1011, foi de 1,22, o que leva, em termos práticos, a sugerir que e a herança da resistência no caso do genótipo GB 3 seja também monogênica.

De modo geral, os resultados aqui obtidos concordam com os mencionados na literatura, em que a herança da resistência do sorgo ao pulgão-verde é monogênica, com dominância completa entre os alelos (Johnson 1971, Johnson *et al.* 1974, Johnson & Teetes 1979).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração dos professores Dr. Magno A.P. Ramalho, da ESAL, Lavras, MG, e Dr. Cosme D. Cruz, da UFV, Viçosa, MG, e dos pesquisadores da EMBRAPA/CNPMS, Drs. José M. Waquil e Antônio C. de Oliveira, pelas sugestões dadas ao trabalho.

LITERATURA CITADA

- Burton, G.W.** 1951. Quantitative inheritance in pearl millet (*Pennisetum glaucum*). *Agron. J.* 43: 409-417.
- Cruz, I.** 1986. Resistência de genótipos de sorgo ao pulgão-verde, *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae). Tese doutorado, ESALQ/USP, Piracicaba, 222p.
- Cruz, I. & J.D. Vendramim.** 1988. Avaliação de genótipos de sorgo em relação ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852). p. 221-228. In Anais do Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 16, Belo Horizonte, 653p.
- Cruz, I. & J.D. Vendramim.** 1989a. Biologia do pulgão-verde em sorgo. *Pesq. Agropec. Bras.* 24: 283-289.
- Cruz, I. & J.D. Vendramim.** 1989b. Não-preferência como mecanismo de resistência do sorgo ao pulgão-verde. *Pesq. Agropec. Bras.* 24: 329-335.
- Dahms, R.G., R.V. Connin & W.D. Guthrie.** 1954. Grasses as hosts of the greenbug. *J. Econ. Entomol.* 47: 1151-1152.

- Daniels, N.E.** 1960. Evidence of the over summering of the greenbug in the Texas Panhandle. *J. Econ. Entomol.* 53: 454-455.
- Galli, A.J.B.** 1979. Resistência de *Sorghum bicolor* (L.). Moench a *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera: Aphididae): avaliação dos graus e determinação dos tipos envolvidos. Dissertação de mestrado, FCAVJ/UNESP, Jaboticabal, 52p.
- Gravena, S.** 1978. Seletividade de inseticidas para um programa de controle integrado do pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani) em sorgo granífero (*Sorghum bicolor* L. (Moench)). Tese doutorado, ESALQ/USP, Piracicaba, 182p.
- Hackerott, H.L. & T.L. Harvey.** 1971. Greenbug injury to resistant and susceptible sorghum in the field. *Crop. Sci.* 11: 641-643.
- Hackerott, H.L., T.L. Harvey & W.M. Ross.** 1969. Greenbug resistance in sorghum. *Crop. Sci.* 9: 656-658.
- Harvey, T.L. & K.L. Hackerott.** 1971. Research on greenbug and resistance, in sorghum. p. 33-37. In Proceedings Biennial Grain Sorghum Research and Utilization Conference, 7, Lubbock, Texas. 142p.
- Johnson, J.W.** 1971. Evaluation of sorghum for greenbug resistance. *Sorghum Newsletter* 14: 114-116.
- Johnson, J.W., D.T. Rosenow & G.L. Teetes.** 1974. Response of greenbug resistant grain sorghum lines and hybrids to a natural infestation of greenbug. *Crop. Sci.* 14: 442-443.
- Johnson, J.W. & G.L. Teetes.** 1972. Evaluation of sorghum hybrids and lines for adult plant greenbug resistance. *Sorghum Newsletter* 15: 137.
- Johnson, J.W. & G.L. Teetes.** 1979. Breeding for arthropod resistance in sorghum, p. 168-180. In M.K. Harris (ed.), *Biology and breeding for resistance to arthropods and pathogens in agricultural plants*. Texas, USA, 605p.
- Lima, A.M.C.** 1942. *Insetos do Brasil*. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Esc. Nac. Agron., v.3, 327p.
- Schuster, D.J. & K.J. Starks.** 1973. Greenbugs: components of host-plant resistance in sorghum. *J. Econ. Entomol.* 66: 1131-1134.
- Starks, K.J., R.L. Burton & O.G. Markle.** 1983. Greenbug plant resistance in small grains and sorghum to biotype E. *J. Econ. Entomol.* 76: 877-880.
- Starks, K.J., D.E. Weibel, E.A. Wood Jr., J.W. Johnson & A.J. Casady.** 1971. Greenbug resistance in sorghum. *Sorghum Newsletter* 14: 97.
- Starks, K.J., D.E. Weibel & J.W. Johnson.** 1972. Sorghum resistance to the greenbug. *Sorghum Newsletter* 15: 130.

- Starks, K.J. & D.E. Weibel. 1981.** Resistance in bloomless and sparse-bloom sorghum to greenbugs. *Environ. Entomol.* 10: 163-165.
- Teetes, G.L. 1980.** Breeding sorghums resistant to insects, p. 457-485. In F.G. Maxwell & P.R. Jennings (eds.). *Breeding plants resistant to insects*. New York, 683p.
- Teetes, G.L. & J.W. Johnson. 1972.** Mechanisms of greenbug resistance in sorghum. *Sorghum Newsletter* 15: 135-136.
- Teetes, G.L. & J.W. Johnson. 1973.** Damage assessment of the greenbug on grain sorghum. *J. Econ. Entomol.* 66: 1181-1186.
- Teetes, G.L., C.A. Schaeffer, J.W. Johnson & D.T. Rosennow. 1974a.** Resistance in sorghum to the greenbugs: laboratory determination of mechanisms of resistance. *J. Econ. Entomol.* 67: 393-396.
- Teetes, G.L., C.A. Schaeffer, J.W. Johnson & D.T. Rosennow. 1974b.** Resistance in sorghum to the greenbug: field evaluation. *Crop. Sci.* 14: 706-708.
- Wadley, F.M. 1931.** Ecology of *Toxoptera graminum*, especially as to factors affecting importance in the Northern United States. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 24: 325-395.
- Warner, J.N. 1952.** A method for estimating heritability. *Agron. J.* 44: 427-430.
- Weibel, D.E., K.J. Starks, E.A. Wood Jr. & R.D. Morrison. 1972.** Sorghum cultivars and progenies rated for resistance to greenbug. *Crop. Sci.* 12: 334-336.
- Wood Jr., E.A., H.L. Chada, D.E. Weibel & F.F. Davies. 1969.** A sorghum variety highly tolerant to the greenbug, *Schizaphis graminum* (Rond.). *Okla. Agric. Exp. Sta. Prog. Rep.* 614: 1-7.
-