

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE SOJA (*Glycine max* (L.) Merrill) INOCULADOS COM DIFERENTES ISOLADOS DE *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis*, CAUSADOR DO CANCRO-DA-HASTE, PELO USO DA ESTRATIFICAÇÃO¹

Derval Gomes Pereira²
Tuneo Sedyama²
José Luiz Lopes Gomes²
Cosme Damião Cruz³
Rita de Cássia Teixeira²

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais limitações na produção de soja é o crescente número de doenças que afetam a cultura, o qual tende a aumentar com a expansão da área cultivada (11). De acordo com YORINORI et al. (16), existem mais de 40 doenças que são responsáveis por prejuízos anuais estimados em dois bilhões de dólares, representados por reduções do rendimento e da qualidade, do aproveitamento dos insumos e de investimentos. Entre elas, o cancro-da-haste, causado pelo fungo *Diaporthe phaseo-*

¹ Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa (UFV) pelo primeiro autor, como um dos requisitos para a obtenção do título de "Magister Scientiae" em Genética e Melhoramento.

Aceito para publicação em 11.03.1996.

² Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). 36571-000 Viçosa, MG.

³ Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa (UFV). 36571-000 Viçosa, MG.

lorum (Cke. e Ell) sacc. f.sp. *meridionalis*, é, potencialmente, uma das mais importantes, em face das expressivas perdas ocasionadas na cultura (6, 8, 9, 12, 17). Na safra de 1994/95, o cancro-da-haste foi responsável por perdas acumuladas desde 1989, estimadas em US\$ 300 milhões.

O uso de cultivares resistentes constitui-se no método mais eficiente, racional e econômico para evitar ou diminuir os danos causados pela doença (1, 10, 14, 16). Todavia, a disponibilidade de sementes de cultivares resistentes ainda não é suficiente para atender a demanda, e há pouca informação sobre o comportamento de cultivares de soja em relação ao cancro-da-haste.

A avaliação do comportamento de cultivares em relação ao *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis* é de grande importância em trabalhos de melhoramento visando à obtenção de cultivares resistentes ao patógeno. Muitas técnicas biométricas têm sido utilizadas no estudo, e uma das alternativas é a análise de agrupamento de cultivares e de isolados.

O presente trabalho teve por finalidade avaliar o padrão de dissimilaridade do comportamento de nove cultivares de soja em relação a 13 isolados de *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis*, com uso da análise de agrupamento de cultivares e de isolados, por meio da estratificação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho foram utilizados nove cultivares de soja: FT-Cristalina, Doko, Doko-RC, UFV-10, UFV-15, FT-Estrela, IAC-8, FT-11 e Primavera; dentre estes, os cultivares FT-Cristalina e Doko foram considerados padrão para suscetibilidade e resistência ao patógeno, respectivamente; e 13 isolados de *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis*: CH 08, CH 31, CH 40 e CH 43, provenientes da EMBRAPA/CNPSO, coletados nos estados do Paraná e Mato Grosso do Sul, e CHMG 101, CHMG 102, CHMG 103, CHMG 104, CHMG 105, CHMG 106, CHMG 107, CHMG 108 e CHMG 109, coletados em Minas Gerais.

O experimento foi realizado de setembro a novembro de 1993, em condições de casa de vegetação adaptada com nebulizadores, com a temperatura variando de 15 a 30°C durante a realização do trabalho, no Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

O experimento foi feito em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições, em que cada planta constituiu uma repetição.

Realizou-se a inoculação das plântulas no estágio V₁, entre 15 e 17 dias após a semeadura (2, 5), por meio da técnica do palito colonizado com micélio do fungo (3, 7), adaptada por YORINORI (15).

Foram avaliados o vigor da planta e a extensão da lesão na região da inoculação, por meio de notas visuais, 10, 20, 30 e 40 dias após as plântulas serem inoculadas, seguindo a escala proposta por WEAVER et al. (13), em que os cultivares são classificados em cinco categorias distintas: 1,0 = R (resistente), 2,0 = MR (moderadamente resistente), 3,0 = MS (moderadamente suscetível), 4,0 = S (suscetível) e 5,0 = AS (altamente suscetível).

Efetuuou-se análise de variância conjunta para as características estudadas nas quatro avaliações, de acordo com o modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + \varepsilon_{ijk}$, em que Y_{ijk} = valor observado do i -ésimo cultivar, no j -ésimo isolado e na k -ésima repetição; μ = média geral; G_i = efeito do i -ésimo cultivar ($i = 1, 2, \dots, g$); A_j = efeito do j -ésimo isolado ($j = 1, 2, \dots, a$); GA_{ij} = efeito da interação do i -ésimo cultivar com o j -ésimo isolado; e ε_{ijk} = erro experimental associado à observação Y_{ijk} . No referido modelo, os efeitos de média (μ), de cultivares (G_i), de isolados (A_j) e da interação cultivares \times isolados (GA_{ij}) foram considerados fixos, obedecendo às seguintes pressuposições:

$$\sum_{i=1}^g G_i = 0; \sum_{j=1}^a A_j = 0; \sum_{i=1}^g GA_{ij} = 0; e \sum_{j=1}^a GA_{ij} = 0; \quad \varepsilon_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2).$$

O esquema da análise de variância conjunta para as características estudadas encontra-se no Quadro 1.

Efetuuou-se o agrupamento de cultivares e de isolados por meio da estratificação, para as características estudadas, com base no algoritmo de Lin (1982), citado por CRUZ e REGAZZI (4), que consistiu em agrupar cultivares e isolados que proporcionaram interação não-significativa. A expressão para cálculo da soma de quadrado é:

$$SQGA_{jj'} = \theta_{jj'} = \frac{1}{2} \left[d_{jj'}^2 - \frac{1}{g} (Y_{.j} - Y_{.j'})^2 \right], \text{ em que } Y_{.j} = \text{expressa a média do isolado } j; Y_{.j'} = \text{expressa a média do isolado } j'; e d_{jj'}^2 = \sum_i (Y_{ij} - Y_{ij'})^2, \text{ em que } d_{jj'} = \text{expressa o quadrado da distância euclidiana entre os isolados } j \text{ e } j', \text{ com base no comportamento de } g \text{ cultivares.}$$

QUADRO 1 - Esquema da análise de variância conjunta de g cultivares em a isolados das características estudadas

FV	GL	QM	E(QM)
Cultivares (G)	(g-1)	QMG	$\sigma^2 + ar \phi_G$
Isolados (A)	(a-1)	QMA	$\sigma^2 + gr \phi_A$
G x A	(g-1)(a-1)	QM(GA)	$\sigma^2 + r \phi_{GA}$
Resíduo	g.a (r-1)	QMR	σ^2

em que

$$\phi_G = \frac{\sum_i G_i^2}{(g-1)}; \phi_A = \frac{\sum_j A_j^2}{(a-1)}; \phi_{GA} = \frac{\sum_i \sum_j GA_{ij}^2}{(g-1)(a-1)}$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análise de Variância Conjunta

Os resultados da análise de variância conjunta das características avaliadas nas quatro avaliações, considerando todos os cultivares e todos os isolados, são apresentados no Quadro 2 e revelaram que o efeito da interação cultivares \times isolados foi significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F, indicando, assim, que os cultivares apresentaram comportamento diferencial em relação aos isolados estudados e que os efeitos de isolados devem ser considerados quando se estudam os efeitos de cultivares, os quais não podem ser analisados independentemente.

3.2. Agrupamento de Isolados

Os resultados apresentados nos Quadros 3 e 4 enfatizam os grupos de isolados que proporcionaram interação cultivares \times isolados não-

espigas com altura de espiga e número de espigas por parcela, porém os efeitos diretos e as correlações parciais mostraram baixa magnitude.

Assim, apenas o conjunto destes caracteres não é suficiente para explicar as variações na produção de espigas. O caráter número de espiga danificada apresentou correlação de baixa magnitude com a produção. Por isso, em programa de melhoramento, é importante dar ênfase também à seleção para reduzir injúria da lagarta-da-espiga (*Helicorpea zea*).

5. SUMMARY

(GENETIC, PHENOTYPIC AND ENVIRONMENTAL CORRELATIONS AND PATH COEFFICIENT ANALYSIS OF TRAITS IN THE MAIZE (*Zea mays* L.) COMPOSITE ARQUITETURA)

Correlations among several traits related to ear yield were studied to verify their associations in maize. Significant genotypic correlations of ear yield with ear height and with number of ears, per plot, were observed but the direct effects and the partial correlations were of low magnitude showing that these traits are not primary components of ear yield since they alone were not sufficient to account for variation. The trait number of damaged ear presented a low correlation with yield, thus it is also important to emphasize selection to reduced injury caused by the corn earworm (*Helicorpea zea*).

6. LITERATURA CITADA

1. ANDRADE, J.A.C. & MIRANDA Fº, J.B. Correlações genéticas e fenotípicas envolvendo caracteres da planta e do pendão do milho. *Relat. Ci. Inst. Genét. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz*, 14:5-10, 1980.
2. ASSUNÇÃO, M.S. *Variabilidade genética nos milhos braquíticos Piranão e Cimmyt e avaliação de seus híbridos crípticos*. Viçosa, UFV, 1990. 70p. (Tese M.S.).
3. CHURATA, B.G.M. *Estimativas de parâmetros genéticos no composto de milho (Zea mays L.) Arquitetura*. Jaboticabal, UNESP, 1994. 108p. (Tese M.S.).
4. CRISÓSTOMO, J. R. & ZINSLY, J. R. Estimación de parâmetros genéticos em duas populações de milho (*Zea mays* L.). *Relat. Ci. Inst. Genét. Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz*, 11:33-37, 1977.
5. CROSS, H. Z. & ZUBER, M.S. Interrelationships among plant height, number of leaves, and flowering dates in maize. *Agron. J.*, 65:71-74, 1973.
6. CRUZ, C.D., MIRANDA, J. E. C. & COSTA, C.P. Correlações, efeitos diretos e indiretos de caracteres agronômicos sobre a produção de pimentão (*Capsicum annum* L.). *Rev. Brasil. Genet.*, 11:921-928, 1988.
7. CRUZ, C. D. & REGAZZI, A. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa, UFV, Impr. Univ., 1994. 390p.

QUADRO 3 - Grupos de isolados que proporcionaram interação cultivares x isolados não-significativa para a característica vigor da planta, aos 10, 20, 30 e 40 dias após a inoculação das plântulas com o *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis*

Grupos	Isolados ¹	QM (G x A)	F
----- Avaliação 1 -----			
I	CHMG 101, 105, CH 31, CHMG 102, 104, 103, 106, CH 40, 43, CHMG 108 e CH 08	0,114	1,24
----- Avaliação 2 -----			
I	CHMG 102, 103, 104, 101, CH 31, CHMG 105 e 109	0,087	0,65
II	CH 08, 40 e CHMG 108	0,198	1,48
----- Avaliação 3 -----			
I	CH40, 43, CHMG 108 e CH 08	0,200	1,48
II	CH 31 e CHMG 103	0,107	0,79
III	CHMG 102 e 105	0,209	1,54
IV	CHMG 103 e 109	0,261	1,93
V	CHMG 103 e 105	0,262	1,94
----- Avaliação 4 -----			
I	CHMG 101, 103, CH 31, CHMG 104, 102, 105 e 109	0,184	1,06
II	CH 43 e CHMG 108	0,121	0,69
III	CH 08, 40 e 43	0,263	1,51
IV	CHMG 105, e 106	0,182	1,05

1. Isolados com comportamento similar, em relação aos nove cultivares.

QUADRO 4 - Grupos de isolados que proporcionaram interação cultivares x isolados não-significativa para a característica extensão da lesão, aos 10, 20, 30 e 40 dias após a inoculação das plântulas com o *Dia-portha phaseolorum* f.sp. *meridionalis*

Grupos	Isolados ¹	QM (G x A)	F
----- Avaliação 1 -----			
I	CHMG 102, 104, 105, CH 31, CHMG 101, CH 43, CHMG 103, 108, CH 40, CHMG 106 e CH 08	0,047	0,58
----- Avaliação 2 -----			
I	CH 31, CHMG 101, 104, 102, 103, 105, CH 08 e 40	0,162	1,27
II	CH 43 e CHMG 108	0,169	1,33
III	CHMG 105 e 106	0,248	1,95
----- Avaliação 3 -----			
I	CH 40, CHMG 108, CH 43, 08 CHMG 102	0,184	1,45
II	CHMG 105, 106 e 101	0,182	1,43
III	CH 31 e CHMG 103	0,162	1,27
IV	CHMG 102 e 105	0,224	1,76
V	CHMG 103 e 105	0,226	1,78
----- Avaliação 4 -----			
I	CHMG 101, 105, 102, 103, CH 31 e CHMG 104	0,153	1,05
II	CH 08, 40, 43 e CHMG 108	0,178	1,22
III	CHMG 105 e 106	0,149	1,02
IV	CH 08 e CHMG 105	0,248	1,70
V	CHMG 101 e 106	0,258	1,76

1. Isolados com comportamento similar, em relação aos nove cultivares.

significativa para as características vigor da planta e extensão da lesão. O Quadro 3 revelou, para a característica vigor da planta, que os isolados CHMG 107 e CHMG 109, na primeira avaliação; CH 43 e CHMG 107, na segunda avaliação; CHMG 101, CHMG 104, CHMG 106, e CHMG 107, na terceira avaliação; e CHMG 107, na quarta avaliação, proporcionaram resposta diferente entre os cultivares. Todavia, para a característica extensão da lesão (Quadro 4), houve concordância com as duas primeiras avaliações, quando comparada com o Quadro 3, enquanto para terceira e quarta avaliações os isolados que proporcionaram resposta diferencial entre os cultivares foram CHMG 104, CHMG 107 e CHMG 109; e CHMG 107 e CHMG 109, respectivamente. Com tendência de serem os menos virulentos aos cultivares, entretanto, para os demais isolados, os cultivares comportaram-se de maneira similar, podendo esses isolados serem os mais virulentos.

3.3. Agrupamento de Cultivares

Os resultados inerentes ao agrupamento de cultivares que proporcionaram interação cultivares \times isolados não-significativa após as quatro avaliações, para as características estudadas, encontram-se nos Quadros 5 e 6.

Para a característica vigor da planta (Quadro 5), verificou-se que os cultivares FT-Cristalina, na primeira avaliação; UFV-15, IAC-8 e FT-11, na segunda; IAC-8 e FT-11, na terceira; e FT-Cristalina, UFV-10, UFV-15, IAC-8 e FT-11, na quarta avaliação, proporcionaram comportamento diferente para os isolados testados, indicando serem esses cultivares, os suscetíveis. Já, os demais cultivares proporcionaram comportamento similar para os isolados e podem ser utilizados como fonte de resistência ao cancro-da-haste. Todavia, os resultados apresentados no Quadro 6 enfatizam que, para a característica extensão da lesão, na primeira avaliação, os isolados comportaram-se de maneira similar em relação a todos os cultivares. No entanto, a partir da segunda avaliação já ocorreu uma discriminação maior dos cultivares considerados suscetíveis ao cancro-da-haste, dentre os quais destacaram-se IAC-8 e FT-11, na segunda avaliação; UFV-15, IAC-8 e FT -11, na terceira; e FT-Cristalina , UFV-10 e IAC-8, na quarta avaliação, enquanto os demais podem ser classificados como fontes de resistência ao cancro-da-haste.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Estudou-se o comportamento de nove cultivares de soja em relação a 13 isolados de *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis*, em condições

QUADRO 5 - Grupos de cultivares que proporcionaram interação cultivares x isolados não-significativa para a característica vigor da planta, aos 10, 20, 30 e 40 dias após a inoculação das plântulas com o *Dia-portha phaseolorum* f.sp. *meridionalis*

Grupos	Cultivares ¹	QM (G x A)	F
----- Avaliação 1 -----			
I	Doko, Doko-RC, FT-Estrela, IAC-8, FT-11 e Primavera	0,119	1,30
II	UFV-10 e UFFV-15	0,161	1,75
----- Avaliação 2 -----			
I	Doko, Doko-RC, FT-Estrela e Primavera	0,105	0,79
----- Avaliação 3 -----			
II	FT-Cristalina, UFFV-10	0,113	0,84
----- Avaliação 4 -----			
I	Doko, Doko-RC, FT-Estrela e Primavera	0,100	0,74
II	FT-Cristalina e UFFV-10	0,136	1,01
III	UFFV-10 e UFFV-15	0,219	1,62
----- Avaliação 4 -----			
I	Doko, Doko-RC, FT-Estrela e Primavera	0,100	0,58

1. Cultivares com comportamento similar, em relação aos 13 isolados.

QUADRO 6 - Grupos de cultivares que proporcionaram interação cultivares x isolados não-significativa para a característica extensão da lesão, aos 10, 20, 30 e 40 dias após a inoculação das plântulas com o *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis*

Grupos	Cultivares ¹	QM (G x A)	F
----- Avaliação 1 -----			
I	Doko, Doko-RC, FT-11, IAC-8, FT-Estrela e FT-Cristalina	0,104	1,30
II	FT-Estrela, Primavera e UFV-10	0,118	1,48
III	UFV-10 e UFV-15	0,062	0,78
IV	UFV-15 e Primavera	0,118	1,48
V	UFV-10 e IAC-8	0,134	1,68
----- Avaliação 2 -----			
I	Doko, Doko-RC, FT-Estrela e Primavera	0,113	0,88
II	UFV-10 e UFV-15	0,164	1,28
III	FT-Cristalina e UFV-10	0,182	1,43
----- Avaliação 3 -----			
I	Doko, Doko-RC, FT-Estrela e Primavera	0,109	0,86
II	FT-Cristalina e UFV-10	0,158	1,24
----- Avaliação 4 -----			
I	Doko, Doko-RC, FT-Estrela e Primavera	0,104	0,72
II	UFV-15 e IAC-8	0,235	1,61

1. Cultivares com comportamento similar, em relação aos 13 isolados.

de casa de vegetação adaptada com nebulizadores, no período de setembro a novembro de 1993. Avaliou-se a reação dos cultivares aos isolados por meio da inoculação artificial do patógeno, utilizando a técnica do palito colonizado com micélio do fungo. Foram avaliadas as características vigor da planta e extensão da lesão, por meio da análise de agrupamento de cultivares e de isolados, em que se estimou a soma de quadrados para a interação entre cultivares e pares de isolados e vice-versa; posteriormente foram agrupados aqueles isolados e os cultivares cuja interação foi não-significativa, empregando a estratificação. O estudo permitiu concluir que existe variabilidade entre os cultivares de soja e entre os isolados de *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis*; e isso ficou mais evidente a partir dos 30 dias de inoculação das plântulas, quando se verificou com mais segurança os cultivares resistentes e os suscetíveis e os isolados com maior e menor virulência.

5. SUMMARY

(RESISTANCE EVALUATION OF SOYBEAN (*Glycine max* (L.) Merrill) CULTIVARS INOCULATED WITH DIFFERENT ISOLATES OF *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis*, RESPONSIBLE FOR STEM CANCER, BY USING STRATIFICATION)

The response of nine soybean cultivars to 13 isolates of *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis* was studied in a greenhouse adapted with a vaporizer, during the period of September-November 1993. Artificial inoculation of the pathogen was performed using the toothpick method. Plant vigor and lesion extension were evaluated, through analysis of groups of cultivars and isolates; the square sum of the interaction between cultivars and pairs of isolates, and vice versa, was estimated and, those whose interaction was non-significant, were grouped by using stratification. This study indicated variability among the cultivars and among the isolates of *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis*. This became more evident after 30 days from seedling inoculation, after the resistant and susceptible cultivars and the most and least virulent isolates were more accurately identified with more security.

6. LITERATURA CITADA

1. BACKMAN, P.A.; WEAVER, D.B. & MORGAN-JONES, G. Etiology, epidemiology and control of stem canker. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3, IOWA, 1984. *Proceedings...* Boulder, Westview Press, 1985. p.589-597.
2. COSTA, J.A. & MARCHEZAN, E. *Características dos estádios de desenvolvimento da soja*. Campinas, Fundação Cargill, 1982. 30p.

3. CRALL, J.M. A toothpick method of inoculation. *Phytopathology*, 42:5-6, 1952.
4. CRUZ, C.D. & REGAZZI, A.J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa, MG, UFV, Impr. Univ., 1994. 390p.
5. FEHR, W.R.; CAVINESS, S.E.; BURMOOD, D.T. & PENNINGTON, J.S. Stage of development descriptions for soybeans, *Glycine max* (L.) Merrill. *Crop Sci.*, 11:929-931, 1971.
6. GOMES, J.L.L.; SEDIYAMA, T.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; ROCHA, V.S.; OLIVEIRA, A.B. de; BHERING, M.C.; TEIXEIRA, R. de C.; DUTRA, J.C.; BRITO, S.A. de; FRONZA, V. & VILARINHO, F.M.A. *Cancro da haste da soja: Doença causada pelo fungo Diaporthe phaseolorum f.sp. meridionalis*. Capinópolis, Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro (CEPET), 1994. 53p. (Boletim Técnico, 7).
7. KEELING, B.L. A seedling test for resistance to soybean stem canker caused by *Diaporthe phaseolorum* var. *caulivora*. *Phytopathology*, 77:807-809, 1982.
8. ROESSING, A.C. Cancro ataca 2,5 milhões de hectares. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 23 maio 1995. p.3. (Agrofolha).
9. SILVA, J.L. da. Prejuízo na soja pode chegar a R\$ 60 milhões. *O Popular*, Goiânia, 16 abr. 1995. p.4. (Economia).
10. SINCLAIR, J.B. *Compendium of soybean diseases*. St. Paul. The American Phytopathology Society, 1982. 104p.
11. SINCLAIR, J.B. & BACKMAN, P.A. *Compendium of soybean diseases*. 3. ed., St Paul, APS, 1989. 155p.
12. SINCLAIR, J. B. & SHURTLEFF, M.C. *Compendium of soybean diseases*. St. Paul. The American Phytopathology Society, 1975. 69p.
13. WEAVER, D.B.; SEDHON, S.A.; SMITH, E.P. & BACKMAN, P.A. Field and greenhouse evaluations of stem canker resistance in soybean. *Crop Sci.*, 28:626-630, 1988.
14. YORINORI, J.T. *Cancro da haste da soja*. Londrina, EMBRAPA CNPSo, 1990. 7p. (Comunicado Técnico, 44).
15. YORINORI, J.T. Metodologia de produção de *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis*. *Fitopatol. Bras.*, 16:58, 1991. (Resumo).
16. YORINORI, J.T. Principais doenças da cultura da soja e estratégias de controle. Londrina, EMBRAPA-CNPSo. *Fitopatol. Bras.*, 20:276-277, 1995. (Suplemento).
17. ZUFFO, N. Doenças reduzem safra de soja no Mato Grosso do Sul. *Folha de São Paulo*, 18 abr. 1995. p.1. (Agrofolha).