

Resistência à ferrugem asiática da soja em genótipos do Japão e do Nordeste da China

André Luiz de Lima Passianotto^{1,2}; L. M. Nogueira^{1,2}; D. C. G. da Silva^{1,2,3}; Ricardo Vilela Abdelnoor²; Alexandre Lima Nepomuceno²; N. Yamanaka^{2,4}. ¹Fundação Faculdades Luiz Meneghel - FFALM, Bandeirantes, PR, andre@cnpso.embrapa.br; ²Embrapa Soja; ³Universidade Estadual Paulista, UNESP-Jaboticabal; ⁴Japan International Research Center for Agricultural Sciences - JIRCAS.

Introdução

A ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* Sydow & Sydow, é atualmente a doença mais devastadora que afeta a produção de soja em regiões tropicais e subtropicais (AVRDC, 1992). Desde seu aparecimento no Brasil, em 2001, esta doença tem causado sérias reduções nos rendimentos da cultura. Perdas de produtividade maiores que 75% já foram observadas quando nenhuma medida de controle da doença foi aplicada (Yorinori et al., 2005).

Até o momento, não existem cultivares resistentes a ferrugem asiática no Brasil e o único método de controle da doença é a aplicação de fungicidas, os quais são nocivos ao meio ambiente e oneram substancialmente a produção. Portanto, é imprescindível a identificação de materiais e o desenvolvimento de variedades resistentes. Quatro genes de resistência à ferrugem asiática foram descritos na literatura: *Rpp1*, *Rpp2*, *Rpp3* e *Rpp4* (Bromfield e Hartwig 1980, Mclean e Bith 1980, Hartwig e Bromfield 1983, Hartwig 1986). Genes de resistência também foram identificados em cultivares brasileiras, como a FT-2 (Arias et al., 2004). Quando a doença foi primeiramente detectada no Brasil todos estes genes eram efetivos. Entretanto, em 2003, uma nova raça de *P. pachyrhizi* quebrou a resistência conferida pelos genes *Rpp1*, *Rpp3* e pelo locus da cultivar FT-2.

A alta variabilidade genética do fungo causador da doença e a tendência de quebra rápida de resistência são as principais causas da atual necessidade de se encontrar novas fontes de resistência ou tolerância. Estudos

moleculares prévios mostraram que genótipos originados do Japão e do nordeste da China apresentam alta diversidade genética entre si e uma relação distante com genótipos brasileiros (Yamanaka et al., 2005). Assim, esses materiais poderiam contribuir para aumentar a variabilidade genética da soja no Brasil. O objetivo deste estudo foi identificar fontes de resistência ou tolerância à ferrugem asiática entre genótipos de soja (*Glycine max*) de origem japonesa e chinesa.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na estação experimental da Embrapa Soja, em Londrina, Paraná, de novembro de 2005 a maio de 2006. Foram avaliadas de 5 a 16 repetições de 225 variedades provenientes do Nordeste da China, 38 variedades japonesas e 5 variedades de resposta conhecida a ferrugem asiática, para serem utilizadas como padrão de resistência e suscetibilidade: a cultivar suscetível BRS154 e as variedades portadoras de genes de resistência PI200492 (*Rpp1*), PI230970 (*Rpp2*), PI462312-Ankur (*Rpp3*) e PI459025 (*Rpp4*). Os genótipos chineses foram previamente caracterizados quanto a 20 características importantes como peso de 100 grãos, teor de proteína e lipídios, período de florescimento e maturação, resistência a doenças e insetos, entre outros (Yamanaka e Okabe, 2005).

As sementes foram germinadas em câmara de germinação e transplantadas para vasos plásticos em casa de vegetação. A inoculação foi realizada em estágio V4 mediante a aplicação de uma suspensão de esporos em água + 0,5% de *tween20*, em uma concentração de 105.000 esporos/mL. Dezenove dias após a inoculação as plantas foram avaliadas quanto a: coloração das lesões, sendo a coloração castanho-clara (do inglês *light tan* ou TAN), característica de genótipos suscetíveis, e a coloração marrom-avermelhada (do inglês *reddish-brown* ou RB), características de genótipos resistentes; percentual de esporulação analisado através de uma tabela diagramática (Godoy, 2005); grau de esporulação, sendo os genótipos classificados como portadores de nenhuma, pouca ou muita esporulação, e; presença ou ausência de amarelecimento precoce e abscisão foliar. Para confirmar os resultados desta avaliação, um segundo experimento foi montado em câmara de crescimento utilizando as sementes dos genótipos avaliados

no primeiro experimento e classificados como resistentes ou tolerantes. Os mesmos critérios e procedimentos adotados no primeiro experimento foram utilizados no segundo.

Resultados

Os resultados do primeiro experimento mostraram que nenhum dos 263 genótipos apresentou imunidade ou fenótipo com lesões RB sem formação de esporos e urédia (Tabela 1). Entretanto, foram identificados seis genótipos chineses e um japonês que apresentaram lesões RB com formação de esporos e urédia e dois genótipos chineses que apresentaram lesões TAN, mas não tiveram amarelecimento precoce e abscisão prematura de folhas devido à doença (Tabela 1). Os outros 254 genótipos foram suscetíveis à ferrugem, apresentando os sintomas típicos da doença e lesões tipo TAN (Tabela 1). No segundo experimento, algumas das variedades não puderam ser avaliadas por dificuldade de germinação e indisponibilidade de sementes. Os resultados da avaliação do primeiro experimento foram confirmados em relação à coloração de lesões para todas as variedades, exceto a QingDou (Tabela 2). Em relação à quantidade de lesões e ao grau de esporulação, houve diferenças entre o primeiro e o segundo experimento para todas as variedades avaliadas (Tabela 2). Tais diferenças podem ser certamente atribuídas a diferenças de pressão de inóculo entre os dois experimentos. Em relação ao amarelecimento precoce e abscisão

Tabela 1. Reação de 38 variedades japonesas e 225 variedades chinesas ao fungo *P. pachyrhizi*.

Categoria	Nº de variedades	
	Japão	China
Ausência de lesões (reação imune)	0	0
Presença de lesões RB, sem urédias e esporulação	0	0
Presença de lesões RB, com urédias e esporulação	1	6
Presença de lesões TAN, sem amarelamento e abscisão foliar	0	2
Presença de lesões TAN, com amarelamento e abscisão foliar	37	217
Total	38	225

Tabela 2. Resultados das avaliações de lesões foliares causadas por infecção com ferrugem asiática da soja em variedades do Japão e nordeste da China. Estão apresentados nesta tabela apenas os resultados das avaliações dos genótipos que se apresentaram resistentes ou tolerantes na primeira avaliação e dos genótipos utilizados como padrão de resistência e suscetibilidade.

Genótipo	Origem	1ª Avaliação de lesões			2ª Avaliação de lesões			Caráter		
		Cor	Quantidade	Esporulação	APAF	Cor	Quantidade		Esporulação	APAF
XiaoJinHuang	NEC	RB	2%	Pouca	o	RB	2%	Pouca	o	Res
NiuMaoHuang	NEC	RB	2%	Nenhuma	o	RB	18%	Muita	o	Res
QingDou	NEC	RB	18%	Muita	o	TAN	2%	Média	o	Res
DaBaiQi	NEC	RB	2%	Pouca	o	RB	7%	Muita	o	Res
6611	NEC	RB	2%	Pouca	o	RB	2%	Muita	o	Res
Himeshirazu	JP	RB	2%	Pouca	o	RB	2%	Muita	o	Res
LuPiDou	NEC	TAN	2%	Muita	x	TAN	2%	Média	x	Ptol
HeiDou	NEC	TAN	2%	Muita	x	TAN	7%	Muita	x	Ptol
DaLiZi	NEC	RB	18%	Nenhuma	o	RB	7%	Pouca	o	Res
PI200492 (Rpp1)		TAN	2%	Pouca	o	I		I	I	Sus
PI230970 (Rpp2)		RB	2%	Pouca	o	RB	2%	Pouca	o	Res
PI462312 (Rpp3)		TAN	2%	Pouca	o	I		I	I	Sus
PI459025 (Rpp4)		RB	7%	Pouca	o	RB	2%	Nenhuma	o	Res
BRS154	BR	TAN	2%	Pouca	o	TAN	2%	Muita	o	Sus

APAF: Amarelecimento precoce e abscisão foliar; NEC: Nordeste da China; JP: Japão; BR: Brasil; o - presença; x - ausência; I - não foi possível avaliar; Res: resistente; Ptol: possível tolerante; Sus: suscetível

foliar prematura, foram confirmados todos os resultados (Tabela 2). Entre as variedades classificadas como resistentes e tolerantes foi possível identificar duas que foram mais promissoras: a DaLiZi, por apresentar lesões RB de baixa esporulação e a LuPiDou por apresentar poucas lesões TAN de moderada a alta esporulação sem contudo amarelecimento precoce e abscisão foliar prematura. Estes resultados indicam que tais variedades poderão ser importantes fontes de resistência vertical e tolerância, respectivamente. Entretanto, para confirmar o potencial de tolerância apresentado pela LuPiDou, avaliações de produtividade com e sem a aplicação de fungicidas em situação de infecção com ferrugem asiática deverão ser realizadas.

Conclusão

A maioria dos genótipos selecionados para avaliação foram caracterizados como suscetíveis para *Phakopsora pachyrhizi*. Entretanto, foram encontrados materiais importantes sob o ponto de vista de seu potencial como fonte de resistência ou tolerância. Espera-se que estes genótipos ajudem a aumentar a variabilidade genética existente nas cultivares brasileiras mediante sua utilização em programas de melhoramento.

Referências

- Asian Vegetable Research and Development Center, 1992. Annotated bibliography of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow). AVRDC (Asian Veg. Res. Dev. Cent.) Library Bibliography Series 4-1. Publication No. 92-372.
- ARIAS, C. A. A.; RIBEIRO, A. S.; YORINORI, J. T.; BROGIN, R. L.; OLIVEIRA, M. F.; TOLEDO, J. F. F., 2004. Inheritance of resistance of soybean to rust (*Phakopsora pachyrhizi* Sydow). In: F. Moscardi *et al.* (Ed.), Abstracts of Contributed Papers and Posters, VII World Soybean Research Conference, Embrapa Soybean, Londrina, p. 100.
- BROMFIELD, K. R.; HARTWIG, E. E., 1980. Resistance to soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) and mode of inheritance. *Crop Science* 20: 254-255.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. *Fitopatologia Brasileira* 31: 063-068.2006.

HARTWIG, E. E., 1986. Identification of a fourth major gene conferring resistance to soybean rust. *Crop Science* 26: 1135-1136.

HARTWIG, E. E.; BROMFIELD, K. R., 1983. Relationships among three genes conferring specific resistance to rust in soybeans. *Crop Science* 23: 237-239.

MCLEAN, R. J.; BYTH, D., 1980. Inheritance of resistance to rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in soybean. *Australian Journal of Agricultural Research* 31: 951-956.

YAMANAKA, N.; SATO, H.; YANG, Z.; XU, D. H.; CATELLI, L. L.; ARIAS, C. A. A.; ABDELNOOR, R. V.; NEPOMUCENO, A. L., 2005. Genetic relationship of three soybean germplasms revealed by SSR markers. 51º Congresso Brasileiro de Genética, pp 595.

YAMANAKA, N.; OKABE, A., 2005. Evaluation and utilization of soybean genetic resources in Northeast China and development of novel soybean breeding materials using new technology. JIRCAS Working Report 42: 77-87

YORINORI, J. T, PAIVA, W. M.; FREDERICK, R. D.; COSTAMILAN, L. M.; BERTAGNOLI, P. F.; HARTMAN, G. L.; GODOY, C. V.; NUNES, J. J., 2005. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. *Plant Disease* 89: 75-677.