



**UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA**

LARISSA DI CÁSSIA LAPERUTA

**“TESTE DE ALELISMO PARA GENES DE RESISTÊNCIA À
FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA”**

Londrina
2007

LARISSA DI CÁSSIA LAPERUTA

**“TESTE DE ALELISMO PARA GENES DE RESISTÊNCIA À
FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Genética e Biologia Molecular da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Genética e Biologia Molecular.

Orientador: Dr. Carlos Alberto Arrabal Arias

Londrina
2007

LARISSA DI CÁSSIA LAPERUTA

**“TESTE DE ALELISMO PARA GENES DE RESISTÊNCIA À
FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em Genética e Biologia Molecular da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Genética e Biologia Molecular.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Antonio Eduardo Pípolo
(Embrapa Soja)

Profa. Dra. Rosângela Maria Pinto Moreira
(Universidade Estadual de Londrina)

Dr. Carlos Alberto Arrabal Arias
(Embrapa Soja / Orientador)

Londrina, 5 de fevereiro de 2007.

*“Ninguém pode construir em teu lugar as pontes
que precisarás passar para atravessares
o rio da vida – ninguém,
exceto tu, só tu.”*

(Friedrich Nietzsche)

*“Se o duro combate aos fracos abate,
Aos fortes, aos bravos,
Só pode exaltar”*

(Gonçalves Dias)

DEDICO

Aos meus pais

*Ieda Borgato Laperuta
e André Rogerio Laperuta*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Ieda Borgato Laperuta e André Rogerio Laperuta, que sempre foram a base para todas as minhas conquistas. A vocês, minha eterna gratidão e amor.

À minha irmã Natália DI Paula Laperuta, pela amizade sem fim e pelo constante incentivo durante esses dois anos.

Ao meu irmão Conrado André Laperuta, pelo apoio e amizade.

Aos amigos Carolina Fazian Ige Gondo, David Menegon, Juliana Carriel Prado e Karina Salomão Ferrari, pelo incentivo e interesse mesmo à distância.

À pessoa que sempre me apoiou de todas as formas possíveis, Pedro Henrique Braga Pierozzi, pela convivência, carinho, respeito, amor, amizade e principalmente pela paciência. Tudo seria muito mais difícil sem você.

Ao pesquisador e orientador Dr. Carlos Alberto Arrabal Arias, pelo exemplo de profissionalismo, pelos ensinamentos e dedicação.

Aos pesquisadores da Embrapa Soja, José Francisco Ferraz de Toledo e Leones Alves de Almeida pelas sugestões e auxílio no desenvolvimento do trabalho.

Aos colegas Aliny Simony Ribeiro e Breno Francovig Rachid pela ajuda e contribuição.

Às secretárias Mabel Nakai e Maria Sueli Miranda, por toda a ajuda, pelo carinho, pela atenção e paciência.

À equipe de Melhoramento, principalmente Paulo Roberto Choucino Andregretti e Rogério Matsuo Omura, pelo auxílio prestado.

À amiga Lizandra Lucy Catelli, pela convivência, pela ajuda, pela amizade e pelos ensinamentos.

Aos professores do curso, em especial Profa. Dra. Rosângela Maria Pinto Moreira e Prof. Dr. Josué Maldonado Ferreira, pelos ensinamentos e pelo exemplo de profissionalismo durante o Estágio Docência.

À Coordenação do curso de Mestrado em Genética e Biologia Molecular e à Universidade Estadual de Londrina.

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Soja – Embrapa Soja, pelo auxílio e pela disponibilidade de realização do trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

LAPERUTA, Larissa Di Cássia. **Teste de alelismo para genes de resistência à ferrugem asiática da soja.** 2007. 95f. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

RESUMO

Atualmente, o Brasil figura como o segundo produtor mundial de soja (*Glycine max*), ficando atrás somente dos Estados Unidos. No Brasil, a recente incidência da ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, é motivo de grande preocupação tanto para produtores da oleaginosa como para pesquisadores em virtude do grande potencial de danos e de redução na produtividade da cultura. Existem relatos na literatura de quatro genes dominantes para resistência à ferrugem da soja, denominados Rpp1, Rpp2, Rpp3 e Rpp4, identificados em introduções de plantas (PIs) e cultivares. No Brasil, a resistência conferida pelos genes Rpp1 e Rpp3 foi quebrada com o isolado proveniente do Mato Grosso, em 2003. A identificação de genótipos de soja portadores de novos genes de resistência é primordial para que se desenvolvam estratégias de controle à ferrugem através de variedades resistentes. O presente estudo teve como objetivo realizar testes de alelismo para genes de resistência à ferrugem asiática presentes em fontes do banco de germoplasma da soja, em relação aos genes já descritos na literatura. Para tanto, 33 genótipos, identificados como portadores de resistência à ferrugem asiática, foram cruzados com a PI 230970 (portadora do gene de resistência Rpp2) e PI 459025 (portadora do gene de resistência Rpp4), cuja resistência ainda não foi quebrada. As gerações parentais e F2 derivadas desses cruzamentos foram avaliadas em casa-de-vegetação. As plantas foram inoculadas com uma concentração de $2,5 \times 10^4$ esporos por mL de solução e treze dias após essa inoculação foram realizadas três avaliações, uma a cada semana, classificando-se a reação de resistência (lesões RB) ou suscetibilidade (lesões TAN). Com base no padrão de segregação para as classes resistente e suscetível na geração F2, foi aplicado o teste de qui-quadrado para averiguar as hipóteses de segregação independente dos genes ou de alelos pertencentes ao mesmo loco. Verificou-se que as PI 197182, PI 230971 e PI 417125 possuem o gene de resistência presente no loco Rpp2. As fontes GC 84058-21-4, PI 408251, PI 379618 TC1, Nova Santa Rosa, PI 203398 (Abura), PI 423966, PI 416764, PI 417115, GC 84051-9-1, PI 398526, PI 416819, PI 339866, PI 340050, PI 417503, PI 417421, PI 203406, FT 87-17893, PI 417074, PI 408205, GC 84058-18-4, PI 416810, PI 200487 (Kinoshita) e PI 423962 (Hyuuga) possuem genes de resistência à doença presentes em locos diferentes em relação a Rpp2 e Rpp4. No caso dos genótipos PI 398513, PI 407912, PI 398507, PI 398781, PI 398561 e IPB 77-257, verificou-se que tiveram sua resistência quebrada pelo fungo. Para a fonte BR 86-448 não foi possível chegar a uma conclusão, sendo necessário que se realizem mais estudos com essa fonte de resistência.

Palavras-chave: *Glycine max*. *Phakopsora pachyrhizi*.

LAPERUTA, Larissa Di Cássia. **Teste de alelismo para genes de resistência à ferrugem asiática da soja.** 2007. 95f. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2007.

ABSTRACT

Nowadays, Brazil is the second soybean (*Glycine max*) producer worldwide, falling behind only the United States. The recent incidence of soybean Asiatic rust in Brazil, caused by the fungus *Phakopsora pachyrhizi*, is a subject of great apprehension to the farmers and researchers as a consequence of its potential to cause damage and yield losses in soybean. There are four dominant genes described in literature, called Rpp1, Rpp2, Rpp3 and Rpp4, identified into soybean plant introductions (PIs) and varieties. In Brazil, a new isolate of the fungus emerged from Mato Grosso State in 2003, and broke the resistance expressed by the genes Rpp1 and Rpp3. The development of strategies of rust control including resistant varieties depends on identifying soybean genotypes carrying new resistance genes. The current study aimed to make allelism tests between the rust resistance genes identified into the soybean germplasm in Brazil and the resistance genes described in the literature. A group of 33 genotypes, identified as having resistance to Asiatic rust, was crossed to PI 230970 (with the Rpp2 resistance gene) and PI 459025 (with the gene Rpp4), the two PIs which resistance was not broken by the fungus. Plants from parental and F2 generations derived from the crosses were inoculated with a suspension of $2,5 \times 10^4$ spores mL⁻¹ in the greenhouse. Three evaluations were performed weekly, beginning 13 days after the inoculation, and plants were classified according to its reaction as resistant (showing RB lesions) or susceptible (TAN reaction). A chi-square test was applied on the segregation ratio of resistant and susceptible classes obtained in the F2 generation to verify the hypotheses of independent segregation of genes or of alleles belonging to the same locus. The genotypes PI 197182, PI 230971 and PI 417125 showed to have one resistant gene in the Rpp2 locus. The resistance sources GC 84058-21-4, PI 408251, PI 379618 TC1, Nova Santa Rosa, PI 203398 (Abura), PI 423966, PI 416764, PI 417115, GC 84051-9-1, PI 398526, PI 416819, PI 339866, PI 340050, PI 417503, PI 417421, PI 203406, FT87-17893, PI 417074, PI 408205, GC 84058-18-4, PI 416810, PI 200487 (Kinoshita) and PI 423962 (Hyuuga) have resistance genes placed out of Rpp2 and Rpp4 loci. The genotypes PI 398513, PI 407912, PI 398507, PI 398781, PI 398561 and IPB 77-257 had their resistance broken by the fungus. The results for the genotype BR 86-448 do not allow any conclusion and more studies are necessary with this resistance source.

Keywords: *Glycine max*. *Phakopsora pachyrhizi*.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Segregação das populações F2 dos cruzamentos de cada uma das fontes com a PI 230970 e PI 459025, com número total de plantas avaliadas (N), número de plantas apresentando lesões RB e TAN observadas, proporção teórica ($P > 0,05$) aceita pelo teste de qui-quadrado e valores de qui-quadrado (χ^2), nas segundas e terceiras avaliações realizadas no 1º experimento.....38
- Tabela 2** – Segregação das populações F2 dos cruzamentos de cada uma das fontes com a PI 230970 e PI 459025, com número total de plantas avaliadas (N), número de plantas apresentando lesões RB e TAN observadas, proporção teórica ($P > 0,05$) aceita pelo teste de qui-quadrado e valores de qui-quadrado (χ^2), nas segundas e terceiras avaliações realizadas no 2º experimento.....40
- Tabela 3** – Resultados gerais e conclusões do teste de alelismo48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1 SOJA (<i>Glycine max</i>).....	17
2.2 FERRUGEM ASIÁTICA.....	19
2.2.1 Histórico	19
2.2.2 Hospedeiros Alternativos.....	20
2.2.3 Epidemiologia.....	21
2.2.4 Sintomas	22
2.3 CONTROLE	23
2.3.1 Manejo na entressafra e controle da época de semeadura.....	23
2.3.2 Monitoramento da Lavoura.....	24
2.3.3 Controle Químico	25
2.3.4 Variedades Resistentes/Tolerantes.....	26
3 OBJETIVOS	29
4 ARTIGO	30
4.1 TESTE DE ALELISMO PARA GENES DE RESISTÊNCIA À FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA.....	30
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	51
ANEXOS	57
ANEXO 1 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 197182.....	58
ANEXO 2 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 197182.....	58
ANEXO 3 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 230971.....	59

ANEXO 4 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 230971.....	60
ANEXO 5 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 417425.....	61
ANEXO 6 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 417425.....	61
ANEXO 7 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x GC 84058-21-4	62
ANEXO 8 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x GC 84058-21-4	62
ANEXO 9 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 408251.....	63
ANEXO 10 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 408251.....	63
ANEXO 11 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 379618 TC1	64
ANEXO 12 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 379618 TC1	64
ANEXO 13 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x Nova Santa Rosa.....	65
ANEXO 14 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x Nova Santa Rosa.....	65
ANEXO 15 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 203398 (Abura).....	66
ANEXO 16 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 203398 (Abura).....	66
ANEXO 17 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 423966.....	67
ANEXO 18 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 423966.....	67
ANEXO 19 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 416764.....	68
ANEXO 20 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 416764.....	68

ANEXO 21 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 417115.....	69
ANEXO 22 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 417115.....	69
ANEXO 23 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x GC 84051-9-1	70
ANEXO 24 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x GC 84051-9-1	71
ANEXO 25 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 398526.....	72
ANEXO 26 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 398526.....	72
ANEXO 27 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 416819.....	73
ANEXO 28 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 416819.....	74
ANEXO 29 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 339866.....	75
ANEXO 30 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 339866.....	75
ANEXO 31 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 340050.....	76
ANEXO 32 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 340050.....	76
ANEXO 33 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 417503.....	77
ANEXO 34 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 417503.....	77
ANEXO 35 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 417421.....	78
ANEXO 36 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 417421.....	78
ANEXO 37 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 203406.....	79

ANEXO 38 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 203406.....	79
ANEXO 39 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x FT 87-1789	80
ANEXO 40 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x FT 87-17893	80
ANEXO 41 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 417074.....	81
ANEXO 42 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 417074.....	81
ANEXO 43 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 408205.....	82
ANEXO 44 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 408205.....	82
ANEXO 45 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x GC 85058-18-4	83
ANEXO 46 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x GC 85058-18-4	84
ANEXO 47 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 416810.....	85
ANEXO 48 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 416810.....	85
ANEXO 49 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 200487 (Kinoshita).....	86
ANEXO 50 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 200487 (Kinoshita).....	87
ANEXO 51 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 423962 (Hyuuga).....	88
ANEXO 52 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 423962 (Hyuuga).....	88
ANEXO 53 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 398513.....	89
ANEXO 54 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 398513.....	89

ANEXO 55 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 407912.....	90
ANEXO 56 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 407912.....	90
ANEXO 57 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 398507.....	91
ANEXO 58 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 398507.....	91
ANEXO 59 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 398781.....	92
ANEXO 60 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 398781.....	92
ANEXO 61 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x PI 398561.....	93
ANEXO 62 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x PI 398561.....	93
ANEXO 63 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x IPB 77-257	94
ANEXO 64 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x IPB 77-257	94
ANEXO 65 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 230970 x BR 86-448	95
ANEXO 66 – Segregação da população F2 do cruzamento PI 459025 x BR 86-448	95

1 INTRODUÇÃO

A ferrugem asiática da soja tem sido motivo de grande preocupação, tanto por parte de pesquisadores quanto de produtores de soja em todo o mundo, devido ao elevado potencial de danos que o patógeno responsável por essa doença pode causar em lavouras comerciais. Perdas variando de 10% a 80% já foram registradas sob condições experimentais, em vários países asiáticos e na Austrália (OGLE *et al.*, 1979). Estimativas de perdas causadas pela ferrugem, a campo, na China e na Indonésia foram reportadas por Wrather *et al.* (1997). Após a primeira constatação no Paraguai e no estado do Paraná, em 2001, a ferrugem asiática espalhou-se rapidamente por todo o Brasil, Paraguai, Bolívia e partes da Argentina (YORINORI *et al.*, 2004).

Na safra 2003/2004 o volume da perda de soja por ferrugem foi estimado em 4.592.728t, correspondendo a US\$ 1.224.972.494,73 (US\$ 266,72/t). Os gastos com controle químico (fungicidas e despesas com aplicação) atingiram US\$ 860.055.127,80. Portanto, o custo da ferrugem nessa safra, para a lavoura, atingiu US\$ 2.085.027.622,53 (YORINORI *et al.*, 2004). Na safra 2005/2006 estima-se que a queda na produção de soja foi de 1,5 milhões de toneladas devido à ocorrência da ferrugem asiática, o que corresponde a uma perda de US\$ 330,00 milhões. Considerando-se que são necessárias em média duas aplicações de fungicida por hectare nas lavouras de soja, e que o custo de cada aplicação gira em torno de US\$ 40,00/ha, a perda dos agricultores devido ao acréscimo no custo de produção foi de US\$ 1,42 bilhão. Dessa forma, os gastos totais com a ferrugem na safra de 2005/2006, considerando o aumento no custo de produção e as perdas na colheita foram de US\$ 1,75 bilhão (ROESSING, 2006).

Os tipos de reação de genótipos à ferrugem são denominados RB (“reddish brown”) e TAN. A reação do tipo RB é uma reação de hipersensibilidade e caracteriza a resistência da planta, e reação do tipo TAN indica suscetibilidade do genótipo ao patógeno, sendo caracterizada por lesões de cor palha a marrom-avermelhadas, normalmente com abundante esporulação (YORINORI *et al.*, 2004).

Existem relatos na literatura de quatro genes dominantes para a resistência à ferrugem, denominados Rpp1, Rpp2, Rpp3 e Rpp4, identificados em introduções de plantas (PIs) e cultivares (BROMFIELD; HARTWIG, 1980; McLEAN;

BYTH, 1980; BROMFIELD; MELCHING, 1982; HARTWIG, 1986). Na Embrapa Soja, em Londrina, PR, foram realizados diversos testes com a ferrugem e observou-se que algumas variedades apresentaram lesões do tipo resistente RB. Com base na genealogia desse grupo de variedades, observou-se que a resistência é derivada da variedade FT-2, e determinada por um gene dominante (ARIAS *et al.*, 2003).

O fungo causador da ferrugem apresenta alta variabilidade genética em relação a fatores de virulência e patogenicidade. Contudo, sabe-se que existem fontes de tolerância ou de resistência à ferrugem e que possivelmente possuem outros genes, diferentes dos Rpp1 a Rpp4. Segundo Hartwig (1986), o isolado Taiwan-72-1 do fungo *Phakopsora pachyrhizi* quebrou a resistência das variedades PI 200492 (portadora do gene de resistência Rpp1) e PI 462312 (portadora do gene de resistência Rpp3). Contudo, as variedades PI 230970 (portadora do gene de resistência Rpp2) e PI 459025 (portadora do gene de resistência Rpp4) se mantiveram resistentes também a esse isolado.

Considerando que o Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, e que alcançou, na safra 2004/2005, segundo o Conab uma produção de 50,19 milhões de toneladas de grãos, o que equivale a 23,2% da produção mundial, e o primeiro em produtividade, com 2.173 kg/ha, além do complexo agroindustrial da soja movimentar U\$ 30 bilhões, a identificação de genótipos de soja portadores de novos genes de resistência será primordial para que se estabeleçam estratégias de controle e combate à ferrugem através de variedades resistentes.

A grande área de cultivo de soja no Brasil aliada à falta de conhecimento adequado sobre a ferrugem por parte de muitos produtores e mesmo de técnicos, faz prever que muitas perdas ainda ocorrerão nos próximos anos por falta de controle da doença. Por outro lado, a falta de cultivares resistentes/tolerantes à ferrugem, o monocultivo da soja e o controle químico continuado por muitos anos poderão trazer conseqüências sérias ao ambiente, ao rendimento da soja por multiplicação de novas doenças e pragas e, eventualmente, resultar no desenvolvimento de tolerância do fungo da ferrugem aos fungicidas utilizados (TECNOLOGIA..., 2004).

Sob esses aspectos, a obtenção de cultivares de soja com alta resistência à ferrugem asiática, além de alta produtividade, é uma medida de controle econômica e efetiva para garantir a sustentabilidade do agronegócio da soja.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SOJA (*Glycine max*)

A primeira referência à soja no Brasil é do professor da Escola Agrícola da Bahia, Gustavo D'Utra, em 1882, reportando o cultivo em seu estado. A cultura foi introduzida no Estado de São Paulo, em 1892 (DAFFERT, 1982) e no Estado do Rio Grande do Sul, em 1901 (MINSEN, 1901). A produção comercial foi iniciada em 1940, também no Rio Grande do Sul (REIS *et al.*, 2002). Em 1941, a soja foi mencionada nas estatísticas estaduais de produção agrícola e, nesse ano, também, foi realizado o primeiro processamento industrial (VERNETTI, 1977). Nas estatísticas internacionais o país foi mencionado pela primeira vez como produtor de soja em 1949 (MIYASAKA; MEDINA, 1981).

A soja no Brasil, até meados dos anos 60, não tinha a importância econômica da cana-de-açúcar, do algodão, do milho, do arroz, do café, da laranja e do feijão. No entanto, a partir do final dos anos 60, o cenário mudou e a soja tornou-se economicamente importante quando a produção passou de 203 mil toneladas, em 1960, para um milhão de toneladas, em 1969. Nesse período, a produção ainda estava concentrada quase que exclusivamente no Estado do Rio Grande do Sul, com alguns campos em Santa Catarina e no Paraná (BONATO; BONATO, 1997).

O maior aumento de produção de soja ocorreu na década de 70. De 1970 a 1980, a produção passou de 1,5 para 15,2 milhões de toneladas (aumento de 25,9% ao ano), enquanto a área passou de 1,3 para 8,8 milhões de hectares (aumento de 20,8% ao ano). Esse crescimento fez com que o Brasil aumentasse sua participação na produção mundial de 3,6%, em 1970, para 18,7%, em 1980. Nos anos 80, os Cerrados brasileiros começaram a ter importância econômica como região produtora (ARANTES; SOUZA, 1993).

Os fatores mais relevantes que contribuíram para esse cenário foram: (i) significativo aumento do preço internacional dos produtos primários, no início dos anos 70; (ii) condições favoráveis de comercialização internacional da soja brasileira que tem a safra no período da entressafra americana; (iii) possibilidade de importação de cultivares de soja do Sul dos Estados Unidos; (iv) incentivos

governamentais à cultura do trigo que utilizava a mesma estrutura de capital fixo da soja (máquinas e equipamentos) baixando os custos de produção; (v) estrutura cooperativista operante tanto na produção quanto na comercialização; (vi) melhora no nível das tecnologias oferecidas, que possibilitaram o aumento da produtividade nas regiões tradicionais e o aumento da área nas regiões dos Cerrados (baixas latitudes); (vii) agilidade e interação da pesquisa e extensão, facilitando o acesso às novas tecnologias; (viii) aumento da capacidade de processamento de soja. A capacidade instalada passou de 1,4 milhões de toneladas, em 1970, para 21,0 milhões, em 1980; (ix) rápido crescimento da avicultura nacional, entre 1965 e 1975; (x) alteração da política econômica, a partir de 1968 que influiu na taxa de câmbio e favoreceu as exportações; (xi) grande demanda por proteína devido à redução na produção mundial de farinha de peixe no início dos anos 70 (HASSE; BUENO, 1996).

Os aumentos de área com soja ocorreram principalmente por substituição de culturas como arroz, feijão, mandioca, batata, milho e café na região tradicional de cultivo. As maiores áreas com soja estavam nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, mas Minas Gerais (Triângulo Mineiro) e as regiões sul dos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Goiás já contavam com áreas significativas e crescentes de produção. A partir desse período, a produção aumentou consideravelmente na Região Centro-Oeste, pela incorporação de novas áreas de cultivo (BONATO; BONATO, 1997).

A produtividade das lavouras brasileiras evoluiu positivamente ao longo dos anos como resultado da incorporação das tecnologias de produção, adaptadas às condições tropicais e subtropicais que caracterizam as regiões produtoras do país (HASSE; BUENO, 1996). Essa produtividade passou de cerca de 1200kg/ha, no início da década de 70, para 1730kg/ha, em 1980, apresentando ganho médio anual, para o período de 10 anos, de 4,2%. A produtividade manteve-se praticamente estabilizada até o início dos anos 90. A partir de então, apresentou novos incrementos significativos, atingindo 2367 kg/ha, na safra 1998/99, representando ganho anual de 3,5% para o período 1990/99 (TECNOLOGIA..., 2004).

Quando confrontada às demais grandes culturas brasileiras ao longo das três últimas décadas, constata-se que a soja foi não apenas a cultura que mais cresceu em volume de produção, mas foi, também, a que mais cresceu em área

cultivada. No Brasil, em 2004, a soja ocupou 21,5 milhões de hectares, seguida do milho (12, 8 milhões de hectares) e da cana-de-açúcar (5,5 milhões de hectares). O crescimento dessa cultura ocorreu não só na esfera nacional, mas também em escala mundial, observando-se, de 1970 a 2003 um crescimento da produção global da ordem de 333% (TECNOLOGIA..., 2004).

Na safra 2004/2005, foram plantados 23,104 milhões de hectares de soja no Brasil e a produção registrada foi de 50,19 milhões de toneladas, segundo Conab, mantendo o Brasil como segundo maior produtor mundial do grão.

Considerando que a possibilidade de expansão mundial da área de produção de soja está limitada em grande parte ao Brasil e cientes da crescente demanda do grão, resta ao incremento na produtividade a responsabilidade da manutenção do suprimento global. Para tanto, há necessidade de constantes inovações tecnológicas em face da contínua pressão de fatores adversos à produção, tanto de origem biótica como abiótica.

Entre os fatores bióticos, destaca-se a ocorrência de doenças que, a exemplo da ferrugem asiática, possuem grande potencial de dano, principalmente enquanto não existirem cultivares tolerantes/resistentes para auxiliar no manejo das mesmas.

2.2 FERRUGEM

2.2.1 Histórico

Sob a denominação comum de ferrugem da soja estão envolvidas duas espécies do gênero *Phakopsora* (ONO *et al.*, 1992): *P. meibomiae* Arthur (Arthur) e *P. pachyrhizi*. Uma moléstia é comumente denominada de ferrugem sul-americana e a outra de ferrugem asiática ou australasiana, respectivamente, considerando-se o local de descrição das espécies do fungo agente causal. A forma americana foi relatada pela primeira vez no Brasil em 1979, em Minas Gerais, por Deslandes (1979), sendo inicialmente classificada, em função do hospedeiro, como *P. pachyrhizi*. Carvalho Junior e Figueredo (2000) constataram que, até essa data, a

única espécie presente no Brasil era *P. meibomiae*, considerada espécie menos agressiva e de ocorrência endêmica, em regiões com temperaturas mais amenas. Já a forma asiática, que é a mais prejudicial, foi descrita pela primeira vez no continente americano, no Paraguai, na safra de 2001 (MOREL PAIVA, 2001). A doença foi constatada atingindo extensas áreas de lavouras da região de Itapúa, no Paraguai (MOREL PAIVA, 2001; YORINORI *et al.*, 2002).

Na safra de 2001/02, a ferrugem foi encontrada no Paraguai em todas as áreas de cultivo de soja. No Brasil, a doença foi observada no Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Goiás. Nessa mesma safra, a ferrugem atingiu cerca de 60% da área brasileira de soja. Perdas de rendimento de lavoura variaram de 30% a 75% (YORINORI *et al.*, 2004). Já na safra 2002/2003, o quadro de ocorrência da ferrugem foi diferente. Nessa safra, uma nova raça de *P. pachyrhizi* causou severas perdas na região Centro-Oeste e Norte do Brasil (YORINORI *et al.*, 2003), atingindo também a entressafra no Maranhão (SILVA *et al.*, 2004).

Em 2004 a ferrugem foi detectada em todas as regiões produtoras de soja do Brasil, ao Sul do Equador, inclusive em Paragominas e Ulianópolis, no Pará (BENCHIMOL *et al.*, 2004). No hemisfério Norte a ferrugem asiática foi detectada na Colômbia e nos Estados Unidos (ROGERS; REDDING, 2004).

O fungo *P. pachyrhizi* tem se mostrado bastante variável quanto à sua adaptabilidade e virulência. As ocorrências nas safras 2002/2003 e 2003/2004, em regiões de temperaturas freqüentemente acima de 30°C, indicam que o fungo pode causar danos importantes à soja desde que a umidade do ambiente seja adequada (YORINORI *et al.*, 2004).

2.2.2 Hospedeiros Alternativos

O número de plantas hospedeiras da ferrugem asiática citadas na literatura varia de acordo com os autores: Yeh (1985) cita 80 plantas hospedeiras; Hennen (1996) menciona que a doença foi constatada infectando naturalmente 31 espécies de 17 gêneros de leguminosas, tendo também infectado 60 espécies de 26 gêneros de leguminosas em inoculações artificiais; Sinclair e Hartman (1999)

apontam que o fungo *P.pachyrhizi* infecta naturalmente 34 espécies de leguminosas e mais de 61 hospedeiros quando inoculadas artificialmente, em trabalhos realizados na Austrália, Ásia e Hawaii.

2.2.3 Epidemiologia

A ferrugem asiática é disseminada pelo vento, favorecida por chuvas bem distribuídas e longos períodos de molhamento, sendo que a temperatura ótima para o seu desenvolvimento varia de 18°C a 26,5°C. Em condições ótimas as perdas podem variar de 10% a 80%. No Brasil, Yorinori (2002) relata a forma asiática nos estados de Goiás, Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul e São Paulo. Por outro lado, cita que a forma americana ocorre em Minas Gerais, Distrito Federal, Goiás e Paraná (TECNOLOGIA..., 2004).

Existem duas maneiras para diferenciar a ferrugem asiática da ferrugem americana. Uma delas pode ser feita através da análise da morfologia dos teliósporos (ONO *et al.*, 1992). *Phakopsora meibomiae* apresenta a télia com uma a quatro, raramente cinco camadas de teliósporos; a parede dos esporos é de coloração castanho-canela a castanho-clara, com 1,5 a 2 micra de espessura, com a parede apical dos esporos da camada externa atingindo até 6 micra. *Phakopsora pachyrhizi* apresenta de duas a sete camadas de teliósporos, com parede dos esporos de coloração castanho-amarelada pálida e espessura da parede apical externa dos esporos mais ou menos uniforme, variando de 1 a 3 micra (BONDE; PETERSON, 1995; ONO *et al.*, 1992).

Uma outra forma para diferenciação entre *Phakopsora pachyrhizi* e *Phakopsora meibomiae* é feita através de regiões específicas do DNA. Essa técnica é rápida, eficiente e baseia-se no fato de que a seqüência de nucleotídeos das regiões ITS (internal transcribed spacer) 1 e 2 do DNA ribossomal nuclear possui cerca de 99% de similaridade entre os isolados da mesma espécie do fungo, mas apresenta apenas 80% de similaridade quando comparadas as seqüências das duas espécies (FREDERICK *et al.*, 2002). A partir dessa informação, Frederick *et al.* (2002) desenvolveram ensaios que utilizam a técnica clássica de PCR (reação em cadeia da polimerase), bem como real-time PCR.

A ferrugem asiática é considerada uma doença policíclica, uma vez que o fungo é capaz de completar vários ciclos durante apenas um ciclo do hospedeiro. Além disso, o parasita é do tipo biotrófico, ou seja, depende de tecidos vivos para sua sobrevivência (YORINORI *et al.*, 2004).

O fungo *Phakopsora pachyrhizi* é descrito normalmente em estágio de urédia e télia. Green (1984) não conseguiu observar o estágio 0, que é a espermogamia, o estágio I de aécio e o estágio IV, germinação do teliósporo formando a basídia. Foi verificado o estágio II, de urédias, e o estágio III, formação de télias, que são confundidas com as urédias (GREEN, 1984). Segundo Bromfield (1976), o papel do teliósporo no ciclo de vida do fungo *P. pachyrhizi* é desconhecido.

Del Ponte *et al.* (2006) estudaram epidemias de ferrugem asiática da soja no Brasil em 34 campos experimentais, em 21 locais, nas safras 2002/2003 e 2003/2004, buscando relacionar variáveis climáticas (chuva e temperatura) – medidas no período de um mês após a primeira detecção da doença – com a severidade final da doença.

Esses mesmos autores mostram que variáveis relacionadas à temperatura são preditores pobres para a severidade final da doença, enquanto que as variáveis relacionadas à chuva indicaram ser capazes de explicar grande parte da variação da severidade final da doença entre campos experimentais.

A alta correlação entre chuva e severidade final da ferrugem asiática pode ser explicada pela característica incomum de *Phakopsora*, não compartilhada com a maioria das outras ferrugens: os uredosporos do fungo tendem a permanecer firmemente juntos, não sendo facilmente liberados pela ação do vento (MELCHING *et al.*, 1979). Percebe-se, então, que no caso de *Phakopsora*, as gotas de chuva têm o papel de liberar os esporos, seja por efeito do *splash*, seja pelo impacto que causam nas folhas (BERGAMIN FILHO, 2006).

2.2.4 Sintomas

Podem aparecer em qualquer estágio de desenvolvimento da planta. Os primeiros sintomas são caracterizados por minúsculos pontos, com no máximo 1 mm de diâmetro, mais escuros do que o tecido sadio da folha, com coloração

esverdeada a cinza-esverdeada, e uma protuberância, também chamada de urédia, na face inferior da folha. As urédias adquirem coloração castanho-clara a castanho-escura, abrem-se em um minúsculo poro, através do qual expõem os esporos hialinos que se acumulam (TECNOLOGIA..., 2004).

Entre os efeitos conseqüentes desses sintomas está a queda prematura das folhas, que impede a plena formação dos grãos. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho dos grãos e, conseqüentemente, maior a perda de rendimento e qualidade. Em casos severos, quando a doença atinge a soja na fase de formação das vagens ou início da granação, pode causar aborto e queda das vagens (TECNOLOGIA..., 2004). Embora as plantas sejam infectadas desde a fase inicial de desenvolvimento, fase cotiledonar, a evolução da doença é mais lenta em cultivares mais tardias do que em precoces. Todavia, a severidade em um mesmo estágio, em plantas de diferentes ciclos cultivadas no mesmo ambiente, pode ser a mesma (TSCHANZ *et al.*, 1985).

2.3 CONTROLE

O controle da ferrugem pode ser feito através de manejo da soja na entressafra, controle da época de semeadura, monitoramento da lavoura, controle químico e uso de variedades resistentes ou tolerantes.

2.3.1 Manejo na entressafra e controle da época de semeadura

Por serem fungos biotróficos, a sobrevivência de *P. pachyrhizi*, na entressafra, tem ocorrido em cultivos de soja sob irrigação no inverno, na região dos Cerrados e na região Nordeste, mas pode também ocorrer em hospedeiros alternativos. Dessa forma, considerando a gravidade da doença, recomenda-se evitar o cultivo de soja na safrinha para reduzir a quantidade de inóculo (esporos) disponível no campo na época em que for feita a semeadura da safra normal. Cultivos irrigados também podem ser fontes de risco, uma vez que as condições são

favoráveis para o desenvolvimento do fungo, podendo haver concomitância dessas lavouras com as da safra normal, fazendo com que a ferrugem ocorra ainda no estágio vegetativo das plantas (YORINORI *et al.*, 2004).

Visando o controle da doença, no Estado de Goiás há determinação estadual para que a soja guaxa ou tigüera seja eliminada. Para o Estado do Mato Grosso, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) elaborou uma recomendação técnica, datada de 28/03/05, na qual orienta os produtores do estado para que haja uma interrupção por 90 dias entre a colheita de inverno e o plantio de soja no verão. Embora tal recomendação não tenha sido cumprida à risca, já para a safra 2005/2006 foi conseguido reduzir a pressão do inóculo, de maneira que enquanto na safra 2004/2005 o número de aplicações de fungicida variou de 4 a 5, na última safra as lavouras foram colhidas com média de 2 a 2,5 aplicações (Sistema de Alerta Embrapa, a; b; Agrolink).

Uma outra estratégia para reduzir o risco de danos, é o uso de cultivares de ciclo precoce e semeaduras no início da época recomendada. As plantas precoces ficam menos tempo no campo e são colhidas mais cedo, tendo grandes chances de serem menos atingidas pela doença devido à menor carga de esporos presente no campo. Desse modo, as semeaduras mais precoces representam um mecanismo de escape, fazendo com que a soja se desenvolva e complete o ciclo em ambientes ainda com baixa incidência da doença (YORINORI *et al.*, 2004).

2.3.2 Monitoramento da lavoura

O monitoramento é recomendado a partir da emissão das primeiras folhas no estágio vegetativo, uma vez que a doença pode ocorrer em qualquer estágio fenológico da cultura. Para se realizar o monitoramento, deve-se considerar que a doença inicia nas folhas do terço inferior da planta. As folhas com suspeita de ferrugem devem ser coletadas para que se identifique a doença e para que as medidas de controle químico possam ser tomadas. Existem 66 laboratórios credenciados pelo Consórcio Anti-Ferrugem em todas as regiões produtoras de soja e, caso prefira, o produtor ou técnico pode levar as folhas com suspeita de ferrugem

a um desses laboratórios para que se faça um exame por pessoas treinadas para a diagnose da doença (GODOY *et al.*, 2005).

Para auxiliar produtores e técnicos no monitoramento da lavoura, foi criado o Sistema de Alerta. Esse sistema é uma rede de comunicação gerenciada pela Embrapa Soja que se destina a informar a assistência técnica pública e privada sobre problemas detectados durante a safra, tal como a ferrugem asiática, orientar quanto a possíveis soluções e captar, entre os agentes de transferência, informações sobre o desempenho da safra nas várias regiões produtoras funcionando como um canal de comunicação permanente entre pesquisa e assistência técnica, servindo como veículo de captação de demandas da sociedade (TECNOLOGIA..., 2004).

2.3.3 Controle químico

A estratégia que tem sido utilizada com maior freqüência é o monitoramento da doença e o controle químico com fungicidas. Quando os primeiros sintomas são detectados na lavoura ou na região, e caso as condições climáticas estejam favoráveis à doença, deve-se fazer a aplicação do fungicida.

Estudos mostram que, em condições severas de epidemia, são necessárias de três a cinco aplicações de fungicidas em intervalos de dez dias (SINCLAIR; HARTMAN, 1996). Na África, onde a doença apareceu em 1990, são utilizados os fungicidas pertencentes ao grupo dos inibidores da biossíntese de ergosterol, ou seja, triazóis (CALDWELL *et al.*, 2002).

No Brasil, a utilização de fungicidas para o controle de oídio e do complexo de doenças de final de ciclo é prática recomendada onde as doenças ocorrem, sendo a maioria dos fungicidas registrados para a cultura da soja pertencentes aos grupos dos triazóis, estrobirulinas e benzimidazóis (GODOY; CANTERI, 2004).

2.3.4 Variedades resistentes/tolerantes

Dentre as medidas de controle, a resistência genética é uma opção bastante efetiva e econômica, além de ter solucionado problemas sérios de doenças como a mancha olho-de-rã (*Cercospora sojina*), o cancro da haste (*Diaporthe phaseolorum*), o oídio (*Erysiphe diffusa*) e o nematóide de cisto (*Heterodera glycines*) (ARIAS *et al.*, 2003).

De acordo com Van Der Plank (1968), a resistência de plantas a doenças pode ser classificada em resistência vertical ou específica capaz de atuar com grande eficiência sobre raças específicas do patógeno e resistência horizontal, inespecífica ou de campo, caracterizada por ser ativa contra as raças do patógeno, embora com eficiência inferior e podendo ser afetada por fatores do ambiente.

A resistência vertical, por ser efetiva apenas contra algumas raças do patógeno, age no sentido de reduzir a quantidade efetiva de inóculo inicial, fazendo com que o início da epidemia seja atrasado. Com a resistência horizontal a situação é diferente. Ao contrário da resistência vertical, que geralmente manifesta-se conferido à cultivar que a possui imunidade ou hipersensibilidade contra determinadas raças do patógeno (efeito qualitativo), a resistência horizontal, apesar de efetiva contra todas as raças, apenas diminui o tamanho das lesões produzidas pelo patógeno, aumenta seu período latente e diminui o número de esporos produzidos por lesão. Todos os seus efeitos são parciais e quantitativos e quando somados, produzem uma redução na taxa de desenvolvimento da doença sem afetar significativamente o inóculo inicial (CAMARGO; BERGAMIN FILHO, 1995).

Foram descritos quatro genes que conferem resistência vertical à ferrugem, Rpp1, Rpp2, Rpp3 e Rpp4. Esses genes apresentam resistência a diferentes raças do fungo e estão presentes em diferentes locos e em diferentes genótipos (RAHANGDALE; RAUT, 2004). Os diferentes genótipos de soja apresentam reações distintas dependendo da raça de *P. pachyrhizi* inoculada (HARTWIG, 1986). Plantas suscetíveis apresentam reação do tipo "TAN", enquanto plantas resistentes apresentam reação do tipo RB ("reddish brown"). As lesões de suscetibilidade ao fungo são castanho claras e as lesões de resistência são marrom-avermelhadas, provocando a morte do tecido foliar afetado ao redor das lesões, o que caracteriza uma reação de hipersensibilidade.

Após a infecção do patógeno na planta resistente, as células infectadas rapidamente perdem a turgidez, tornam-se de cor marrom (devido à oxidação de fenóis) e morrem. O processo de morte celular na reação de hipersensibilidade é caracterizado pela agregação do citoplasma, parada dos movimentos citoplasmáticos, perda da permeabilidade das membranas, degeneração do núcleo e organelas, além de aumento acentuado da respiração e acúmulo de compostos fenólicos e fitoalexinas. Assim, as respostas bioquímicas associadas

às reações de hipersensibilidade mostram-se similares àquelas que ocorrem após injúrias mecânicas, na senescência ou como respostas ao estresse (PASCHOLATI; LEITE, 1995).

McLean e Byth (1980) estudaram a herança da resistência à ferrugem nos acessos PI 200492, Tainung 3 e Tainung 4, utilizando o isolado australiano Q-1. A partir desse estudo, os mesmos autores concluíram que a característica de resistência é dominante em relação à suscetibilidade. Em um outro estudo, McLean e Byth (1976) observaram que a PI 200492 e Tainung 3 são suscetíveis ao isolado australiano Q-2, mas Tainung 4 é resistente a esse mesmo isolado, indicando possuir um genótipo diferente do observado em PI 200492 e Tainung 3.

Esses autores denominaram Rpp1 como símbolo para o gene dominante de resistência à ferrugem presente na PI 200492.

Bromfield e Hartwig (1980) estudaram cruzamentos envolvendo a PI 230970 e a partir de seus resultados concluíram que essa linhagem possui um gene dominante de resistência aos isolados Índia-73-1, Philippines-77-1 e Taiwan-72-1. Posteriormente, a relação entre os genes de resistência presentes na PI 200492, PI230970 e PI 462312 foram estudadas utilizando os isolados Índia-73-1 e Taiwan-72-1 como testadores. Com base nesses resultados, os autores denominaram Rpp2 o gene de resistência presente na PI 230970 e Rpp3 o gene de resistência presente na PI 462312, e propuseram os genótipos Rpp1 Rpp1 rpp2 rpp2 rpp3 rpp3, para a PI 200492; rpp1 rpp1 Rpp2 Rpp2 rpp3 rpp3, para a PI 230970; e rpp1 rpp1 rpp2 rpp2 Rpp3 Rpp3, para a PI 462312 (HARTWIG; BROMFIELD, 1983).

Posteriormente, foi identificado um novo isolado do fungo, Taiwan 80-2. As PI 200492, PI 230970 e PI 462312 apresentaram reações de suscetibilidade a esse novo isolado, mas foi identificado um genótipo, PI 459025,

que se mostrou resistente a esse mesmo isolado. Foram realizados cruzamentos entre esses quatro genótipos e os resultados mostraram que a PI 459025 possui um gene dominante de resistência aos isolados Índia-73-1, Taiwan-72-1 e Taiwan-80-2, e que esse gene está em um loco diferente dos outros três genes identificados anteriormente. O gene presente na PI 459025 foi denominado de Rpp4 e o genótipo proposto para essa fonte de resistência foi rpp1 rpp1 rpp2 rpp2 rpp3 rpp3 Rpp4 Rpp4 (HARTWIG, 1986).

Segundo Hartwig (1986), o isolado Taiwan-72-1 do fungo *Phakopsora pachyrhizi* quebrou a resistência das fontes PI 200492 (portadora do gene de resistência Rpp1) e PI 462312 (portadora do gene de resistência Rpp3). As fontes PI 230970 (portadora do gene de resistência Rpp2) e PI 459025 (portadora do gene de resistência Rpp4) se mantiveram resistentes também a esse isolado.

Quando a doença foi detectada no Brasil pela primeira vez, algumas variedades de soja, tais como BRS 134, CS 201, FT-17, FT-2, FT-2001, IAC 1, IAC pl1 e KIS 601, apresentaram resistência ao patógeno. Porém, há diferenças marcantes entre os fungos que afetaram, na safra 2002, as lavouras do Centro- Sul (MS, GO, SP, PR e RS) e, na safra 2003, as do Centro-Oeste (GO, MS e MT) e da Bahia. Cultivares resistentes/tolerantes, em 2002, mostraram-se altamente suscetíveis em 2003 (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004).

Estudos realizados em Taiwan permitiram diferenciar três raças do fungo em cinco amostras de folha de soja coletadas de cinco localidades do país. Das três raças, apenas uma estava presente em todas as localidades (Yeh, 1985). Na Tailândia, 59 raças foram diferenciadas entre 69 amostras coletadas de diferentes localidades do país (Poonpolgul, 2004).

Algumas estratégias baseadas em marcadores moleculares (CHUNWONGSE, *et al.*, 2004) ou indução de mutações também têm sido utilizadas na busca por fontes de resistência (SMUTKUPT *et al.*, 1981; SMUTKUPT *et al.*, 1982; BASAVARAJA *et al.*, 2004).

Com base nesses dados, os estudos sobre novas fontes de resistência e tolerância à ferrugem serão cada vez mais importantes no que diz respeito ao controle da doença.

3 OBJETIVOS

Os objetivos do presente estudo foram:

a) Realizar testes de alelismo entre as PIs conhecidas como fontes de resistência para a ferrugem e genótipos, selecionados do banco de germoplasma da soja, que apresentaram resistência à doença em condições de campo, para verificar se essas fontes selecionadas definem novos locos de resistência ou se possuem alelos nos mesmos locos já descritos;

b) auxiliar programas de melhoramento na identificação de genótipos com genes de resistência à ferrugem com segregação independente em relação àqueles citados na literatura;

c) dar subsídios genéticos para incrementar o uso desses genes em programas de retrocruzamentos e aumentar a eficiência na seleção de genótipos superiores;

d) aumentar a eficiência do desenvolvimento de variedades de soja resistentes à ferrugem, diminuindo o uso de fungicidas para o controle da doença.

4. ARTIGO

4.1. **Título:** Teste de Alelismo para Genes de Resistência à Ferrugem Asiática da Soja

Larissa DI Cássia Laperuta

Artigo a ser submetido à Revista *Field Crops Research*

RESUMO

As recorrentes incidências da ferrugem asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, são motivos de grande preocupação em virtude do grande potencial de danos e de redução na produtividade da cultura. Sob esse aspecto, o presente estudo teve como objetivo realizar testes de alelismo entre as introduções de plantas (PIs) conhecidas como fontes de resistência para a ferrugem e genótipos selecionados do banco de germoplasma da soja que apresentaram resistência. Para tanto, 33 fontes identificadas como portadoras de resistência à ferrugem asiática, foram cruzadas com a PI230970, portadora do gene de resistência Rpp2, e PI459025, portadora do gene Rpp4. As gerações parentais e F2 derivadas desses cruzamentos foram avaliadas em casa-de-vegetação. As plantas foram inoculadas a uma concentração de $2,5 \times 10^4$ esporos por mL de solução e, posteriormente, foram realizadas três avaliações classificando-se o tipo de lesão. Para averiguar as hipóteses de segregação independente dos genes ou de alelos pertencentes ao mesmo loco foi aplicado o teste de qui-quadrado. Verificou-se que as PI 197182, PI 230971 e PI 417125 possuem um gene de resistência presente no loco Rpp2. As fontes GC 84058-21-4, PI 408251, PI 379618 TC1, Nova Santa Rosa, PI 203398 (Abura), PI 423966, PI 416764, PI 417115, GC 84051-9-1, PI 398526, PI 416819, PI 339866, PI 340050, PI 417503, PI 417421, PI 203406, FT 87-17893, PI 417074, PI 408205, GC 84058-18-4, PI 416810, PI 200487 (Kinoshita) e PI 423962 (Hyuuga) possuem genes de resistência à doença presentes em locos diferentes em relação a Rpp2 e Rpp4. No caso dos genótipos PI 398513, PI 407912, PI 398507, PI 398781, PI 398561 e IPB 77-257, verificou-se que tiveram sua resistência quebrada pelo fungo, e para a fonte BR 86-448 são necessários mais estudos.

Palavras chave: *Glycine max.* *Phakopsora pachyrhizi*.

Introdução

O desenvolvimento de variedades de soja resistentes à ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) é uma prioridade nos programas de melhoramento no Brasil. Foram descritos quatro genes dominantes para a resistência à ferrugem da soja, denominados Rpp1, Rpp2, Rpp3 e Rpp4, identificados em introduções de plantas (PIs) e cultivares (Bromfield & Hartwig, 1980; McLean & Byth, 1980; Bromfield & Melching, 1982; Hartwig, 1986). Na Embrapa Soja, em Londrina, PR, foram realizados diversos testes com a ferrugem e observou-se que algumas variedades apresentaram lesões do tipo resistente RB. Com base na genealogia desse grupo de variedades, observou-se que a resistência é derivada da variedade FT-2, e determinada por um gene dominante (Arias *et al.*, 2003). No Brasil, a resistência conferida pelos genes Rpp1 e Rpp3 foi quebrada por um isolado proveniente do Mato Grosso, em 2003.

O fungo causador da ferrugem tem grande capacidade de desenvolver novas raças. Contudo, sabe-se que existem fontes de tolerância ou de resistência à ferrugem e que possivelmente possuem genes diferentes dos já descritos na literatura. Segundo Hartwig (1986), o isolado Taiwan-72-1 do fungo *Phakopsora pachyrhizi* quebrou a resistência das variedades PI 200492 (portadora do gene de resistência Rpp1) e PI 462312 (portadora do gene de resistência Rpp3). Contudo, as variedades PI 230970 (portadora do gene de resistência Rpp2) e PI 459025 (portadora do gene de resistência Rpp4) se mantiveram resistentes também a esse isolado.

Para racionalizar o processo de desenvolvimento de variedades resistentes é necessário saber se os genes de resistência disponíveis nas diversas fontes são alélicos em relação aos locos descritos.

Desse modo, o objetivo do presente estudo foi realizar testes de alelismo entre as PIs conhecidas como fontes de resistência para a ferrugem e fontes selecionadas do banco de germoplasma da soja que apresentaram resistência à doença em condições de campo. A verificação se esses genótipos selecionados definem novos locos de resistência ou se apresentam genes nos mesmos locos já descritos poderá auxiliar programas de melhoramento, aumentando a eficiência na seleção de genótipos superiores, além de diminuir o uso de fungicidas para o controle da doença.

Materiais e Métodos

Para os testes de alelismo, o material genético selecionado foi composto de 33 fontes identificadas como resistentes à ferrugem em condições de casa-de-vegetação: PI 197182, PI 230971, PI 417125, GC 4058-21-4, PI 408251, PI 379618 TC1, Nova Santa Rosa, PI 203398 (Abura), PI 423966, PI 416764, PI 417115, GC 84051-9-1, PI 398526, PI 416819, PI 339866, PI 340050, PI 417503, PI 417421, PI 203406, FT 87-17893, PI 417074, PI 408205, GC 84058-18-4, PI 416810, PI 200487 (Kinoshita), PI 423962 (Hyuuga), PI 398513, PI 407912, PI 398507, PI 398781, PI 398561, IPB 77-257 e BR 86-448.

As hibridações, o avanço de gerações e os experimentos foram conduzidos em casa-de-vegetação no Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Embrapa Soja), Londrina, PR, onde se dispõe da estrutura (casas-de-vegetação equipadas com sistemas de irrigação, nebulização e temperatura controlada) necessária para o desenvolvimento desses trabalhos.

- *Obtenção das sementes híbridas*

Plantas de cada uma das linhagens resistentes foram selecionadas e trilhadas individualmente e suas sementes foram utilizadas para realizar os cruzamentos, garantindo maior uniformidade genética dentro dos parentais estudados.

Como o teste de alelismo para resistência da soja à ferrugem foi realizado em relação aos dois genes descritos na literatura cuja resistência não foi quebrada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, cada uma dessas linhagens de plantas foi cruzada com a PI 230970 (portadora do gene de resistência Rpp2) e PI 459025 (portadora do gene de resistência Rpp4).

As hibridações foram realizadas manualmente e os cruzamentos foram identificados com etiquetas. À medida que atingiam a maturação fisiológica as vagens eram colhidas, identificadas e debulhadas manualmente, sendo que as sementes eram posteriormente acondicionadas em envelopes de papel. O avanço de gerações para a produção das sementes F2 foi realizado da mesma maneira em casa-de-vegetação. Caracteres morfológicos como cor de flor, de pubescência

e de hilo foram usados como marcadores genéticos para identificação de prováveis autofecundações nas gerações F1 e F2.

- *Delineamento experimental*

Foram realizados dois experimentos: no primeiro deles foram utilizadas todas as 33 linhagens que se mostraram resistentes à ferrugem asiática em condições de campo. Os parentais e as gerações F2 derivadas de cada cruzamento foram plantados no dia 15/10/2004, cultivados em vasos contendo 4 kg de mistura de solo, esterco e fertilizante, previamente tratados com brometo de metila, e avaliados em casa-de-vegetação.

Tanto os parentais quanto as gerações F2 foram distribuídos segundo delineamento inteiramente casualizado por toda a casa-de-vegetação. Foram mantidas de 5 a 7 plantas provenientes de um mesmo cruzamento em cada vaso. Foram avaliados individualmente 100 indivíduos da geração F2 e 6 indivíduos da geração parental.

No entanto, algumas fontes deixaram dúvidas sobre a origem dos genes de resistência nelas existentes. Dessa maneira, foi realizado um segundo experimento, que foi plantado no dia 01/02/2005, somente com os genótipos PI 230971, PI 416819, PI 200487 (Kinoshita), GC 84058-18-4 e GC 84051-9-1, para que os genes fossem identificados como pertencentes aos locos já descritos Rpp2 e Rpp4 ou como genes independentes em relação a esses locos.

No segundo experimento, cada geração F2 derivada de um determinado cruzamento foi distribuída por mesa dentro da casa-de-vegetação. Foram mantidas 3 plantas em cada vaso, distribuídas aleatoriamente dentro da mesa, para serem avaliadas individualmente. Foram avaliados 100 indivíduos da geração F2 e 3 indivíduos da geração parental.

- *Manutenção e preparo do inóculo*

O inóculo do fungo causador da ferrugem asiática foi mantido através de semeaduras continuadas com genótipos suscetíveis, dado que o fungo é um parasita obrigatório e não pode ser mantido em meio de cultura.

Para garantir que esse inóculo fosse derivado do isolado que quebrou a resistência de fontes como Rpp1, Rpp3 e BRSMS Bacuri, os esporos foram

obtidos de folhas da variedade BRSMS Bacuri com abundante esporulação, disponíveis em casa-de-vegetação. A cultivar BRSMS Bacuri foi utilizada como filtro porque é resistente ao isolado antigo, mas suscetível ao novo isolado proveniente do Brasil Central, promovendo, dessa forma, a multiplicação somente do novo isolado.

As folhas foram lavadas para a retirada dos esporos utilizando-se pincel esterilizado e água destilada. Foi realizada a contagem desses esporos em câmara de contagem de células (Câmara de Neubauer), sendo feita a diluição necessária para obtenção da concentração de $2,5 \times 10^4$ esporos/mL. A cada 5L de suspensão foram adicionadas 10 gotas do espalhante adesivo Tween 20 na proporção de 0,5 mL/L de solução.

- *Condução do experimento e Avaliações*

Para uniformizar a ocorrência da doença e acelerar o aparecimento das lesões, foi realizada uma inoculação treze dias após a emergência das plantas. A suspensão contendo os esporos do fungo causador da ferrugem foi pulverizada sobre as populações de plantas com pulverizador costal após as 18h para que se criassem condições propícias ao desenvolvimento do fungo. Após a inoculação, ao longo da noite, as plantas foram nebulizadas a cada 3 horas com água durante 15 segundos. A primeira avaliação foi realizada treze dias após a inoculação dos esporos. No total, foram realizadas três avaliações, com um intervalo de uma semana entre cada uma delas, classificando-se o tipo de reação, se de resistência (RB) ou de suscetibilidade (TAN).

Cada planta foi avaliada individualmente e de forma geral como resistente ou suscetível, sendo que não foi demarcado nenhum trifólio específico para as avaliações.

- *Análise estatística*

Com base no padrão de segregação para as classes resistente e suscetível na geração F2, foi aplicado o teste de qui-quadrado (χ^2) para averiguar as hipóteses de segregação independente dos genes ou de alelos pertencentes ao mesmo loco.

Para a análise e conclusão dos dados foram consideradas somente aquelas avaliações nas quais o número total de plantas apresentando lesões foi maior ou igual a 60.

As proporções teóricas testadas pelo qui-quadrado (χ^2) foram 3:1, 9:7, 13:3, 15:1 e 63:1. Porém, nem sempre foram aceitas aquelas que apresentaram maior probabilidade para a conclusão sobre os genes presentes nas fontes de resistência. O critério para a aceitação da proporção final foi o de considerar sempre aquela que ajustava um modelo mais simples (menor número de genes) e que apresentava o mesmo resultado para Rpp2 e Rpp4.

Resultados e Discussão

Neste trabalho, os testes de alelismo foram realizados apenas para os locos Rpp2 e Rpp4 já que apareceu um novo isolado no Brasil que quebrou a resistência dos genótipos PI 200492 (Rpp1), PI 462312 (Rpp3) e BRSMS Bacuri. Resultado similar foi observado por Hartwig (1986), relatando que o isolado Taiwan-72-1 também quebrou a resistência dos genótipos PI 200492 e PI 462312 e não quebrou a resistência dos genótipos PI 230970 (Rpp2) e PI 459025 (Rpp4).

Os resultados apresentados se baseiam na segunda e terceira avaliação dos experimentos, uma vez que a primeira avaliação foi realizada quando as plantas estavam muito jovens e as lesões eram iniciais. Dessa forma, erros quanto à classificação dessas lesões foram freqüentemente observados, provocando desvios com relação à segregação da geração F2 por causas não genéticas.

Pela análise dos dados obtidos com o estudo realizado foi possível a identificação de genótipos cujos genes de resistência estão localizados no loco Rpp2 e genótipos com novos genes de resistência, ou seja, genótipos cujos genes de resistência segregam independentemente em relação aos locos que ainda não foram quebrados pelo fungo da ferrugem asiática, no caso Rpp2 e Rpp4.

Na tabela 1 são apresentadas as segregações das populações F2 provenientes do cruzamento de cada uma das fontes de resistência com a PI 230970 e PI 459025 no primeiro experimento realizado.

A segregação das populações F2 obtidas no segundo experimento realizado está apresentada na tabela 2.

Os diferentes números totais de plantas entre as avaliações de um mesmo cruzamento e entre cruzamentos diferentes ocorreram porque as lesões provocadas pela ferrugem asiática, quando em estágio inicial, são de difícil classificação. Dessa forma, apesar de existirem 100 indivíduos F2, nem todos puderam ser classificados e utilizados para as avaliações.

Os anexos 1, 3 e 5 mostram que não houve segregação na geração F2 quando as fontes PI 197182, PI 230971 e PI 417125 foram cruzadas com a PI 230970, portadora do gene de resistência Rpp2. Isso seria esperado se os cruzamentos realizados envolvessem dois genótipos homozigóticos para um gene de resistência localizado no mesmo loco. Também foi observado que, quando essas mesmas fontes foram cruzadas com a PI 459025, a segregação da geração F2 ocorreu na proporção de 15 resistentes para 1 suscetível, indicando a presença de um gene diferente em relação ao loco Rpp4 (anexos 2, 4 e 6). Dessa forma, pode-se inferir que os genes de resistência presentes nos genótipos PI 197182, PI 230971 e PI 417125 estão no mesmo loco Rpp2 já descrito. Esses genes do loco Rpp2 podem ser iguais ou podem ser alelos diferentes do mesmo loco. Para uso no melhoramento de plantas, apenas um desses genes poderá ser inserido em cada cultivar, mas todas as fontes devem ser utilizadas já que podem conter alelos diferentes.

Tabela 1. Segregação das populações F2 dos cruzamentos de cada uma das fontes com a PI 230970 e PI 459025, com número total de plantas avaliadas (N), número de plantas apresentando lesões RB e TAN observadas, proporção teórica ($P > 0,05$) aceita pelo teste de qui-quadrado e valores de qui-quadrado (χ^2), nas segundas e terceiras avaliações realizadas no 1º experimento *.

Fontes	Rpp2 - PI 230970										Rpp4 - PI 459025									
	2ª Avaliação					3ª Avaliação					2ª Avaliação					3ª Avaliação				
	N	RB	TAN	Proporção	χ^2	N	RB	TAN	Proporção	χ^2	N	RB	TAN	Proporção	χ^2	N	RB	TAN	Proporção	χ^2
PI 197182	60	60	0	1:0	-	60	60	0	1:0	-	101	96	5	15:1	0,29	101	92	9	15:1	1,22
PI 230971	81	79	2	63:1	0,43	87	85	2	63:1	0,31	61	60	1	15:1	2,21	61	58	3	15:1	0,18
PI 417125	99	99	0	1:0	-	95	95	0	1:0	-	56	55	1	15:1	1,90	65	59	6	15:1	0,99
GC 85058-21-4	81	77	4	15:1	0,24	89	81	8	15:1	1,14	69	68	1	15:1	2,71	69	64	5	15:1	0,12
PI 408251	82	80	2	15:1	2,03	83	81	2	15:1	2,09	88	88	0	1:0	-	88	82	6	15:1	0,05
PI 379618 TC1	140	135	5	15:1	1,71	140	128	12	15:1	1,29	72	70	2	15:1	1,48	76	71	5	15:1	0,01
Nova Santa Rosa	117	112	5	15:1	0,78	117	106	11	15:1	1,98	79	76	3	15:1	0,81	79	75	4	15:1	0,19
PI 203398 (Abura)	94	90	4	15:1	0,64	100	95	5	15:1	0,27	100	98	2	15:1	3,08	100	93	7	15:1	0,1
PI 423966	87	86	1	63:1	0,1	87	82	5	15:1	0,04	79	78	1	15:1	3,35	79	77	2	15:1	1,86
PI 416764	66	59	7	15:1	2,14	67	60	7	15:1	2,01	91	86	3	15:1	1,26	95	88	7	15:1	0,2
PI 417115	87	86	1	63:1	0,1	94	87	7	15:1	0,23	73	72	1	15:1	2,97	75	73	2	15:1	1,64
GC 84051-9-1	111	111	0	1:0	-	111	108	3	15:1	2,38	52	52	0	1:0	-	53	52	1	15:1	1,72
PI 398526	96	81	15	13:3	0,62	97	76	21	13:3	0,54	79	72	7	15:1	0,92	79	69	10	13:3	1,92
PI 416819	80	66	14	13:3	0,08	80	67	13	13:3	0,33	79	79	0	1:0	-	86	83	3	15:1	1,12
PI 339866	117	107	10	15:1	1,05	117	96	21	13:3	0,05	87	86	1	63:1	0,10	87	85	2	15:1	2,32
PI 340050	88	76	12	13:3	1,51	88	67	21	13:3	1,51	59	59	0	1:0	-	69	67	2	15:1	1,32
PI 417503	95	84	11	13:3	3,21	103	90	13	13:3	2,54	70	67	3	15:1	0,46	76	72	4	15:1	0,13

* O valor de χ^2 tabelado a 5% de probabilidade para 1 (um) grau de liberdade é de 3,84 em todos os casos.

Tabela 1. Continuação.

Fontes	Rpp2 - PI 230970										Rpp4 - PI 459025									
	2ª Avaliação					3ª Avaliação					2ª Avaliação					3ª Avaliação				
	N	RB	TAN	Proporção	χ^2	N	RB	TAN	Proporção	χ^2	N	RB	TAN	Proporção	χ^2	N	RB	TAN	Proporção	χ^2
PI 417421	82	79	3	15:1	0,94	82	66	16	13:3	0,03	96	92	4	15:1	0,71	98	94	4	15:1	1,09
PI 203406	95	89	6	15:1	0	101	88	13	13:3	2,2914	96	93	3	15:1	1,60	102	95	7	15:1	0,07
FT 87-17893	73	65	8	15:1	2,76	80	67	13	13:3	0,33	105	98	7	15:1	0,03	100	90	10	15:1	2,4
PI 417074	118	103	15	13:3	2,82	117	90	27	13:3	1,44	79	77	2	15:1	1,86	81	74	7	15:1	0,79
PI 408205	72	68	4	15:1	0,06	71	57	14	13:3	0,04	91	91	0	1:0	-	91	89	2	15:1	2,55
GC 84058-18-4	81	79	2	15:1	1,98	81	72	9	15:1	3,27	97	86	11	13:3	3,50	97	81	16	13:3	0,32
PI 416810	73	69	4	15:1	0,07	73	68	5	15:1	0,04	98	83	15	13:3	0,76	98	82	16	13:3	0,38
PI 200487 (Kinoshita)	67	64	3	15:1	0,36	74	71	3	15:1	0,61	96	91	5	15:1	0,18	96	85	11	13:3	3,35
PI 423962 (Hyuga)	67	65	2	15:1	1,22	67	62	5	15:1	0,17	76	71	5	15:1	0,01	76	62	14	13:3	0,01
PI 398513	95	80	15	13:3	0,55	95	70	25	3:1	0,09	89	78	11	13:3	2,39	89	67	22	3:1	0
PI 407912	96	84	12	13:3	2,46	100	75	25	3:1	0	61	56	5	15:1	0,39	62	49	13	3:1	0,54
PI 398507	79	67	12	13:3	0,66	79	59	20	3:1	0	82	74	8	15:1	1,72	82	67	15	3:1	1,97
PI 398781	65	62	3	15:1	0,3	69	53	16	3:1	0,12	119	110	9	15:1	0,35	118	96	22	3:1	2,54
PI 398561	102	88	14	13:3	1,69	103	77	26	3:1	0	90	85	5	15:1	0,07	90	61	29	3:1	2,5
IPB 77-257	56	46	10	13:3	0,03	67	56	11	3:1	2,63	67	61	6	15:1	0,84	67	56	11	3:1	2,63
BR 86-448	94	76	18	13:3	0,01	90	61	29	3:1	2,5	70	68	2	15:1	1,38	70	66	4	15:1	0,03

Tabela 2. Segregação das populações F2 dos cruzamentos de cada uma das fontes com a PI 230970 e PI 459025, com número total de plantas avaliadas (N), número de plantas apresentando lesões RB e TAN observadas, proporção teórica ($P > 0,05$) aceita pelo teste de qui-quadrado e valores de qui-quadrado (χ^2), nas segundas e terceiras avaliações realizadas no 2º experimento *

Fontes	Rpp2 - PI 230970										Rpp4 - PI 459025									
	2ª Avaliação					3ª Avaliação					2ª Avaliação					3ª Avaliação				
	N	RB	TAN	Proporção	χ^2	N	RB	TAN	Proporção	χ^2	N	RB	TAN	Proporção	χ^2	N	RB	TAN	Proporção	χ^2
PI 230971	89	84	5	15:1	0,06	92	92	0	1:0	-	95	76	19	13:3	0,10	95	83	12	13:3	2,33
PI 416819	95	72	23	13:3	1,86	96	87	9	15:1	1,6	97	81	16	13:3	0,31	97	91	6	15:1	0
GC 85058-18-4	68	61	7	15:1	1,9	68	64	4	15:1	0,02	81	76	5	15:1	0	80	79	1	15:1	3,41
PI 200487 (Kinoshita)	75	73	2	15:1	1,64	72	70	2	15:1	1,48	88	66	22	13:3	2,26	86	74	12	13:3	1,3
GC 84051-9-1	79	74	5	15:1	0	82	80	2	15:1	2,03	95	70	25	13:3	3,57	96	82	14	13:3	1,09

* O valor de χ^2 tabelado a 5% de probabilidade para 1 (um) grau de liberdade é de 3,84 em todos os casos.

Já no caso das fontes GC 84058-21-4, PI 408251, PI 379618 TC1, Nova Santa Rosa, PI 203398 (Abura), PI 423966, PI 416764 e PI 417115 a segregação observada tanto nos cruzamentos com a PI 230970 como nos cruzamentos com a PI 459025 foi de 15 resistentes para 1 suscetível (anexos 7 a 22). Isso indica que os genes de resistência à ferrugem asiática presentes nessas fontes estão em locos diferentes em relação aos locos Rpp2 e Rpp4, pois segregaram independentemente. Esse tipo de segregação de 15:1 indica uma interação entre genes de efeitos duplicados.

As fontes de resistência classificadas fora dos grupos Rpp2 e Rpp4 podem conter um ou mais genes de resistência localizados em locos não descritos na literatura ou podem ser formas alélicas alternativas em relação aos genes descritos nos locos Rpp1 e Rpp3, os quais tiveram a resistência quebrada pelo isolado 2003.

Já as fontes de resistência classificadas dentro de um dos grupos Rpp2 ou Rpp4, contém pelo menos um alelo dentro de um desses locos, podendo ser o mesmo alelo ou uma forma alélica diversa.

No caso da PI 408251 não foi observada segregação da geração F2 na segunda avaliação do cruzamento desta PI com a PI 459025. Tal fato pode ser devido à dificuldade de avaliação das lesões quando são muito iniciais e podem ser facilmente confundidas. Uma outra razão pode estar relacionada com a idade da planta, pois o padrão predominante de lesões pode passar de um tipo a outro ao longo do seu desenvolvimento. Isso é confirmado na terceira avaliação, onde se observa a presença de seis plantas com lesões TAN que não puderam ser observadas durante a segunda avaliação (anexo 10).

No cruzamento PI 423966 x PI 230970 foi também observada uma segregação de 63 resistentes para 1 suscetível (anexo 17) passando para proporção de 15 resistentes para 1 suscetível na terceira avaliação, indicando ser esta a proporção de segregação mais provável para esse cruzamento.

Como pode ser observado no anexo 23, a fonte GC 84051-9-1 quando cruzada com a PI 230970 produziu uma geração F2 que segregou na proporção de 15 resistentes para 1 suscetível, indicando, como nos casos anteriores, a presença de um gene de resistência diferente de Rpp2. Quando essa mesma fonte foi cruzada com a PI 459025, nas duas primeiras avaliações realizadas a geração F2 apresentou segregação na proporção de 15 resistentes para 1

suscetível, indicando a presença de um gene diferente de Rpp4 (anexo 24). Porém, como o número de indivíduos avaliados foi inferior a 60, foi realizado um segundo experimento, que apresentou segregação de 13 resistentes para 3 suscetíveis. Esses dados do segundo experimento confirmam a presença de um gene diferente de Rpp4, porém indicam que está ocorrendo interação gênica epistática que não pôde ser visualizada nas primeiras avaliações entre esse gene e o gene Rpp4. Dessa maneira, conclui-se que a fonte GC 84051-9-1 possui um gene novo de resistência à doença, ou seja, um gene diferente de Rpp2 e Rpp4.

Nos anexos 25 e 26 pode-se observar que a segregação observada na geração F2 do cruzamento da PI 398526 com a PI 230970 e também com a PI 459025 ocorreu na proporção de 13 resistentes para 3 suscetíveis. Esse tipo de segregação indica que na ausência do alelo Rpp2 dominante, são necessários os dois alelos RppX dominantes derivados da fonte testada para que o genótipo apresente reação RB. Nesse caso, temos que o genótipo $rpp2\ rpp2\ RppX\ rppX$ é suscetível à doença, e não resistente como seria esperado se esta interação gênica não estivesse presente.

No caso da PI 416819, a F2 resultante do seu cruzamento com a PI 230970 segregou, no primeiro experimento, na proporção de 13 resistentes para 3 suscetíveis, indicando a presença de dois genes diferentes e com epistasia semelhante à já descrita (anexo 27). Já no segundo experimento, a geração F2 apresentou segregação de 15 resistentes para 1 suscetível, o que indica também a presença de dois genes segregando independentemente. Como o segundo experimento foi realizado com um delineamento experimental mais apropriado, com maior controle das variações microambientais e maior número de indivíduos, pode-se inferir que a segregação apresentada na terceira avaliação do segundo experimento, 15 resistentes para 1 suscetível, seja a mais adequada. De qualquer forma, independente do tipo de epistasia, conclui-se que esta PI possui um gene de resistência diferente de Rpp2. No cruzamento desta mesma PI com a PI 459025, a F2 resultante segregou na proporção de 15 resistentes para 1 suscetível nos dois experimentos realizados, indicando a presença de um gene de resistência diferente de Rpp4 (anexo 28). Pode-se concluir então que a PI 416819 possui um gene de resistência que segrega independentemente em relação a Rpp2 e Rpp4 e diferente daqueles descritos em Rpp1 e Rpp3, uma vez que a resistência não foi quebrada pelo isolado 2003.

Para a PI 339866, PI 340050 e PI 417503, foi observado que no cruzamento com a PI 230970, a F2 apresentou segregação de 13 resistentes para 3 suscetíveis, indicando a presença de um gene de resistência diferente de Rpp2 e também a existência de epistasia entre esses dois genes (anexos 29, 31 e 33). No caso do cruzamento destas mesmas PIs com a PI 459025 observou-se segregação de 15 resistentes para 1 suscetível na geração F2, o que mostra a presença de um gene diferente de Rpp4 nestas PIs (anexos 30, 32 e 34). Também neste caso pode-se concluir então que a PI 339866, PI 340050 e PI 417503 possuem um gene novo de resistência à ferrugem asiática da soja para ser utilizado em programas de melhoramento.

A geração F2 resultante do cruzamento da PI 417421 com a PI 230970 segregou na proporção de 15 resistentes para 1 suscetível na segunda avaliação, e passou a segregar na proporção de 13 resistentes para 3 suscetíveis na avaliação seguinte (anexo 35). Devido à dificuldade de avaliação quando a planta ainda é muito jovem e as lesões são iniciais, a terceira avaliação foi tomada como base. Então, nesse caso, temos que a PI 417421 possui um gene de resistência diferente de Rpp2, com a presença de interação gênica entre eles. Foi observada uma segregação na proporção de 15 resistentes para 1 suscetível na F2 resultante do cruzamento desta mesma PI com a PI 459025, indicando também a presença de um gene de resistência diferente de Rpp4 (anexo 36). Conclui-se então que a PI 417421 apresenta um gene novo de resistência à doença.

Como pode ser observado nos anexos 37, 38, 39 e 40 a PI 203406 e a FT 87-17893 se comportaram de forma semelhante à PI 417421. Quando cruzadas com a PI 230970, a geração F2 proveniente destes cruzamentos segregou na proporção de 15 resistentes para 1 suscetível na segunda avaliação, passando a segregar na proporção de 13 resistentes para 3 suscetíveis na avaliação seguinte (anexos 37 e 39). Também no cruzamento destas fontes com a PI 459025, a geração F2 resultante dos cruzamentos apresentou comportamento semelhante à geração F2 do cruzamento PI 417421 x PI459025, ou seja, segregou na proporção de 15 resistentes para 1 suscetível (anexos 38 e 40). Desta forma, conclui-se, como no caso anterior, que a PI 203406 e FT 87-17893 possuem um gene de resistência à ferrugem em locos diferentes de Rpp2 e Rpp4, sendo que existe uma epistasia diferenciada entre esses novos genes e o gene Rpp2.

No caso da PI 417074 foi observado que a geração F2 proveniente do cruzamento desta PI com a PI 230970 segregou na proporção de 13 resistentes para 3 suscetíveis nas duas últimas avaliações realizadas, indicando a presença de um gene de resistência diferente de Rpp2 e com interação gênica epistática entre eles (anexo 41). Já no cruzamento com a PI 459025, a F2 resultante apresentou segregação de 15 resistentes para 1 suscetível também nas duas últimas avaliações realizadas, indicando a presença de um gene diferente de Rpp4 (anexo 42). Dessa forma, a PI 417074 possui um gene de resistência à ferrugem em um loco diferente de Rpp2 e Rpp4, ou seja, um gene novo de resistência.

Analisando-se os dados provenientes da geração F2 do cruzamento da PI 408205 com a PI 230970, observa-se que na segunda avaliação essa geração F2 segregou na proporção de 15 resistentes para 1 suscetível. Posteriormente, a mesma geração F2 passou a segregar na proporção de 13 resistentes para 3 suscetíveis na terceira avaliação (anexo 43). Portanto, a PI 408295 possui um gene de resistência diferente de Rpp2 e este gene apresenta algum tipo de interação gênica epistática diferente quando comparada com Rpp4. Do cruzamento desta mesma PI com a PI 459025, observa-se que a geração F2 resultante não apresenta segregação na segunda avaliação passando, porém, a segregar na proporção de 15 resistentes para 1 suscetível na avaliação seguinte (anexo 44). Devido a motivos já citados, tais como dificuldade de avaliação de plantas muito jovens e lesões iniciais, a terceira avaliação foi tomada como base para as conclusões em relação a essa PI. Desse modo, conclui-se que a PI 408205 possui um gene novo de resistência à ferrugem asiática, ou seja, um gene situado em um loco diferente de Rpp2 e Rpp4.

O cruzamento das fontes GC 84058-18-4 e PI 416810 com a PI 230970 produziu uma geração F2 que apresentou segregação na proporção de 15 resistentes para 1 suscetível em todas as avaliações realizadas, indicando a presença de um gene diferente de Rpp2 nessas duas fontes (anexos 45 e 47). Porém, o cruzamento da PI 416810 com a PI 459025 resultou em uma geração F2 que segregou na proporção de 13 resistentes para 3 suscetíveis também em todas as avaliações realizadas, indicando, da mesma forma, a presença de genes diferentes de Rpp4, porém com interação gênica epistática do tipo 13:3 entre esses genes e Rpp4 (anexo 48). Por outro lado, a fonte GC 84058-18-4 quando

cruzada com a PI 459025 produziu uma geração F2 que segregou na proporção de 13:3 no primeiro experimento e passou a segregar na proporção de 15 resistentes para 1 suscetível no segundo experimento (anexo 46). Desse modo, pode-se concluir que as fontes GC 84058-18-4 e PI 416810 possuem genes diferentes dos genes já descritos Rpp2 e Rpp4, ou seja, novos genes de resistência à doença.

A PI 200487 (Kinoshita) e a PI 423962 (Hyuuga) quando cruzadas com a PI 230970 produziram uma F2 que segregou na proporção de 15 resistentes para 1 suscetível em todas as avaliações realizadas, indicando estar presente nessas fontes um gene de resistência diferente de Rpp2 (anexos 49 e 51). Já no cruzamento com a PI 459025, as F2 produzidas apresentaram segregação de 13 resistentes para 3 suscetíveis, indicando também a presença de genes diferentes de Rpp4, porém com interação gênica epistática do tipo 13:3 entre eles (anexos 50 e 52). Nesse caso, pode-se concluir que tanto Kinoshita quanto Hyuuga possuem um gene novo de resistência à ferrugem, diferente de Rpp2 e Rpp4. Nota-se também, que esse tipo de segregação de 13:3 se manteve na geração F2 proveniente do cruzamento da PI 200487 com a PI 459025 mesmo no segundo experimento realizado com essa PI, confirmando que existe efetivamente uma interação gênica epistática do tipo 13:3 entre os genes presentes na Kinoshita e na PI 459025 (anexo 50).

No caso da PI 398513, quando cruzada tanto com a PI 230970 quanto com a PI 459025, foi produzida uma geração F2 que segregou na proporção de 13 resistentes para 3 suscetíveis na segunda avaliação, indicando a presença de um gene diferente de Rpp2 e Rpp4. Porém, na terceira avaliação realizada para ambos os cruzamentos, a F2 apresentou uma segregação de 3 resistentes para 1 suscetível (anexos 53 e 54). Esse tipo de segregação seria esperado se fosse realizado o cruzamento de uma fonte resistente com uma suscetível. Foi observado que a geração parental da PI 398513 apresentou efetivamente lesões de suscetibilidade, o que indica que essa fonte deixou de ser resistente. Como foi utilizado o isolado proveniente da variedade BRSMS Bacuri, ou seja, o isolado que quebrou a resistência de Rpp1 e Rpp3, provavelmente esse isolado quebrou também a resistência desse genótipo, motivo pelo qual a geração F2 passou a segregar na proporção de 3 resistentes para 1 suscetível. Assim, conclui-se que a

PI 398513 possui um gene novo de resistência à ferrugem, diferente de Rpp2 e Rpp4, porém esse gene já não é mais resistente a todos os isolados do fungo.

Já a PI 407912 e a PI 398507 quando cruzadas com a PI 230970 produziram gerações F2 que apresentaram segregação na proporção de 13 resistentes para 3 suscetíveis na segunda avaliação e passaram a segregar na proporção de 3 resistentes para 1 suscetível na avaliação posterior, indicando, como no caso da PI 398513, que as duas fontes, PI 407912 e PI 398507, possuem genes de resistência diferentes de Rpp2, existindo interação gênica epistática entre eles (anexos 55 e 57). Quando as mesmas PIs foram cruzadas com a PI 459025, observou-se que a geração F2 proveniente desses cruzamentos segregaram na proporção de 15 resistentes para 1 suscetível na segunda avaliação e passaram a segregar na proporção de 3 resistentes para 1 suscetível na avaliação seguinte, indicando a presença de um gene de resistência diferente de Rpp4 (anexos 56 e 58). Analisando-se os anexos 55 a 58, observa-se que em todos os casos, nas terceiras avaliações, apesar de serem aceitas as proporções de 3 resistentes para 1 suscetível, a proporção de 13 resistentes para 3 suscetíveis não é rejeitada. A segregação de 13:3 talvez seja um indício de que a resistência apresentada pela fonte está quebrando. Como as gerações parentais da PI 407912 e PI 398507 apresentaram suscetibilidade durante o experimento pode-se concluir que ambas possuíam um novo gene de resistência, ou seja, um gene diferente de Rpp2 e Rpp4, porém este gene já foi quebrado por algum isolado do fungo causador da ferrugem.

Os anexos 59 e 60 mostram os resultados da segregação da geração F2 resultante do cruzamento da PI 398781 com a PI 230970 e PI 398781 com a PI 459025. Em ambos os casos, foi observada uma segregação na proporção de 15 resistentes para 1 suscetível na segunda avaliação, indicando a presença de um gene diferente tanto de Rpp2 como de Rpp4. Na terceira avaliação foram observadas segregações nas proporções de 3 resistentes para 1 suscetível, sem rejeição da hipótese de segregação na proporção de 13 resistentes para 3 suscetíveis, indicando efetivamente a presença de um gene de resistência diferente de Rpp2 e Rpp4, com interações epistáticas entre esses genes, o que pode ter contribuído para a quebra da resistência da PI 398781, uma vez que a geração parental apresentou lesões de suscetibilidade à doença.

A PI 398561 também é um caso de quebra de resistência, uma vez que a geração parental apresentou lesões TAN durante as avaliações. O cruzamento desta PI com a PI 230970 produziu uma F2 que segregou na proporção de 13 resistentes para 3 suscetíveis na segunda avaliação e passou a segregar na proporção de 3 resistentes para 1 suscetível na avaliação seguinte, indicando a presença de um gene diferente de Rpp2 nessa PI (anexo 61). O cruzamento da PI 398561 com a PI 459025 produziu uma geração F2 que segregou na proporção de 15 resistentes para 1 suscetível na segunda avaliação e passou a segregar na proporção de 3 resistentes para 1 suscetível na avaliação posterior, indicando a presença de um gene diferente também de Rpp4 (anexo 62). Pode-se concluir então que a PI 398561 possui um gene novo de resistência à ferrugem, diferente de Rpp2 e Rpp4, porém este gene já foi quebrado por algum isolado do fungo causador da doença.

No caso da fonte IPB 77-257, são aceitas duas hipóteses de segregação da geração F2 proveniente do cruzamento com a PI 230970. Nas duas avaliações realizadas são aceitas as hipóteses de segregação na proporção de 13 resistentes para 3 suscetíveis e também na proporção de 3 resistentes para 1 suscetível (anexo 63). Como a geração parental apresentou lesões de suscetibilidade, isso indica que essa fonte possui um gene de resistência diferente de Rpp2 que já foi quebrado pelo fungo da ferrugem. O cruzamento IPB 77-257 x PI 459025 produziu uma geração F2 que segregou na proporção de 15 resistentes para 1 suscetível na segunda avaliação e passou a segregar na proporção de 13 resistentes para 3 suscetíveis na terceira avaliação sem rejeitar a hipótese de segregação na proporção de 3 resistentes para 1 suscetível (anexo 64). Esse fato mostra que o gene de resistência presente nessa fonte é também diferente de Rpp4. Conclui-se então que IPB 77-257 possui um gene novo de resistência à ferrugem, porém este gene também já foi quebrado, deixando de ser resistente.

Já no caso da geração F2 proveniente do cruzamento da fonte BR 86-448 com a PI 230970 a segregação na proporção de 13 resistentes para 3 suscetíveis obtida na segunda avaliação, passando a segregar na proporção de 3 resistentes para 1 suscetível na avaliação seguinte indica que essa PI possui um gene de resistência diferente de Rpp2 (anexo 65). Quando essa mesma fonte foi cruzada com a PI 459025, as gerações F2 produzidas segregaram na proporção de 15

resistentes para 1 suscetível, indicando a presença de um gene diferente de Rpp4 (anexo 66). Como a geração parental da fonte testada apresentou lesões de suscetibilidade e a geração F2 proveniente do cruzamento dessa fonte com a PI 230970 segregou na proporção de 3:1, seria possível concluir que essa fonte teria sua resistência quebrada. Entretanto, a segregação de dois genes independentes obtida no teste com Rpp4 não permite tirar essa conclusão. Portanto, mais estudos devem ser realizados antes que se chegue a uma conclusão definitiva sobre o genótipo BR 86-448.

Tabela 3. Resultados gerais e conclusões do teste de alelismo.

Fontes	Proporção com Rpp2	Proporção com Rpp4	Conclusão
PI 197182	1:0	15:1	Loco Rpp2
PI 230971	1:0	13:3	Loco Rpp2
PI 417125	1:0	15:1	Loco Rpp2
GC 84058-21-4	15:1	15:1	Novo gene
PI 408251	15:1	15:1	Novo gene
PI 379618 TC1	15:1	15:1	Novo gene
Nova Santa Rosa	15:1	15:1	Novo gene
PI 203398 (Abura)	15:1	15:1	Novo gene
PI 423966	15:1	15:1	Novo gene
PI 416764	15:1	15:1	Novo gene
PI 417115	15:1	15:1	Novo gene
GC 84051-9-1	15:1	15:1	Novo gene
PI 398526	13:3	13:3	Novo gene
PI 416819	13:3	15:1	Novo gene
PI 339866	13:3	15:1	Novo gene
PI 340050	13:3	15:1	Novo gene
PI 417503	13:3	15:1	Novo gene
PI 417421	13:3	15:1	Novo gene
PI 203406	13:3	15:1	Novo gene
FT 87-17893	13:3	15:1	Novo gene
PI 417074	13:3	15:1	Novo gene
PI 408205	13:3	15:1	Novo gene
GC 84058-18-4	15:1	13:3	Novo gene
PI 416810	15:1	13:3	Novo gene
PI 200487 (Kinoshita)	15:1	13:3	Novo gene
PI 423962 (Hyuuga)	15:1	13:3	Novo gene
PI 398513	3:1	3:1	Quebrou
PI 407912	3:1	3:1	Quebrou
PI 398507	3:1	3:1	Quebrou
PI 398781	3:1	3:1	Quebrou
PI 398561	3:1	3:1	Quebrou
IPB 77-257	3:1	3:1	Quebrou
BR 86-448	3:1	15:1	Sem conclusão

Dessa forma, os resultados dos testes de alelismo realizados neste estudo genético permitiram a identificação de 3 fontes cujos genes de resistência estão no loco Rpp2, 23 fontes com novos genes de resistência, 6 fontes com novos genes de resistência que já foram quebrados pelo fungo da ferrugem asiática e uma fonte com resultado para Rpp2 e Rpp4 que não admite conclusão (tabela 3).

Referências

ARIAS, C. A. A.; BROGIN, R. L.; YORINORI, J. T.; KIIHL, R. A. S.; TOLEDO, J. F. F. Um gene dominante determinando a resistência da cultivar FT – 2 à ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: SBMP, 2003. 7p. 1 CD-ROM.

BROMFIELD, K. R.; HARTWIG, E. E. Resistance to soybean rust and mode of inheritance. **Crop Science**, v. 20, n. 2, p. 254 – 255, 1980.

BROMFIELD, K. R.; MELCHING, J. S. Sources of specific resistance to soybean rust. **Phytopatology**, v. 72, p. 706, 1982.

HARTWIG, E. E. Identification of a fourth major genes conferring resistance to rust in soybeans. **Crop Science**, v. 26, p. 1135 – 1136, 1986.

McLEAN, R. J.; BYTH, D. E. Inheritance of resistance to rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in soybeans. **Australian Journal Agricultural Research**, v. 31, p. 951 – 956, 1980.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Foram identificadas 23 fontes com novos genes de resistência à ferrugem asiática da soja, diferentes dos já estudados Rpp1, Rpp2, Rpp3 e Rpp4;
- Três fontes apresentaram genes de resistência no mesmo loco Rpp2, podendo ser o mesmo alelo ou uma forma alélica diversa;
- Seis fontes apresentaram novos genes de resistência, porém estes genes já foram quebrados pelo fungo da ferrugem asiática e uma fonte com resultado para Rpp2 e Rpp4 que não permite conclusão;
- Um próximo passo a ser realizado após este estudo é o cruzamento entre as fontes nas quais foram identificados genes novos de resistência que ainda não foram quebrados para elucidar o número exato de locos de resistência identificados;
- Plantas muito jovens com lesões iniciais apresentam dificuldade de avaliação, uma vez que essas lesões apresentam tonalidade muito clara e pode-se facilmente confundir lesões de resistência e suscetibilidade. Portanto, as avaliações realizadas entre 20 e 27 dias após a inoculação dos esporos do fungo *Phakopsora pachyrhizi* permitem maior segurança para a análise dos dados em relação às avaliações realizadas antes desse período;
- O primeiro experimento apresentou maiores dificuldades durante as avaliações em função do modo como as plantas estavam distribuídas na casa-de-vegetação. A metodologia utilizada no segundo experimento mostrou-se mais adequada, uma vez que uniformizou as variações microambientais dentro de cada cruzamento.

REFERÊNCIAS

ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. de M. **A cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. 535p.

ARIAS, C. A. A.; BROGIN, R. L.; YORINORI, J. T.; KIIHL, R. A. S.; TOLEDO, J. F. F. Um gene dominante determinando a resistência da cultivar FT – 2 à ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2., 2003, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro: SBMP, 2003. 7p. 1 CD-ROM.

BASAVARAJA, G. T.; PATIL, P. V.; NAIDU, G. K.; SALIMATH, P. M. Induced mutations for enhancing resistance to rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in soybean (*Glycine max*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.74, n.11, p.620-622, 2004.

BENCHIMOL, R. L.; ANDRADE, E. B.; ELHUSNY, J. C.; BARRIGA, J. P. Ferrugem asiática da soja chega ao Pará. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DAREGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 26., 2004, Ribeirão Preto. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2004. p.137. (Embrapa Soja. Documentos, 234).

BERGAMIN FILHO, A. Epidemiologia comparativa: ferrugem da soja e outras doenças. In: ZAMBOLIM, L. (ed.). **Ferrugem asiática da soja**. 1ª ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 15-35.

BONATO, E. R.; BONATO, A. L. V. **A soja no Brasil: história e estatística**. Londrina: Embrapa – CNPSo, 1997. 61p. (Embrapa – CNPSo. Documentos, 21).

BONDE, M. R.; PETERSON, G. L. Research at the USDA, ARS containment facility on soybean rust and its causal agent. In: SOYBEAN RUST WORKSHOP, 1995, Urbana. **Proceedings...** Urbana: College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences: National Soybean Research Laboratory, 1995. p.12-17 (Publication Number 1).

BROMFIELD, K. R. World soybean rust situation. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 1976, Danville. **Proceedings...** Danville: The Interstate, 1976. p. 491-500.

BROMFIELD, K. R.; HARTWIG, E. E. Resistance to soybean rust and mode of inheritance. **Crop Science**, v. 20, n. 2, p. 254 – 255, 1980.

BROMFIELD, K. R.; MELCHING, J. S. Sources of specific resistance to soybean rust. **Phytopatology**, v. 72, p. 706, 1982.

CALDWELL, P.; LAING, M.; JULIAN, W. Soybean rust – an important new disease on soybeans. <http://www.saspp.org/archived_articles/Pat_CaldwellJan2002.php.

CAMARGO, L. E. A.; BERGAMIN FILHO, A. Controle Genético. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.). **Manual de Fitopatologia**. V.1. 3ª ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. p.729 – 760.

CARVALHO JUNIOR, A. A. & FIGUEREDO, M. B. A verdadeira identidade da ferrugem da soja no Brasil. **Summa Phytopathologica**, v. 26, p. 197 - 200. 2000.

CHUNWONGSE, J.; CHUNWONGSE, C.; RAXSAPAN, A.; POKEPRASET, A.; PANITCHAYATHUM, N.; PHUMICHA, C.; NUNTAPUNT, M.; DANGPRADUB, S.; TEPJUN, V.; SRISOMBUN, S. Identification of DNA Marker associated with soybean rust resistance. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguassu. **Abstracts of contributed papers and posters**. Londrina: Embrapa Soybean, 2004. p. 318. (Embrapa Soja. Documentos, 228).

Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). Central de informações agropecuárias. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=10>> Acessado em 02/12/2006.

DELPONTE, E. M.; GODOY, C. V.; LI, X.; YANG, X. B. Predicting severity of Asian soybean rust epidemics with empirical rainfall models. **Phytopathology**, v. 96, n. 7, p. 797-803, 2006.

D'UTRA, G. Soja. **Jornal do Agricultor**, v. 4, n. 168, p. 185 – 186, 1882.

DAFFERT, F. W. **Relatório Anual do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo**. Campinas, 1982. 26p.

DESLANDES, J. A. Ferrugem da soja e de outras leguminosas causadas por *Phakopsora pachyrhizi* no Estado de Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, v. 4, p. 337–339, 1979.

FREDERICK, R. D.; SNYDER, C.; PETERSON, J.; BONDEM, R. Polymerase chain reaction assays for the detection and discrimination of the soybean rust pathogens *Phakopsora pachyrhizi* and *P. meibomia*. **Phytopathology**, v. 92, n. 2, p. 217-227, 2002.

GODOY, C. V.; CANTERI, M. G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa-de-vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, v. 29, p. 97-101, 2004.

GODOY, C. V.; CANTERI, M. G.; SEIXAS, C. D. S.; YORINORI, J. T.; SOARES, R. M. Brazilian strategies for soybean rust management. **Phytopathology**, v. 95, n. 6, p. S144, 2005. Suplemento.

GREEN, A. **Soybean rust**. Pests not known to occur in the United States or of limited distribution. Nº 56. **USDA-APHIS-PPQ**. 1984.

HARTWIG, E. E. Identification of a fourth major genes conferring resistance to rust in soybeans. **Crop Science**, v. 26, p. 1135 – 1136, 1986.

HARTWIG, E. E.; BROMFIELD, K. R. Relationship among three genes conferring specific resistance to rust in soybean. **Crop Science**, v. 23, p. 237-239. 1983.

HASSE, G.; BUENO, F. **O Brasil da soja: abrindo fronteiras, semeando cidades**. Porto Alegre: Ceval Alimentos/LP. 1996. 256p.

HENNEN, J. F. The taxonomy of the rusts. In: RUST WORKSHOP, 1995, Urbana. **Proceedings**... Urbana: College of Agricultural, Consumer, and Environmental Sciences: Natural Soybean Research Laboratory, 1996. p. 29-32 (Publication Number 1) Editado por J. B. Sinclair, G. L. Hartman.

McLEAN, R. J.; BYTH, D. E. Resistance of soybean to rust in Australia. **Australian Plant Pathology Society Newsletter**, v. 5, n. 3, p. 34-36, 1976.

McLEAN, R. J.; BYTH, D. E. Inheritance of resistance to rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in soybeans. **Australian Journal Agricultural Research**, v. 31, p. 951 – 956, 1980.

MELCHING, J.S.; BROMFIELD, K.R.; KINGSOLVER, C.H. Infection, colonization and redospores production on Wayne soybean by four cultures of *Phakopsora pachyrhizi*, the cause of soybean rust. **Phytopathology**, St. Paul, v. 69, n. 12, p. 1262-1265, 1979.

MINSEN, G. A soja. **Revista Agrícola do Rio Grande do Sul**. Pelotas, v. 5, n. 1, p. 2 – 4, 1901.

MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981.

MORELPAIVA, W. **Royadela soja**. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA, Subsecretaría de Agricultura, Dirección de Investigación Agrícola, Centro Regional de Investigación Agrícola – CRIA, Capitan Miranda, Itapúa, Paraguay. Comunicado Técnico – Reporte Oficial, Série Fitopatología, 1, Junio de 2001.

OGLE, H. J.; BYTH, D. E.; McLEAN, R. J. Effect of rust (*Phakopsora pachyrhizi*) on soybean yield and quality on south-eastern Queensland. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 30, p. 883 – 893, 1979.

ONO, Y., BURITICA, P. & HENNEN, J.F. Delimitation of *Phakopsora*, *Physopella* and *Cerotelium* and their species on Leguminosae. **Mycological Research**, v. 96, p. 825 - 850. 1992.

PASCHOLATI, S.F.; LEITE, B. Hospedeiro: Mecanismos de Resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.). **Manual de Fitopatologia**. V.1. 3ª ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. p.417 – 453.

POONPOLGUL, S. Country Report: how soybean rust is managed in Thailand. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz de Iguaçu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa Soybean, 2004. p. 335 – 339.

RAHANGDALE, S.R.; RAUT, V.M. Genetics of rust resistance in soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Indian Journal of Genetic**, v.64, n.2, p.121 –124, 2004.

REIS, E. M.; CASA, R. T.; MICHEL, C. Ocorrência de epidemia da ferrugem da soja no Rio Grande do Sul na safra 2001/2002. **Fitopatologia Brasileira** (Suplemento). 2002.

ROESSING, A. C. Impacto econômico da ocorrência da ferrugem asiática na soja. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/alerta/ver_alerta.php?cod_pagina_sa=142> Publicado em 20/04/2006 e acessado em 02/12/2006.

ROGERS, J.; REDDING, J. USDA confirms soybean rust in United States. APHIS News Releasen. 0498.04. Disponível em: <<http://www.usda.gov>> Acesso em: 10 nov. 2004.

SILVA, J. C.; MAIA, G. L.; MEYER, M. C. Occurrence of Asian soybean rust on irrigated fields in Maranhão, Brazil. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguassu. **Abstracts of contributed papers and posters**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. P.85 (Embrapa Soja. Documentos, 228).

SINCLAIR, J.B.; HARTMAN, G.L. **Soybean rust workshop**. Urbana, Illinois. Proceedings, 1996.

SINCLAIR, J. B.; HARTMAN, G. L. Soybean rust. In: HARTMAN, G. L.; SINCLAIR, J.B.; RUPE, J.C. (Ed.). **Compendium of soybean diseases**. 4ed. St. Paul, Minnesota: American Phytopathological Society, 1999. p. 25-26.

Sistema de Alerta Embrapa (a). Ministério da Agricultura indica interrupção do plantio por 90 dias. Publicado em 06/07/2005 e acessado em 08/01/2007. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/alerta/ver_alerta.php?cod_pagina_sa=81&cultura=1>

SMUTKUPTS, S.; WONGPIYASATID, A.; LAMSEEJAN, S. A report on induced mutations for soybean rust resistance. **Soybean Genetics Newsletter**, v.8, p.122- 125, 1981.

SMUTKUPTS, S.; WONGPIYASATID, A.; LAMSEEJAN, S. A second report on induced mutations for soybean rust resistance. **Soybean Genetics Newsletter**, v.9, p.103-107, 1982.

Tecnologia de Produção de soja – Região Central do Brasil 2005. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste: Fundação Meridional, 2004. 239 p. (Embrapa Soja. Sistemas de Produção, 6).

TSCHANZ, A.T.; WANG, T.C.; TSAI, B.Y. Recent advances in soybean rust research. In: SYMPOSIUM [ON] SOYBEAN IN TROPICAL AND SUBTROPICAL CROPPING SYSTEMS, 1983, Tsukuba. **Proceedings...** Shanhua: AVRDC, 1985. p. 237 – 245.

VANDERPLANK, J. E. **Disease resistance in plants**. New York: Academic Press, 1968.

VERNETTI, F. de J. História e importância da soja no Brasil. **A Lavoura**, v. 81, p. 21 – 24, nov./dez. 1977.

WRATHER, J. A.; ANDERSON, T. R.; ARSYAD, D. M.; GAI, L.; PLOPER, L. D.; PORTA-PUGLIA, A.; RAM, H. H.; YORINORI, J. T. Soybean disease loss estimates for the top 10 soybean producing countries in 1994. **Plant Disease**, v. 81, n. 1, p. 107 – 110, 1997.

YEH, C. C. Differential reactions of *Phakopsora pachyrhizi* on soybean in Taiwan. In: SYMPOSIUM [ON] SOYBEAN IN TROPICAL AND SUBTROPICAL CROPPING SYSTEMS, 1983, Tsukuba. **Proceedings...** Shanhua: AVRDC, 1985. p. 247 – 250.

YORINORI, J. T. Situação atual das doenças potenciais no conesul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2, 2002, Foz de Iguaçu. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2002, p. 171 – 187.

YORINORI, J. T.; PAIVA, W. M.; FREDERICK, R. D.; FERNANDEZ, F. T. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai. In: Congresso Brasileiro de Soja, 2., 2002, Foz de Iguaçu. **Resumos do Congresso Brasileiro de Soja e Mercosojá 2002**. Londrina: Embrapa Soja, 2002. 393p.

YORINORI, J. T.; UTIAMADA, C. M.; SATO, L. N.; MUTTA, F. T. T.; ROIM, F. B. Perda ocasionada pela ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, p. S210, 2003. Suplemento.

YORINORI, J. T.; NUNES JUNIOR, J.; LAZZAROTTO, J. J. **Ferrugem "asiática" da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 36 p. (Embrapa Soja. Documentos, 247).

YORINORI, J. T.; LAZZAROTTO, J. J. **Situação da ferrugem asiática da soja no Brasil e na América do Sul**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 27 p. (Embrapa Soja. Documentos, 236).

ANEXOS

Para todos os anexos:

O = número observado; E = número esperado; GL = graus de liberdade;
 χ^2 = valores calculados de qui-quadrado; P = probabilidade.

Anexo 1 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 197182.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 60						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
1:0	RB	60	60	1	-	-
	TAN	0	0	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 60						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
1:0	RB	60	60	1	-	-
	TAN	0	0	1		

Anexo 2 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 197182.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 101						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	96	94,688	1	0,2913	0,5894
	TAN	5	6,313	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 101						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	92	94,688	1	1,2200	0,2694
	TAN	9	6,313	1		

Anexo 3 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 230971.

1º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 81						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
63:1	RB	79	79,734	1	0,4323	0,5109
	TAN	2	1,266	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 87						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
63:1	RB	85	85,641	1	0,3071	0,5794
	TAN	2	1,359	1		
2º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 89						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	84	83,4375	1	0,0607	0,8054
	TAN	5	5,5625	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 92						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
1:0	RB	92	92	1	-	-
	TAN	0	0	1		

Anexo 4 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 230971.

1º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 61						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	60	57,188	1	2,2135	0,1368
	TAN	1	3,813	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 61						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	58	57,188	1	0,1849	0,6672
	TAN	3	3,813	1		
2º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 95						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	76	77,1875	1	0,0974	0,7549
	TAN	19	17,8125	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 95						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	83	77,1875	1	2,3344	0,1265
	TAN	12	17,8125	1		

Anexo 5 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 417125.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 99						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
1:0	RB	99	99	1	-	-
	TAN	0	0	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 95						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
1:0	RB	95	95	1	-	-
	TAN	0	0	1		

Anexo 6 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 417125.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 56						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	55	52,5	1	1,9048	0,1675
	TAN	1	3,5	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 65						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	59	60,938	1	0,9851	0,3209
	TAN	6	4,063	1		

Anexo 7 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x GC 84058-21-4.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 81						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	77	75,938	1	0,2380	0,6256
	TAN	4	5,063	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 89						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	81	83,438	1	1,1388	0,2859
	TAN	8	5,563	1		

Anexo 8 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x GC 84058-21-4.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 69						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	68	64,688	1	2,7144	0,0994
	TAN	1	4,313	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 69						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	64	64,688	1	0,1167	0,7326
	TAN	5	4,313	1		

Anexo 9 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 408251.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 82						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	80	76,875	1	2,0325	0,1540
	TAN	2	5,125	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 83						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	81	77,813	1	2,0895	0,1483
	TAN	2	5,188	1		

Anexo 10 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 408251.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 88						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
63:1	RB	88	86,625	1	1,3968	0,2373
	TAN	0	1,375	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 88						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	82	82,5	1	0,0485	0,8257
	TAN	6	5,5	1		

Anexo 11 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 379618 TC1.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 140						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	135	131,25	1	1,7143	0,1904
	TAN	5	8,75	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 140						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	128	131,25	1	1,2876	0,2565
	TAN	12	8,75	1		

Anexo 12 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 379618 TC1.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 72						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	70	67,5	1	1,4815	0,2235
	TAN	2	4,5	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 76						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	71	71,25	1	0,0140	0,9057
	TAN	5	4,75	1		

Anexo 13 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x Nova Santa Rosa.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 117						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	112	109,688	1	0,7803	0,3770
	TAN	5	7,313	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 117						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	106	109,688	1	1,9829	0,1591
	TAN	11	7,313	1		

Anexo 14 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x Nova Santa Rosa.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 79						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	76	74,063	1	0,8113	0,3677
	TAN	3	4,938	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 79						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	75	74,063	1	0,1900	0,6629
	TAN	4	4,938	1		

Anexo 15 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 203398 (Abura).

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 94						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	90	88,125	1	0,6383	0,4243
	TAN	4	5,875	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 100						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	95	93,75	1	0,2667	0,6056
	TAN	5	6,25	1		

Anexo 16 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 203398 (Abura).

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 100						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	98	93,75	1	3,0827	0,0791
	TAN	2	6,25	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 100						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	93	93,75	1	0,0960	0,7567
	TAN	7	6,25	1		

Anexo 17 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 423966.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 87						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
63:1	RB	86	85,641	1	0,0963	0,7563
	TAN	1	1,359	1		
15:1	RB	86	81,563	1	3,8633	0,0494
	TAN	1	5,438	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 87						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	82	81,563	1	0,0376	0,8462
	TAN	5	5,438	1		

Anexo 18 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 423966.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 79						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	78	74,063	1	3,3498	0,0672
	TAN	1	4,938	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 79						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	77	74,063	1	1,8645	0,1721
	TAN	2	4,938	1		

Anexo 19 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 416764.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 66						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	59	61,875	1	2,1374	0,1437
	TAN	7	4,125	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 67						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	60	62,8125	1	2,0149	0,1558
	TAN	7	4,1875	1		

Anexo 20 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 416764.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 97						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	86	83,4375	1	1,2592	0,2618
	TAN	3	5,5625	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 100						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	88	89,0625	1	0,2028	0,6525
	TAN	7	5,9375	1		

Anexo 21 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 417115.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 87						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	86	81,563	1	3,8633	0,0494
	TAN	1	5,438	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 94						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	87	88,125	1	0,2298	0,6317
	TAN	7	5,875	1		

Anexo 22 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 417115.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 73						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	72	68,438	1	2,9675	0,0850
	TAN	1	4,563	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 75						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	73	70,313	1	1,6439	0,1998
	TAN	2	4,688	1		

Anexo 23 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x GC 84051-9-1.

1º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 111						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
1:0	RB	111	111	1	-	-
	TAN	0	0	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 111						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	108	104.063	1	2.3842	0.1226
	TAN	3	6.938	1		
2º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 79						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	74	74.0625	1	0.0008	0.9768
	TAN	5	4.9375	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 82						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	80	76.875	1	2.0325	0.1540
	TAN	2	5.125	1		

Anexo 24 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x GC 84051-9-1.

1º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 52						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
1:0	RB	52	52	1	-	-
	TAN	0	0	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 53						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	52	49.688	1	1.7224	0.1894
	TAN	1	3.313	1		
2º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 95						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	70	77.1875	1	3.5695	0.0589
	TAN	25	17.8125	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 96						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	82	78	1	1.0940	0.2956
	TAN	14	18	1		

Anexo 25 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 398526.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 96						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	81	78	1	0,6154	0,4328
	TAN	15	18	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 97						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	76	78,813	1	0,5352	0,4644
	TAN	21	18,188	1		

Anexo 26 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 398526.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 79						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	72	74,063	1	0,9185	0,3379
	TAN	7	4,938	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 79						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	69	64,188	1	1,9246	0,1654
	TAN	10	14,813	1		

Anexo 27 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 416819.

1º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 80						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	66	65	1	0,0821	0,7745
	TAN	14	15	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 80						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	67	65	1	0,3282	0,5667
	TAN	13	15	1		
2º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 95						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	72	77,1875	1	1,8594	0,1727
	TAN	23	17,8125	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 96						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	87	90	1	1,6000	0,2059
	TAN	9	6	1		

Anexo 28 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 416819.

1º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 79						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
1:0	RB	79	79	1	-	-
	TAN	0	0	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 86						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	83	80,625	1	1,1194	0,2901
	TAN	3	5,375	1		
2º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 97						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	81	78,8125	1	0,3238	0,5693
	TAN	16	18,1875	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 97						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	91	90,9375	1	0,0007	0,9791
	TAN	6	6,0625	1		

Anexo 29 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 339866.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 117						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	107	109,688	1	1,0532	0,3048
	TAN	10	7,313	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 117						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
3:1	RB	96	87,75	1	3,1026	0,0782
	TAN	21	29,25	1		
13:3	RB	96	95,063	1	0,0493	0,8242
	TAN	21	21,938	1		

Anexo 30 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 339866.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 87						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	86	81,563	1	3,8633	0,0494
	TAN	1	5,438	1		
63:1	RB	86	85,641	1	0,0963	0,7563
	TAN	1	1,359	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 87						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	85	81,563	1	2,3180	0,1279
	TAN	2	5,438	1		

Anexo 31 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 340050.

2ª Avaliação						
Proporção	Lesão	Nº total de plantas = 88			X ²	P
		O	E	GL		
13:3	RB	76	71.5	1	1.5105	0.2191
	TAN	12	16.5	1		
3ª Avaliação						
Proporção	Lesão	Nº total de plantas = 88			X ²	P
		O	E	GL		
13:3	RB	67	71.5	1	1.5105	0.2191
	TAN	21	16.5	1		

Anexo 32 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 340050.

2ª Avaliação						
Proporção	Lesão	Nº total de plantas = 59			X ²	P
		O	E	GL		
1:0	RB	59	59	1	-	-
	TAN	0	0	1		
3ª Avaliação						
Proporção	Lesão	Nº total de plantas = 69			X ²	P
		O	E	GL		
15:1	RB	67	64.688	1	1.3231	0.2500
	TAN	2	4.313	1		

Anexo 33 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 417503.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 95						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	84	77,188	1	3,2070	0,0733
	TAN	11	17,813	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 103						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	90	83,688	1	2,5397	0,1110
	TAN	13	19,313	1		

Anexo 34 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 417503.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 70						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	67	65,625	1	0,4610	0,4972
	TAN	3	4,375	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 76						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	72	71,25	1	0,1263	0,7223
	TAN	4	4,75	1		

Anexo 35 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 417421.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 82						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	79	76,875	1	0,9398	0,3323
	TAN	3	5,125	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 82						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	66	66,625	1	0,0313	0,8596
	TAN	16	15,375	1		

Anexo 36 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 417421.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 96						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	92	90	1	0,7111	0,3991
	TAN	4	6	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 103						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	94	96,563	1	1,0876	0,2970
	TAN	9	6,438	1		

Anexo 37 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 203406.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 95						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	89	89,063	1	0,0007	0,9790
	TAN	6	5,938	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 101						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	88	82,063	1	2,2914	0,1301
	TAN	13	18,938	1		

Anexo 38 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 203406.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 96						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	93	90	1	1,6000	0,2059
	TAN	3	6	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 102						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	95	95,625	1	0,0654	0,7982
	TAN	7	6,375	1		

Anexo 39 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x FT 87-17893.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 73						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	65	68,438	1	2,7616	0,0966
	TAN	8	4,563	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 80						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	67	65	1	0,3282	0,5667
	TAN	13	15	1		

Anexo 40 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x FT 87-17893.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 105						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	98	98,438	1	0,0310	0,8601
	TAN	7	6,563	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 100						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	90	93,75	1	2,4000	0,1213
	TAN	10	6,25	1		

Anexo 41 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 417074.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 118						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	103	95,875	1	2,8240	0,0929
	TAN	15	22,125	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 117						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	90	95,0625	1	1,4379	0,2305
	TAN	27	21,9375	1		

Anexo 42 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 417074.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 79						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	77	74,063	1	1,8645	0,1721
	TAN	2	4,938	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 81						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	74	75,938	1	0,7905	0,3739
	TAN	7	5,063	1		

Anexo 43 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 408205.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 72						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	68	67,5	1	0,0593	0,8077
	TAN	4	4,5	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 71						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	57	57,688	1	0,0437	0,8345
	TAN	14	13,313	1		

Anexo 44 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 408205.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 91						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
1:0	RB	91	91	1	-	-
	TAN	0	0	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 91						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	89	85,313	1	2,5506	0,1103
	TAN	2	5,688	1		

Anexo 45 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x GC 84058-18-4.

1º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 81						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	79	75,938	1	1,9765	0,1598
	TAN	2	5,063	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 81						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	72	75,938	1	3,2656	0,0707
	TAN	9	5,063	1		
2º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 68						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	61	63,75	1	1,8980	0,1683
	TAN	7	4,25	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 68						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	64	63,75	1	0,0157	0,9003
	TAN	4	4,25	1		

Anexo 46 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x GC 84058-18-4.

1º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 97						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	86	78,813	1	3,4961	0,0615
	TAN	11	18,188	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 97						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	81	78,813	1	0,3239	0,5693
	TAN	16	18,188	1		
2º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 81						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	76	75,9375	1	0,0008	0,9771
	TAN	5	5,0625	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 80						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	79	75	1	3,4133	0,0647
	TAN	1	5	1		

Anexo 47 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 416810.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 73						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	69	68,438	1	0,0741	0,7855
	TAN	4	4,563	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 73						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	68	68,438	1	0,0447	0,8326
	TAN	5	4,563	1		

Anexo 48 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 416810.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 98						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	83	79,625	1	0,7630	0,3824
	TAN	15	18,375	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 98						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	82	79,625	1	0,3778	0,5388
	TAN	16	18,375	1		

Anexo 49 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 200487 (Kinoshita).

1º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 67						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	64	62,813	1	0,3594	0,5488
	TAN	3	4,188	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 74						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	71	69,375	1	0,6090	0,4352
	TAN	3	4,625	1		
2º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 75						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	73	70,3125	1	1,6436	0,1998
	TAN	2	4,6875	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 74						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	70	67,5	1	1,4815	0,2235
	TAN	2	4,5	1		

Anexo 50 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 200487 (Kinoshita).

1º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 96						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	91	90	1	0,1778	0,6733
	TAN	5	6	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 96						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	85	78	1	3,3504	0,0672
	TAN	11	18	1		
2º EXPERIMENTO						
2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 88						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	66	71,5	1	2,2564	0,1331
	TAN	22	16,5	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 86						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	74	69,875	1	1,2987	0,2544
	TAN	12	16,125	1		

Anexo 51 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 423962 (Hyyuga).

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 67						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	65	62,813	1	1,2193	0,2695
	TAN	2	4,188	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 67						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	62	62,813	1	0,1680	0,6819
	TAN	5	4,188	1		

Anexo 52 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 423962 (Hyyuga).

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 76						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	71	71,25	1	0,0140	0,9057
	TAN	5	4,75	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 76						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	62	61,75	1	0,0054	0,9414
	TAN	14	14,25	1		

Anexo 53 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 398513.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 95						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	80	77,188	1	0,5467	0,4597
	TAN	15	17,813	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 95						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
3:1	RB	70	71,25	1	0,0877	0,7671
	TAN	25	23,75	1		

Anexo 54 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 398513.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 95						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	78	72,313	1	2,3860	0,1224
	TAN	11	16,688	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 95						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
3:1	RB	67	66,75	1	0,0037	0,9512
	TAN	22	22,25	1		

Anexo 55 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 407912.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 96						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	84	78	1	2,4615	0,1167
	TAN	12	18	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 100						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
3:1	RB	75	75	1	0,0000	1,0000
	TAN	25	25	1		
13:3	RB	75	81,25	1	2,5641	0,1093
	TAN	25	18,75	1		

Anexo 56 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 407912.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 61						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	56	57,188	1	0,3942	0,5301
	TAN	5	3,813	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 62						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
3:1	RB	49	46,5	1	0,5376	0,4634
	TAN	13	15,5	1		
13:3	RB	49	50,375	1	0,2002	0,6546
	TAN	13	11,625	1		

Anexo 57 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 398507.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 79						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	67	64,188	1	0,6574	0,4175
	TAN	12	14,813	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 79						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
3:1	RB	59	59,25	1	0,0042	0,9482
	TAN	20	19,75	1		
13:3	RB	59	64,188	1	2,2356	0,1349
	TAN	20	14,813	1		

Anexo 58 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 398507.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 82						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	74	76,875	1	1,7203	0,1897
	TAN	8	5,125	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 82						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
3:1	RB	67	61,5	1	1,9675	0,1607
	TAN	15	20,5	1		
13:3	RB	67	66,625	1	0,0113	0,9155
	TAN	15	15,375	1		

Anexo 59 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 398781.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 65						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	62	60,938	1	0,2966	0,5860
	TAN	3	4,063	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 69						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
3:1	RB	53	51,75	1	0,1208	0,7282
	TAN	16	17,25	1		
13:3	RB	53	56,063	1	0,8920	0,3449
	TAN	16	12,938	1		

Anexo 60 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 398781.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 119						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	110	111,563	1	0,3499	0,5542
	TAN	9	7,438	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 118						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
3:1	RB	96	88,5	1	2,5424	0,1108
	TAN	22	29,5	1		
13:3	RB	96	95,875	1	0,0009	0,9765
	TAN	22	22,125	1		

Anexo 61 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x PI 398561.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 102						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
13:3	RB	88	82,875	1	1,6903	0,1936
	TAN	14	19,125	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 103						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
3:1	RB	77	77,25	1	0,0032	0,9546
	TAN	26	25,75	1		
13:3	RB	77	83,688	1	2,8498	0,0914
	TAN	26	19,313	1		

Anexo 62 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x PI 398561.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 90						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	85	84,375	1	0,0741	0,7855
	TAN	5	5,625	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 90						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
3:1	RB	61	67,5	1	2,5037	0,1136
	TAN	29	22,5	1		

Anexo 63 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x IPB 77-257.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 56						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
3:1	RB	46	42	1	1,5238	0,2170
	TAN	10	14	1		
13:3	RB	46	45,5	1	0,0293	0,8641
	TAN	10	10,5	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 67						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
3:1	RB	56	50,25	1	2,6318	0,1047
	TAN	11	16,75	1		
13:3	RB	56	54,438	1	0,2393	0,6247
	TAN	11	12,563	1		

Anexo 64 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x IPB 77-257.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 67						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	61	62,813	1	0,8363	0,3605
	TAN	6	4,188	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 67						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
3:1	RB	56	50,25	1	2,6318	0,1047
	TAN	11	16,75	1		
13:3	RB	56	54,438	1	0,2393	0,6247
	TAN	11	12,563	1		

Anexo 65 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 230970 x BR 86-448.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 94						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
3:1	RB	76	70,5	1	1,7163	0,1902
	TAN	18	23,5	1		
13:3	RB	76	76,375	1	0,0098	0,9211
	TAN	18	17,625	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 90						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
3:1	RB	61	67,5	1	2,5037	0,1136
	TAN	29	22,5	1		

Anexo 66 – Segregação da população F₂ do cruzamento PI 459025 x BR 86-448.

2ª Avaliação						
Nº total de plantas = 70						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	68	65,625	1	1,3752	0,2409
	TAN	2	4,375	1		
3ª Avaliação						
Nº total de plantas = 70						
Proporção	Lesão	O	E	GL	X ²	P
15:1	RB	66	65,625	1	0,0343	0,8531
	TAN	4	4,375	1		