**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Parâmetros genéticos e potencial agrônômico de cruzamentos tipo
adaptado x exótico em soja, com ênfase na reação
à ferrugem asiática**

Aliandra Graña de Medeiros

**Dissertação apresentada para obtenção do
título de Mestre em Agronomia. Área de
concentração: Genética e Melhoramento de
Plantas**

**Piracicaba
2009**

Aliandra Graña de Medeiros
Bióloga

**Parâmetros genéticos e potencial agrônômico de cruzamentos tipo adaptado x
exótico em soja, com ênfase na reação à ferrugem asiática**

Orientador:
Prof. Dr. **NATAL ANTONIO VELLO**

**Dissertação apresentada para obtenção do
título de Mestre em Agronomia. Área de
concentração: Genética e Melhoramento de
Plantas**

**Piracicaba
2009**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Medeiros, Aliandra Graña de

Parâmetros genéticos e potencial agronômico de cruzamentos tipo adaptado x exótico em soja, com ênfase na reação à ferrugem asiática / Aliandra Graña de Medeiros. - - Piracicaba, 2009.
157p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2009.
Bibliografia.

1. Cruzamento vegetal 2. Ferrugem (Doença de planta) 3. Herdabilidade 4. Melhoramento genético vegetal 5. Resistência genética vegetal 6. Soja I. Título

CDD 633.34
M488p

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais, irmãos e avós, meu alicerce, pelo exemplo de vida, humildade, pelos ensinamentos, e dedicação a minha formação pessoal e profissional, sem os quais não teria chegado até aqui.

Ao meu querido e amado noivo Robson, pelo amor, carinho, companheirismo, incentivo, auxílio e paciência incessantes.

Como prova de meu amor e gratidão,

DEDICO

Às minhas grandes amigas Luciana Angélica Suzuke, Irene Frida Capinos e Franciele Abatti Bonfante, que mesmo tão distantes, fizeram-se sempre presentes; pelo carinho e apoio.

A todos aqueles que foram meus mestres, pelo exemplo que passaram como educadores e por todos os conhecimentos transmitidos, desde a minha alfabetização, contribuindo, cada qual da sua maneira, para a minha formação profissional.

OFEREÇO

“Quem acredita sempre alcança”

Renato Russo e Flávio Venturini

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha existência, e pela presença em todos os momentos de minha vida.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, pela oportunidade de realização do mestrado.

Ao Prof. Dr. Natal Antonio Vello, pela orientação e pelos ensinamentos tão importantes transmitidos durante a pós-graduação.

A CAPES, pela bolsa de estudos concedida.

Ao Prof. Dr. Carlos Tadeu dos Santos Dias, pelo auxílio nas análises estatísticas dos dados.

À Mariângela Hungria e Marisa Fabiana Nicolás, pela oportunidade de estágio na Embrapa Soja/ Londrina/PR, ponte para meu interesse em relação ao melhoramento de plantas e incentivo para realizar a pós-graduação na ESALQ.

A Roberto Chagas, funcionário da Embrapa Soja – Londrina/PR, que me impulsionou à pesquisa no melhoramento de plantas e pelos ensinamentos das técnicas de hibridação em soja.

Ao amigo Jair Rogerio Unfried, que me acompanhou e me ajudou tanto desde o estágio e durante o mestrado no Setor de Genética Aplicada às Espécies Autógamas, pela amizade, pelo exemplo de pessoa e profissional, e por todos os ensinamentos transmitidos.

Aos amigos pós-graduandos, ex-pós-graduandos, estagiários, funcionários e “agregados” do Setor de Genética Aplicada às Espécies Autógamas: Antonio Roberto Cogo, Marcos Custódio Nekatschalow, Claudinei Antonio Didoné, Paulo Fernando de Melo Jorge Vieira e esposa Mara, Luis Antonio Stabile Silva, Walter Fernando Bernardi e esposa Mairys, Inocencio Junior de Oliveira, Flávia Aparecida Amorim e esposo Victor Hugo, Regina Helena Geribello Priolli, Gilberto Ken-Iti Yokomizo, Milena Moura de Araújo, Philip Traldi Wysmierski, Bruno Borella Anhê, Jeferson Rodrigo Pestana e Felipe Maniero Nazato, pela amizade, convívio, auxílio e todos os ensinamentos

transmitidos, que foram de tamanha contribuição para a realização deste trabalho e para o meu crescimento profissional e pessoal.

Aos colegas pós-graduandos Roberto Fritsche Neto, Sanzio Carvalho Lima Barrios, Mateus Figueiredo Santos, Gustavo Vitti Moro, Diego Velásquez Faleiro e Silva, Guilherme José Farias, Larissa Pereira de Castro, Marcelo Mollinari e Gabriel Rodrigues Alves Margarido, pela amizade e todo auxílio prestado, principalmente com as análises estatísticas. Aos demais colegas pós-graduandos, pelo convívio e conhecimentos compartilhados.

Aos professores do Departamento de Genética, por todos os conhecimentos transmitidos e convívio, em especial a Gehard Bandel, Isaias Olívio Geraldi, José Baldin Pinheiro, Antonio Augusto Franco Garcia e Roland Vencovsky.

Ao Dr. Claudio Roberto Segatelli, pela amizade, e por toda a assistência concedida.

Aos funcionários da ESALQ, pelos serviços prestados e aos funcionários do Departamento de Genética, especialmente a Miguel José Bettiol Neto, Domingos de Sálvio Amaral, Marcio Araujo Silva, João Batista Pires, Valdir Próspero, Antonio de Pádua Gorga (Berdan), Fernando Leopoldino, e Maria da Gloria Eloi da Silva pela amizade e todo auxílio prestado.

Aos amigos do Coral Luiz de Queiroz, pelos momentos de descontração e aprendizado na música.

Aos amigos pós-graduandos, Maria Aparecida dos Santos, Carolina Grando, Maria Cecília Perantoni Frichs e Daniel Pizzaia, e Lidinalva de Resende Gomes, pela amizade, apoio e convívio.

Aos amigos Carolina Delfini e Marcio André Lara, pela amizade, apoio e auxílio.

Às irmãs do Cenáculo, pelo carinho e apoio, e às pensionistas e expensionistas, em especial, Cecília, Kalinca, Andressa, Jaqueline, Fátima, Michelle, Leila, Karen, Luciene, Simone e Kely, pela amizade e convívio.

Aos meus sogros, cunhados e sobrinhas, pelo carinho e apoio.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	15
2 DESENVOLVIMENTO	17
2.1 A cultura da soja.....	17
2.1.1 Botânica, origem e importância	17
2.1.2 Caracteres agronômicos	18
2.1.2.1 Ciclo	18
2.1.2.2 Altura da planta	20
2.1.2.3 Valor agronômico	20
2.1.2.4 Acamamento	21
2.1.2.5 Deiscência de vagens	21
2.1.2.6 Período juvenil longo	21
2.1.2.7 Produtividade de grãos.....	23
2.1.3 Parâmetros genéticos.....	23
2.1.3.1 Herdabilidade	23
2.1.3.2 Heterose.....	24
2.1.4 Importância do cruzamento recíproco para estudo da herança de caracteres	26
2.1.5 Doenças da soja.....	27
2.1.5.1 Ferrugem asiática.....	29
2.1.5.1.1 Distribuição geográfica e importância econômica	29
2.1.5.1.2 Ciclo da doença.....	30
2.1.5.1.3 Hospedeiros do patógeno	32

2.1.5.1.4 Sintomatologia	33
2.1.5.1.5 Epidemiologia	36
2.1.5.1.6 Estratégias de controle da ferrugem asiática	37
2.1.5.1.6.1 Controle químico e manejo	37
2.1.5.1.6.2 Controle genético	39
2.1.5.1.6.2.1 Resistência e tolerância ao <i>P. pachyrhizi</i>	39
2.1.5.1.6.2.2 Melhoramento e uso de germoplasma exótico visando	43
2.2 Material e Métodos	47
2.2.1 Formação das populações	47
2.2.2 Geração F_2	48
2.2.2.1 Avaliação e procedimentos experimentais	48
2.2.2.2 Estatísticas descritivas	50
2.2.2.3 Análise de variância	50
2.2.2.4 Comparações entre médias	52
2.2.2.5 Parâmetros genéticos	52
2.2.2.5.1 Herdabilidade e heterose	52
2.2.3 Geração $F_{3:2}$	54
2.2.3.1 Avaliação e procedimentos experimentais	54
2.2.3.1.1 Fungicidas	56
2.2.3.2 Estatísticas descritivas	57
2.2.3.3 Análises de variância	58
2.2.3.3.1 Ajuste das médias das progênies por meio do modelo de Federer (1956)	58
2.2.3.4 Comparações entre médias	61
2.2.3.5 Parâmetros genéticos	61

2.2.3.5.1 Heterose	61
2.3 Resultados e Discussão	62
2.3.1 Aspectos gerais	62
2.3.2 Geração F_2	63
2.3.2.1 Estatísticas descritivas	63
2.3.2.2 Análises de variância	65
2.3.2.3 Parâmetros genéticos	66
2.3.2.3.1 Herdabilidade e heterose	66
2.3.2.3.1.1 Número de dias para o florescimento (NDF)	67
2.3.2.3.1.2 Altura da planta no florescimento (APF)	68
2.3.2.3.1.3 Altura da planta na maturidade (APM)	69
2.3.2.3.1.4 Valor agrônômico (VA)	70
2.3.2.3.1.5 Produtividade de grãos (PG)	70
2.3.3 Geração $F_{3:2}$	71
2.3.3.1 Estatísticas descritivas	71
2.3.3.1.1 Número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agrônômico (VA), acamamento (AC) e produtividade de grãos (PG)	71
2.3.3.1.1.1 Experimentos principais	71
2.3.3.1.1.2 Experimentos auxiliares	74
2.3.3.1.2 Notas de severidade da ferrugem asiática (S1, S2, S3, S4 e S5)	78
2.3.3.1.2.1 Experimentos principais	78
2.3.3.1.2.2 Experimentos auxiliares	79
2.3.3.2 Análises de variância	80
2.3.3.2.1 Experimentos principais	81

2.3.3.2.1.1 Análises de variâncias individuais.....	81
2.3.3.2.1.1.1 Cruzamento Conquista x Orba.....	81
2.3.3.2.1.1.2 Cruzamento IAC-100 x Kinoshita.....	82
2.3.3.2.1.2 Análises de variância conjuntas.....	83
2.3.3.2.1.2.1 Cruzamento Conquista x Orba.....	83
2.3.3.2.1.2.2 Cruzamento IAC-100 x Kinoshita.....	84
2.3.3.2.2 Experimentos auxiliares.....	84
2.3.3.2.2.1 Análise de variância individual.....	84
2.3.3.2.2.2 Análise de variância conjunta.....	86
2.3.3.3 Parâmetros genéticos.....	87
2.3.3.3.1 Heterose.....	87
3 CONCLUSÕES.....	91
REFERENCIAS.....	93
ANEXOS.....	109
ANEXO A – Figuras.....	110
ANEXO B – Tabelas.....	116

RESUMO

Parâmetros genéticos e potencial agronômico de cruzamentos tipo adaptado x exótico em soja, com ênfase na reação à ferrugem asiática

Neste trabalho teve-se por objetivo estimar parâmetros genéticos e avaliar o potencial agronômico em gerações F_2 e $F_{3:2}$ de cruzamentos do tipo adaptado x exótico em soja, quanto ao potencial de gerar descendentes agronomicamente superiores e com resistência à ferrugem asiática. Ademais, procurou-se estudar a resistência a doenças de final de ciclo (DFC). Os experimentos nas gerações F_2 e $F_{3:2}$ foram conduzidos em 2007 e 2007/08, respectivamente, em áreas experimentais do Departamento de Genética, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, Brasil. Foram utilizados como genitores exóticos resistentes: 1) PI 200487 (Kinoshita), 2) PI 471904 (Orba), 3) PI 459025 (Bing nan) e 4) PI 200526 (Shira Nuhi); e, como genitores adaptados, mas suscetíveis à ferrugem, foram utilizados os genótipos: 1) IAC-100, 2) MGBR 46 (Conquista), 3) BRSMT (Pintado), 4) BRS-154 e 5) BRS-232. Foram avaliados 27 cruzamentos em F_2 , sendo dez com recíprocos e sete sem recíprocos, e mais os nove genitores. Na geração $F_{3:2}$ foram avaliados dois cruzamentos: Conquista x Orba e IAC-100 x Kinoshita; cada cruzamento foi avaliado em dois experimentos principais. Um destes experimentos foi protegido com aplicações dos fungicidas Impact Duo & Opera para controle da ferrugem e das DFC, enquanto que o outro recebeu apenas o fungicida Derosal para controle das DFC. Foram avaliadas 40 progênies $F_{3:2}$ por recíproco de cada cruzamento. Além dos experimentos principais, foram instalados três experimentos auxiliares com 12 genótipos: quatro genitores exóticos, cinco genitores adaptados e três genótipos adicionais (BR-16, IAS-5 e OC-4). Cada experimento auxiliar recebeu um tratamento diferenciado de fungicida: Impact Duo & Opera, Derosal e Controle (sem aplicação de fungicida); o contraste do Impact Duo & Opera vs Derosal forneceu uma estimativa do efeito da ferrugem, enquanto que o contraste entre Derosal e Controle estimou o efeito das DFC. Os resultados levaram às seguintes conclusões: a) a estratégia de se usar diferentes tipos de fungicidas mostrou-se eficiente para estimar a reação das plantas à ferrugem e a DFC, em termos de produtividade de grãos; b) em relação às notas de severidade da ferrugem, a discriminação genotípica foi melhor observada a partir de 97 dias (S2) e 104 dias (S3) após a semeadura, respectivamente para genitores nos experimentos auxiliares e cruzamentos; c) no cultivo de outono (geração F_2 e genitores), o hábito de crescimento indeterminado foi um caráter importante para o desempenho favorável dos genótipos; d) foram identificadas fontes de resistência/tolerância à ferrugem e a DFC entre os genitores exóticos e também, adaptados e adicionais; e) em F_2 , os cruzamentos envolvendo o genitor Orba foram os mais promissores e os cruzamentos com o genitor Shira Nuhi foram os menos promissores; o caráter valor agronômico mostrou-se eficiente na seleção de cruzamentos, pelos altos coeficientes de herdabilidade, observados no sentido amplo; f) em $F_{3:2}$, o cruzamento IAC-100 x Kinoshita mostrou-se mais promissor do que o cruzamento Conquista x Orba, para o desenvolvimento de linhagens com níveis apropriados de resistência à ferrugem e produtividade de grãos; g) nas duas gerações as diferenças entre recíprocos ocorreram apenas em situações pontuais.

Palavras-chave: *Glycine max*; *Phakopsora pachyrhizi*; Melhoramento genético; Resistência genética; Herdabilidade; Heterose

ABSTRACT

Genetic parameters and agronomic potential of adapted x exotic soybean crosses, with emphasis on the reaction to Asian soybean rust

This work aimed to estimate genetic parameters and evaluate the agronomic potential in F_2 and $F_{3:2}$ generations of adapted x exotic soybean crosses, concerning the potential to generate progenies with higher agronomic offspring and with resistance to Asian soybean rust. Moreover, the resistance to late season leaf diseases (LSLD) was studied. The experiments in F_2 and $F_{3:2}$ generations were carried out during 2007 and 2007/08, respectively, in the Department of Genetics, ESALQ/USP, Piracicaba, SP, Brazil. As resistant exotic parents were used: 1) PI 200487 (Kinoshita), 2) PI 471904 (Orba), 3) PI 459025 (Bing nan) and 4) PI 200526 (Shira Nuhi); and as adapted parents, but susceptible to soybean rust, were used: 1) IAC-100, 2) MGBR 46 (Conquista), 3) BRSM T (Pintado), 4) BRS-154 and 5) BRS-232. Twenty seven crosses in generation F_2 , ten with reciprocals and seven without reciprocals were evaluated, plus the nine parents. In $F_{3:2}$ generation, two crosses were evaluated: Conquista x Orba and IAC-100 x Kinoshita. Each cross was evaluated in two main experiments, one of them was protected with applications of the Impact Duo & Opera fungicides, to control soybean rust and LSLD, while the other experiment was sprayed with Derosal to control only the LSLD. For each reciprocal cross, were evaluated 40 progenies in $F_{3:2}$. Besides the main experiments, three auxiliary experiments were installed, with twelve genotypes: four exotic parents, five adapted parents and three additional parents (BR-16, IAS-5 and OC-4). Each experiment received one differential treatment of fungicide: Impact Duo & Opera, Derosal and Control (no applications of fungicide); the contrast Impact Duo & Opera vs. Derosal gave an estimate of the Asian soybean rust effect, while the contrast between Derosal and Control estimated the LSLD effect. The results led to the following results: a) the strategy of using different types of fungicides were effective in estimating the response of plants to rust and LSLD, in terms of grain yield; b) in relation to the notes of severity of rust, genetic discrimination was better observed from 97 days (S2) and 104 days (S3) after sowing, respectively for parents in the auxiliary experiments and crosses; c) in the cultivation of autumn (parents and F_2 generation), the indeterminate growth habit was an important character to the favorable performance of the genotypes; d) sources of resistance/tolerance to rust and LSLD were identified among exotic, adapted and additional parents; e) In F_2 generation, crosses having Orba as parent were the most promising and crosses involving Shira Nuhi were the less promising; agronomic value (VA) showed to be efficient for cross selection, by the high magnitude of the heritability coefficient, observed in broad sense; f) In $F_{3:2}$ generation, the cross IAC-100 x Kinoshita showed more promising than Conquista x Orba cross, for the development of lines with appropriate levels of resistance to soybean rust and high grain yield; g) in the two generations, the differences between reciprocals occurred only in specific situations.

Keywords: *Glycine max*; *Phakopsora pachyrhizi*; Genetic breeding; Genetic resistance; Heritability; Heterosis

1 INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, planta da família Fabaceae e originária da China, é considerada a oleaginosa líder em produção e consumo em todo o mundo, ocupando atualmente 5,5% do total de terras aráveis do planeta. De grande versatilidade e valor biológico, pelos teores altos de óleo (20%) e proteína (40%), é uma cultura que contribui significativamente para a economia do Brasil, posicionando-o como o segundo produtor mundial com 57,14 milhões de toneladas, e o responsável por 38% do comércio mundial desta leguminosa. Entretanto, as doenças de final de ciclo (mancha parda ou septoriose e crestamento foliar de cercospora) e principalmente a ferrugem asiática, são significativas ameaças à expansão, produção e lucratividade da soja.

As doenças de final de ciclo (DFC) podem causar reduções de rendimento da soja em mais de 20%. Já a ferrugem asiática, uma das doenças mais agressivas e devastadoras da soja, causou substanciais perdas econômicas em vários países. No Brasil, de acordo com Yorinori e Yuyama (2008), as estimativas de perdas de grãos realizadas, desde a sua constatação, no período de 2001 a 2007, atingiram o montante de 26,45 milhões de toneladas e um custo (perdas de grãos, custos do controle e perdas de arrecadação de impostos sobre grãos perdidos) de U\$ 10,21 bilhões.

A ferrugem asiática tem como agente etiológico o fungo *Phakopsora pachyrizi* Sydow & P. Sydow, que possui rápida disseminação, principalmente através do vento, e depende de hospedeiros alternativos ou da própria soja, através das plantas voluntárias, guaxas ou tigüeras, que nascem a partir de grãos perdidos na colheita, ou nos cultivos sob irrigação. Em razão de sua grande variabilidade genética, o fungo gera com rapidez novas raças virulentas, tornando-se um desafio para os sojicultores e pesquisadores.

Várias medidas conjuntas são adotadas para o controle da ferrugem e também das DFC, sendo que o uso de fungicidas apresenta-se como o principal método utilizado. Entretanto, estes possuem limitação devido ao custo oneroso e pela dificuldade por parte do sojicultor no seu gerenciamento. Além disso, em condições climáticas adversas, aumentam a preocupação em relação à poluição dos solos e águas, e

também à toxicidade para plantas, humanos e animais. Desta forma, a obtenção de cultivares resistentes ou tolerantes, através do melhoramento genético, apresenta-se como a medida mais viável do ponto de vista econômico e ambiental e ainda, de importância estratégica no controle destas doenças, possibilitando a redução do número de aplicações de fungicidas.

Nestas condições, é de grande importância e interesse a busca por cultivares que possuam além de bom potencial agrônomo, resistência à ferrugem asiática, e também a outras doenças, como as DFC. Na literatura, as principais fontes citadas para resistência à ferrugem são as PIs (Plant Introduction), as quais fazem parte do germoplasma exótico. Entretanto, estas PIs apresentam baixo potencial agrônomo, por não serem adaptadas às condições edafoclimáticas brasileiras, fato que dificulta o uso das mesmas nos programas de melhoramento.

No presente trabalho, teve-se por objetivo estimar parâmetros genéticos e avaliar caracteres agrônomo de interesse em gerações F_2 e $F_{3:2}$ de cruzamentos do tipo adaptado x exótico em soja, quanto ao potencial de gerar descendentes agronomicamente superiores e com resistência à ferrugem asiática. Ademais, procurou-se estudar a resistência às doenças de final de ciclo.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 A cultura da soja

2.1.1 Botânica, origem e importância

A soja é a cultura oleaginosa líder em produção e consumo em todo o mundo (WILCOX, 2004). Caracteriza-se por ser uma espécie leguminosa e autógama, com $2n=40$ cromossomos, pertence à ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboidea, e espécie *Glycine max* (L.) Merr. (CAPELLARI JR; RODRIGUES; SOUZA, 2006). Originária do leste da China (BORÉM, 1999) e reconhecida como uma das mais antigas plantas cultivadas do planeta, sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais, entre duas espécies de soja selvagem que foram domesticadas e melhoradas por cientistas chineses (EMBRAPA SOJA, 2009b).

Muito distinta de seus ancestrais que lhe originaram, as quais eram espécies rasteiras e trepadeiras, a soja cultivada nos dias de hoje é tipicamente herbácea, anual e de dias curtos. De ampla adaptação a climas subtropicais e tropicais (SEDIYAMA; TEIXEIRA; REIS, 2005), apresenta grande diversificação genética e morfológica, devido a fatores ambientais, como sensibilidade ao fotoperíodo e temperatura, que podem alterar a expressão genética, produzindo diversos fenótipos. Na quase totalidade das cultivares, todos os órgãos estão cobertos de pêlos ou tricomas, exceto os cotilédones (MÜLLER, 1981). Suas flores são completas e ocorrem em racemos terminais ou axilares, em número de 2 a 35 por racemo, sendo de cor roxa ou branca, com respectivos variantes (SEDIYAMA et al., 1981). Devido ao efeito pleiotrópico do loco W1, as plantas com flores roxas apresentam hipocótilo roxo e aquelas com flores brancas apresentam hipocótilo verde.

Cultivada em quase cinquenta países (WILCOX, 2004), de acordo com estatísticas internacionais, a soja ocupa, atualmente, 5,5% do total de terras aráveis do planeta, em 91,4 milhões de hectares (GOLDSMITH et al., 2008). Essa expansão está ocorrendo de forma muito mais rápida do que qualquer outra oleaginosa, sendo que do total mundial de produção das sete principais oleaginosas (soja, algodão, amendoim,

girassol, colza, linho e palma), estimada em 416,30 milhões de toneladas, a soja participa com 56%, ou seja, cerca de 233,20 milhões de toneladas (USDA, 2009). Somente atrás dos Estados Unidos, o Brasil é o seu segundo maior produtor, sendo responsável por 38% do comércio mundial do grão (VISÃO AGRÍCOLA, 2006). Estimativas para a safra 2008/09, segundo a CONAB (2009), é de 57,14 milhões de toneladas em uma área plantada de 21,73 milhões de hectares. Desta forma, a soja tornou-se a principal cultura agrícola do país, representando mais de 10% das exportações brasileiras e com taxas de expansão da produção atingindo índices anuais de até 24,6% (FRANÇA NETO, 2004).

Os teores altos de óleo (20%) e proteína (40%), aproximadamente, somando aos níveis adequados de produtividade de grãos (em média 3 t/ha), nos mais diversos ambientes, faz da soja uma das leguminosas mais importantes de todo mundo, sendo atualmente a principal fonte de proteína vegetal disponível (VELLO; SILVA, 2006). De alto valor biológico e muito versátil, a soja dá origem a produtos e subprodutos muito usados pela agroindústria, indústria química e de alimentos, e seu uso mais conhecido é como óleo refinado, obtido a partir do óleo bruto (EMBRAPA SOJA, 2009a). Além disso, a soja possui diversos compostos, tais como: minerais, vitaminas e compostos bioativos (isoflavonas, saponinas, fitatos, inibidores de proteases) que fazem dela uma opção alimentar saudável e popular entre as pessoas preocupadas em melhorar a qualidade de vida (CARRÃO-PANIZZI, 2006) e também como fonte de energia renovável através de utilização desta como biodiesel.

2.1.2 Caracteres agronômicos

Nos programas de melhoramento de soja, objetiva-se a criação de novas cultivares, levando em consideração algumas características agronômicas importantes:

2.1.2.1 Ciclo

Refere-se ao número de dias para a maturidade e pode ser dividido em duas fases: a vegetativa, que corresponde ao período entre a emergência da plântula até a

floração, e a reprodutiva, que compreende o período entre a floração à maturidade (tabela 1).

Até o ponto de colheita (estádio R₉) (tabela 1), dependendo das condições de umidade e temperatura, o ciclo pode ainda durar de sete a dez dias. Em média, o ciclo pode variar entre 75 a 210 dias. Contudo, dentro de uma mesma cultivar, esse número pode também oscilar, dependendo de alguns fatores como a latitude, altitude, temperatura e época de semeadura. Dependendo do ciclo, em geral, os genótipos de soja podem ser classificados em: precoces, semiprecoces, semitardios e tardios. Ainda existem classificações como superprecoce, médio e supertardio, que no Brasil, são bastante regionais e dependentes de como a soja é explorada no contexto da agricultura (SEDIYAMA; TEIXEIRA; REIS, 2005).

Estes termos também variam muito de região para região, como por exemplo, no estado do Paraná, o termo precoce é utilizado para um genótipo de soja que completa o ciclo até aproximadamente 115 dias; semiprecoce, de mais ou menos 116 a 125 dias; semitardio, de 138 a 150 dias; e tardio, com mais de 150 dias (SEDIYAMA; TEIXEIRA; REIS, 2005). Semeaduras em épocas não recomendáveis podem aumentar as possibilidades de restrição hídrica e a exposição a temperaturas elevadas, ocorrendo o florescimento sem atingir o desenvolvimento adequado, desta forma alterando o ciclo da planta (KIIHL; ALMEIDA, 2000).

Atualmente uma nova forma de classificação das cultivares, em relação ao ciclo, vem sendo estabelecida por algumas empresas, que é por grupos de maturação. Este sistema de classificação de soja por grupos de maturação varia de zero a 10, ou seja, quanto maior é o seu número, mais próximo ao Equador será sua região de adaptação. Por exemplo, no Brasil os grupos indicados variam de 5.5 a 10. Assim, uma variedade 8.9 tem um ciclo mais longo que uma 8.7, e assim sucessivamente. Pode-se dizer de forma geral, para cada aumento de número depois do ponto tem-se de 1.5 a 2 dias a mais de ciclo (PENARIOL, 2009).

Cada grupo de maturação se ajusta melhor em determinada faixa de latitude, em função de sua resposta ao fotoperíodo, variando de acordo com a quantidade de horas/luz a que é exposta. Quanto mais perto do Equador, na primavera e verão, a quantidade de horas/luz é menor em relação às regiões mais ao sul. Para a planta de

soja, quanto menor a quantidade de luminosidade que ela recebe, mais rapidamente entrará na fase reprodutiva (florescimento), encurtando assim seu ciclo e reduzindo a altura das plantas. Desta forma, ao localizar uma cultivar de grupo de maturação 9.0 no sul do Brasil, este material alongará seu ciclo de forma a comprometer totalmente sua produtividade (PENARIOL, 2009).

Como regra geral a herança genética para a maturidade em soja é considerada como sendo um caráter quantitativo (PINHEIRO, 1993). Contudo, existem pesquisas cuja indicação é da presença de um controle por genes maiores (YOKOMIZO, 1994). O mesmo pode ser considerado para o número de dias para o florescimento. Foram descritos cinco genes com alelos independentes afetando estes dois caracteres (PINHEIRO, 1993).

2.1.2.2 Altura da planta

A altura da planta é altamente dependente das condições ambientais e do genótipo da planta. No Brasil, as cultivares comerciais normalmente apresentam uma altura média de 60 a 120 cm. É um caráter de importância, pois considera a colheita mecanizada. Geralmente a planta de soja com pelo menos 70 a 80 cm de altura é desejável, pois permite uma eficiente operação da colheitadeira automotriz. Plantas muito altas tendem ao acamamento, produzem menos e dificultam a colheita (BORÉM, 1999).

A herança deste caráter é, em geral, de natureza quantitativa (PINHEIRO, 1993). Para Freire Filho (1988), a altura da planta no florescimento parece ter controle genético diferente daquele da altura da planta na maturidade.

2.1.2.3 Valor agronômico

Considera caracteres indesejáveis como acamamento, retenção foliar, quebra de galhos laterais, deiscência de vagens, suscetibilidade às doenças e plantas pouco desenvolvidas ou mal adaptadas. Os genótipos que não apresentam estes caracteres indesejáveis, aliado a um bom ideotipo de planta e grande número de vagens,

destacam-se nas avaliações. Apesar de ser avaliado com notas arbitrárias, ou seja, de uma forma subjetiva, este caráter possibilita ao melhorista uma avaliação fenotípica da planta como um todo, podendo ser aliado posteriormente com os demais dados. (PANDINI; VELLO; LOPES, 2001).

2.1.2.4 Acamamento

O acamamento das plantas é uma característica agronômica que pode ocasionar perdas de grãos durante a colheita mecanizada. As plantas altas e, ou, de caule muito fino tendem ao acamamento com relativa facilidade. Por outro lado, cultivares de caule excessivamente grosso, embora apresentem muitas vezes boa produtividade, não são apropriados para a colheita mecanizada. O acamamento pode ser influenciado pelo tipo de solo, pela época de semeadura, pela latitude e altitude da região, pela população de plantas e pelas condições climáticas durante o cultivo. Em geral, o acamamento é maior em solos férteis e argilosos e mais úmido do que em solos pobres e, ou, arenosos (SEDIYAMA; TEIXEIRA; REIS, 2005).

2.1.2.5 Deiscência de vagens

Essa característica é muito comum em genótipos exóticos, e mesmo em cruzamentos com estes, como os provenientes da China e Japão, onde antes mesmo de a planta atingir 95% das vagens maduras, as sementes já são liberadas das vagens. Como ocasiona perdas de sementes, é uma característica indesejável.

2.1.2.6 Período juvenil longo

A soja é uma planta de dias curtos e é induzida ao florescimento quando os dias são menores que um valor crítico máximo, sendo que esse período crítico é específico para cada genótipo. A sensibilidade da soja ao fotoperíodo determina os limites para a época de semeadura numa mesma latitude, como também dificulta sua adaptação a faixas mais amplas de latitude (DESTRO et al., 2001).

O período juvenil compreende o período da emergência da plântula até o estágio de desenvolvimento em que a planta não responde às condições fotoperiódicas favoráveis à indução do florescimento. Esse período antecede o período indutivo, que termina com o aparecimento da primeira flor, e a soma do período juvenil e do período indutivo compõe o período vegetativo da planta (DESTRO, 1991). O período juvenil longo (PJL) em soja tem sido definido como o retardamento do florescimento sob condições de dias curtos (LOPES, 2001). Em outras palavras, durante a fase juvenil, a soja não floresce mesmo quando submetida à fotoperíodo indutivo, permitindo maior crescimento vegetativo.

Com a introdução de PJL, a soja pôde ser explorada em regiões de latitude abaixo de 15°. O conhecimento mais amplo dos mecanismos genéticos controladores desta característica auxiliaria o desenvolvimento de genótipos de soja para baixas latitudes e com maior adaptação quanto à época de semeadura numa mesma latitude (DESTRO et al., 2001). Assim, a introdução de genes para o PJL poderia solucionar o problema das cultivares exóticas provenientes, por exemplo, do Japão, China e Coréia, que possuem grande sensibilidade ao fotoperíodo.

Segundo Destro et al. (2001), pode-se estabelecer as seguintes conclusões para o controle genético de PJL em soja: a) plantas com PJL apresentam uma menor taxa de desenvolvimento em direção ao florescimento, resultando no alongamento do período vegetativo; b) a característica PJL tem uma influência direta sobre a fotorrecepção da planta e sobre a indução floral; c) o controle genético do tempo para o florescimento em dias curtos é determinado por um sistema genético diferente e independente daquele que determina o florescimento em dias longos; d) o florescimento tardio sob condições de dias curtos é uma característica quantitativa controlada por genes recessivos, sendo considerada a presença de um a cinco genes principais controlando o florescimento. Além disso, genótipos com um único par de alelos recessivos não manifestam PJL.

2.1.2.7 Produtividade de grãos

A maior prioridade do desenvolvimento de uma cultivar de soja é o incremento de sua produtividade (FEHR, 1987). A produtividade é um caráter quantitativo controlado por vários genes e muito influenciado pelo ambiente. A produção do total de grãos em uma planta depende do conjunto de vários fatores; todavia, entre os fatores genéticos que contribuem para a alta produtividade, destacam-se o tamanho e peso da semente e o número de sementes por planta, os quais, por sua vez, dependem do vigor da planta e um período de frutificação mais longo (SEDIYAMA et al., 1981).

Sabe-se que os avanços genéticos obtidos e os atuais potenciais de produtividade são resultados da acumulação progressiva de poligenes, além da avaliação de caracteres morfológicos e fisiológicos essenciais à adaptabilidade agrônômica e ambiental dos genótipos. Todos estes fatores são decisivos para que o potencial genético da produtividade de grãos *per se* seja expresso nos fenótipos.

2.1.3 Parâmetros genéticos

2.1.3.1 Herdabilidade

A herdabilidade (h^2) é um dos parâmetros genéticos que mais contribui para o trabalho do melhorista. Ela fornece a proporção da variância genética presente na variância fenotípica total. Desta forma, ela mede a confiabilidade do valor fenotípico como indicador do valor reprodutivo (RAMALHO; SANTOS; ZIMMERMANN, 1993). Em outras palavras, expressa a confiança do valor fenotípico como um guia para o valor genético; por esta razão, entra em quase todas as fórmulas relacionadas com métodos de melhoramento, e muitas decisões práticas sobre procedimentos a serem usados dependem de sua magnitude, como estratégias de seleção para um determinado caráter na população (FALCONER, 1987).

O coeficiente de herdabilidade (h^2) pode variar de zero a um. Quando $h^2 = 1$, o fenótipo é completamente determinado pelo genótipo, não sofrendo influência do ambiente. Sendo $h^2 = 0$, a variabilidade do caráter não tem origem genética (ALLARD,

1971). A herdabilidade também não é apenas uma propriedade do caráter, mas também da população e das condições ambientais a que foram submetidos os indivíduos da população (RAMALHO; SANTOS; ZIMMERMANN, 1993). Uma vez que o valor da herdabilidade depende da magnitude de todos os componentes da variância, uma alteração em qualquer um deles afetará o valor da herdabilidade. Maiores variações das condições ambientais reduzem a herdabilidade, e maiores uniformidades das condições aumentam a herdabilidade (FALCONER, 1987).

Valores de herdabilidade no sentido amplo foram obtidos por Chauhan e Singh (1984) e Freire Filho (1988), para determinados caracteres agrônômicos de interesse em soja: 1) número de dias para o florescimento: variou entre 49% a 99,7%; 2) número de dias para a maturidade: (42% a 99,2%); 3) altura da planta na maturidade: (31% a 92%); 4) produtividade de grãos: (45% a 95%). Freire Filho (1988) obteve de 80% para o caráter valor agrônômico. Brim (1973) e Burton (1987) forneceram valores maiores que 50% para o número de dias para o florescimento, dias para a maturidade e altura da planta. Brim e Stuber (1973) citam a herdabilidade para produtividade, número de dias para a maturidade e acamamento, respectivamente, em 3% a 58%, 75% ou mais, e aproximadamente 55%.

2.1.3.2 Heterose

A heterose é definida como a superioridade dos híbridos em relação à média dos pais (RAMALHO; SANTOS; PINTO, 2001). Segundo Falconer (1987), a heterose, também chamada de vigor híbrido, é o oposto da endogamia. Os valores de heterose são muito dependentes dos genótipos envolvidos, mais especificamente da divergência genética entre eles e do grau de dominância do caráter. As hipóteses mais aceitas para explicar a heterose envolvem a dominância e a sobredominância, além de possíveis efeitos epistáticos (PANDINI; VELLO; LOPES, 2001).

O valor absoluto da heterose é frequentemente expresso em porcentagem, eliminando, desta forma, a unidade usada para a determinação do caráter. Costuma-se considerar o valor médio dos parentais como 100%, assim, um F_1 que produz 20% a

mais que a média dos parentais, tendo um valor de heterose igual a 20%, diz-se que produz 120% em relação à média dos pais (PIMENTEL, 1991).

De acordo com Silva (2008), as estimativas de heterose permitem inferir sobre a magnitude de divergência genética existente entre os genitores envolvidos em cada cruzamento, podendo assumir sinal positivo ou negativo. Quando a média das progênes é superior à média dos genitores o sinal é positivo, caso contrário, o sinal é negativo. Como a distância genética entre caracteres é variável e o efeito gênico não é absoluto, valores positivos e negativos de diferentes magnitudes têm sido relatados na literatura para todos os caracteres de importância agrônômica em soja (PANDINI; VELLO; LOPES, 2001).

A heterose foi observada para vários caracteres por Chaudhary e Singh (1974). O número de dias para o florescimento e o tamanho das sementes que apresentaram médias negativas (-0,9 e -1,6 %, respectivamente); a altura de planta ficou em 39,2% e a produção de sementes por planta, 57,2%. Em um trabalho relacionando a heterose com a distância genética em soja, Chauhan e Singh (1982), obtiveram para produtividade, de -2,3% a 177,8% e altura de planta, de -4,4% a 29,8%. Relataram que com o aumento da divergência entre parentais há um acréscimo, até certo limite. A partir desse limite, a heterose para produtividade é parcialmente cancelada devido à heterose negativa em alguns de seus componentes. Entretanto, os mesmos autores consideram que os dados disponíveis são insuficientes para estabelecer uma correlação definitiva entre divergência genética e heterose. Kunta et al. (1985), apontam que, de todos os caracteres avaliados para heterose e descritos na literatura, o maior número de cruzamentos com valores positivos de heterose é a produtividade de grãos.

De acordo com Freire Filho (1988), constata-se que a heterose possui um valor limitado para o melhoramento da soja, devido a dificuldades para realização de número suficiente de cruzamentos e pequeno número de sementes obtidas por cruzamento. Contudo, se evidencia que o uso do vigor de híbrido tem potencial para promover um considerável aumento na produtividade. Ademais, tem sido citada como um bom indicativo para a diversidade genética, podendo ser útil na escolha de genitores nos programas de melhoramento (PANDINI; VELLO; LOPES, 2001).

Paschal II e Wilcox (1975) avaliaram vários cruzamentos entre genótipos exóticos oriundos da China e Coréia com genótipos melhorados dos Estados Unidos. Observaram que não havia uma boa correlação entre diversidade de origem geográfica e heterose e sugeriram que as populações que deram origem a esses genótipos, não estiveram suficientemente isoladas para possibilitar uma divergência genética marcante.

2.1.4 Importância do cruzamento recíproco para estudo da herança de caracteres

A maioria dos caracteres dos organismos superiores são controlados por genes nucleares, que segregam de acordo com o comportamento dos cromossomos na meiose. No entanto, há outro pequeno grupo de caracteres que é herdado por genes ou produtos gênicos presentes no citoplasma do gameta. Como o gameta feminino contribui com quase a totalidade do citoplasma para o descendente, o modo de herança desses caracteres, à primeira vista, se processa de modo diferente daqueles controlados por genes nucleares. Assim, para constatar esse tipo de herança, deve-se verificar se existe diferença entre os resultados de um cruzamento e de seu recíproco (RAMALHO; SANTOS; PINTO, 2001).

Entende-se por cruzamento recíproco aquele em que o genitor é usado ora como fêmea, ora como macho. Desse modo, se a herança de um dado caráter é controlada por genes nucleares, os resultados de um cruzamento e de seu recíproco serão idênticos. Porém, se for um caso em que o caráter é devido a efeitos citoplasmáticos, os resultados dos cruzamentos recíprocos serão diferentes, ou seja, os descendentes de cada cruzamento terão sempre o mesmo fenótipo do genitor feminino, que contribui com o citoplasma. Este tipo de herança pode ser explicado pela herança extracromossômica (RAMALHO; SANTOS; PINTO, 2001).

A herança extracromossômica é definida como herança não-mendeliana ou citoplasmática, normalmente envolvendo DNA em organelas que se replicam independentemente do DNA nuclear, como as mitocôndrias e os plastídeos. Essas organelas possuem funções de extrema importância para a sustentação da vida em animais e plantas. A mitocôndria é responsável pela respiração celular e produção de

energia (ATP) em animais e plantas superiores, enquanto que os plastídeos sintetizam cloroplastos e outros pigmentos, envolvidos na fotossíntese das plantas (GARDNER, 1987). Por conterem um subgrupo definido do genoma total da célula, demonstram, então, um modo especial de herança. Um exemplo de herança extracromossômica, de grande importância na agricultura e possivelmente controlado por meio das mitocôndrias, é a macho-esterilidade citoplasmática, que se refere à anomalia observada em plantas em que os órgãos reprodutivos masculinos são mal desenvolvidos ou abortados, de modo a não se formar pólen viável, resultando na esterilidade masculina (GRIFFITHS et al., 2001).

Por revelar importância para seleção de características de interesse e facilitação em práticas agronômicas em plantas cultivadas, a necessidade do estudo da herança extracromossômica, torna-se cada vez maior. Inúmeros trabalhos já foram publicados sobre esses mecanismos em soja, sendo confirmado estes serem responsáveis pela herança de características como teor de proteína e óleo (RAMALHO; SANTOS; PINTO, 2001).

2.1.5 Doenças da soja

Dos diversos fatores que limitam a produtividade e prejudicam a qualidade da soja, as doenças estão entre os mais importantes e de difícil controle. Com a expansão da cultura para novas fronteiras agrícolas, a intensificação da monocultura, a adoção de práticas inadequadas de manejo e a mudança do quadro de cultivares têm aumentado o número de doenças e o nível de danos causados por fungos, bactérias, vírus e nematóides. Além dos agentes patogênicos que foram introduzidos como contaminantes das regiões ou países de origem das primeiras sementes, com o tempo de cultivo, novos patógenos, nativos ou introduzidos, incluindo diversas anormalidades de causas ainda desconhecidas, tem preocupado os produtores, assistência técnica e os pesquisadores nos últimos anos (YORINORI, YUYAMA, SIQUERI, 2009).

Aproximadamente 40 doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus já foram identificadas no Brasil. A importância econômica de cada doença varia de ano para ano e de região para região, dependendo das condições climáticas de cada

safrá. As perdas anuais de produção por doenças são estimadas em cerca de 15% a 20%, entretanto, algumas doenças podem ocasionar perdas de quase 100% (EMBRAPA SOJA, 2009b). Atualmente, a ferrugem asiática é a doença que tem sido de maior importância, em função de sua recente eclosão e dos níveis de danos que pode causar (GODOY, 2006).

Entre as várias doenças de importância no território brasileiro, as doenças fúngicas são as de maior ocorrência nas principais regiões produtoras. Além da ferrugem, destacam-se a mancha parda ou septoríose (*Septoria glycines*) e o crestamento foliar de cercospora (*Cercospora kikuchii*), considerados como o “complexo de doenças de final de ciclo” (DFC) (GODOY, 2006), pela dificuldade de avaliá-las individualmente e por ocorrerem na mesma época. Estas doenças podem causar reduções de rendimento em mais de 20% (EMBRAPA SOJA, 2009b).

Os primeiros sintomas da septoríose, provenientes de infecção na semente, aparecem cerca de duas semanas após a emergência, como pequenas manchas de contornos angulares, castanho-avermelhadas, nas folhas unifolioladas. Nas folhas verdes, surgem pontuações pardas, menores que 1 mm de diâmetro, que evoluem e formam manchas com halos amarelados, de coloração parda na face superior e rosada na face inferior da folha, medindo de 1 a 3 mm de diâmetro. Em infecções severas, causa desfolha e maturação prematura, com conseqüente redução do rendimento (ALMEIDA et al., 2005).

Assim como a septoríose, o crestamento foliar de cercospora está disseminado por todas as regiões produtoras de soja do Brasil, porém, o crestamento foliar é mais sério nas regiões mais quentes e chuvosas dos cerrados. O fungo *C. kikuchii* ataca todas as partes da planta e pode ser responsável por severas reduções do rendimento e da qualidade da semente. Nas folhas, sintomas aparecem a partir do final da granação e são caracterizados por pontuações escuras, castanho-avermelhadas, as quais coalescem e formam grandes manchas escuras que resultam em severo crestamento e desfolha prematura. Nas vagens, aparecem pontuações vermelhas que evoluem para manchas castanho-avermelhadas (ALMEIDA et al., 2005; YORINORI, YUYAMA, 2008;).

A incidência das DFC pode ser reduzida através da integração do tratamento químico das sementes com a incorporação dos restos culturais e a rotação da soja com espécies não suscetíveis, como o milho e a sucessão com o milheto. Desequilíbrios nutricionais e baixa fertilidade do solo tornam as plantas mais suscetíveis às doenças de final de ciclo, podendo ocorrer severa desfolha antes mesmo de a soja atingir a meia grana (estádio de desenvolvimento R_{5.4}). A aplicação dos fungicidas recomendados para o controle deve ser feita entre os estádios R_{5.1} e R_{5.5} se as condições climáticas estiverem favoráveis à ocorrência das doenças, ou seja, chuvas freqüentes e temperaturas variando de 22°C a 30°C (EMBRAPA SOJA, 2009b). Além disso, segundo Unfried (2007), a utilização de fungicidas para o controle da ferrugem asiática implica, consequentemente, no controle das DFC.

2.1.5.1 Ferrugem asiática

2.1.5.1.1 Distribuição geográfica e importância econômica

Considerada uma das mais severas e devastadoras doenças da soja, a ferrugem asiática tem como agente etiológico o fungo *Phakopsora pachyrizi* Sydow & P. Sydow e foi relatada pela primeira vez em 1902 no Japão (BROMFIELD; HARTWIG, 1980; MILES; FREDERICK; HARTMAN, 2003; YANG, 1991). Permaneceu no hemisfério oriental por décadas, causando perdas de 10 a 80% pela Ásia, África e Austrália (PETERSON; KOSTA, 2005); somente no ano de 1994, foi referenciada no hemisfério Oeste - Havaí (KILLGORE e HEU, 1994), e só foi referenciada novamente em 2001, na América do Sul, no Paraguai, Oeste e Norte do Paraná, Brasil, respectivamente, em março e maio (ALMEIDA et al., 2005; YORINORI, 2004; YORINORI et al., 2005;). Após a primeira identificação no Brasil, a ferrugem rapidamente se dispersou pelo continente americano, causando severas perdas de produção de até 75% na América do Sul. (YORINORI et al., 2005). Recentemente, a ferrugem atingiu os Estados Unidos em 2004 e o México em 2005 (RODRIGUÉZ; RIOS; HERNÁNDEZ, 2006; SCHNEIDER; HOLLIER; WHITAM, 2005). A ferrugem asiática

agora está presente na maioria dos países produtores de soja do mundo (SILVA et al., 2008).

Em função da fácil disseminação da doença, no Brasil, em 2002, a ferrugem já se encontrava em 60% da área de cultivo do país, porcentagem que chegou a 90% no ano seguinte (BERGAMIN FILHO, 2006), ocasionando perdas superiores a 80% em áreas mais infectadas (YORINORI et al., 2005). Atualmente a ferrugem asiática é encontrada em todas as regiões produtoras brasileiras de soja, exceto Roraima (YORINORI; YUYAMA, 2008).

Segundo Yorinori, Yuyama e Siqueri (2009), as estimativas de perdas de grãos realizados, desde a sua constatação no Brasil, no período de 2001/02 a 2007/08, atingiram o montante de 31,56 milhões de toneladas e um custo (perdas de grãos, custos do controle e perdas de arrecadação de impostos sobre grãos perdidos) de US\$ 13,42 bilhões. Ao nível de propriedade, freqüentemente, já foram atingidos níveis de perda total (100%) pela inviabilidade da colheita (360 kg/ha a 480 kg/ha). A magnitude do dano provocado pela ferrugem asiática é influenciada por condições climáticas, aspectos genéticos das cultivares, manejo cultural e fitotécnico da cultura e pelo conjunto de fatores relacionados ao controle químico (BALARDIN et al., 2005).

Por ser uma doença de ocorrência recente no continente americano e devido a características peculiares, a ferrugem asiática faz com que muitos estudos sobre a mesma ainda estejam em andamento. A falta de conhecimento adequado sobre a doença por parte de produtores e profissionais de assistência técnica, somando à extensão da área de cultivo da soja no Brasil, cujas condições climáticas são distintas para cada região, faz prever que muitas perdas ainda ocorrerão nos próximos anos (YORINORI; JUNIOR; LAZZAROTO, 2004).

2.1.5.1.2 Ciclo da doença

O *Phakopsora pachyrhizi* é um fungo basidiomiceto pertencente à ordem Uredinales, que possui rápida disseminação, principalmente pelo vento, podendo atingir longas distâncias. Não há evidências da transmissão da doença por sementes. O fungo é um parasita obrigatório ou biotrófico porque vive apenas em hospedeiros vivos.

Portanto, para sobreviver, depende de hospedeiros alternativos ou da própria soja, através das plantas voluntárias, guaxas ou tigüeras, que nascem a partir de grãos perdidos na colheita, ou nos cultivos sob irrigação (EMBRAPA SOJA, 2009c). Estas plantas favorecem a sobrevivência e a multiplicação do fungo, servindo também de elo (“ponte verde”) entre uma safra e a seguinte, antecipando o surgimento da doença.

O ciclo da doença se inicia a partir de plantas que serviram como hospedeiras e que liberam os esporos, os quais se disseminam pelo vento, depositando-se sobre as folhas das plantas de soja. Quando as condições são favoráveis para a ocorrência da doença, inicialmente, os urediniósporos (esporos) emitem o tubo germinativo, e em seguida, o apressório. Esta estrutura desenvolve-se em direção à superfície da planta e perfura a cutícula e a parede celular através de força mecânica e enzimática (AMORIM, 1995a), infectando o hospedeiro.

O fungo *P. pachyrhizi* e espécies relacionadas são únicos em sua habilidade para penetração direta na epiderme; a maior parte dos patógenos de ferrugens entram na folha pela abertura dos estômatos. A penetração direta nas células epidérmicas e a indução não-específica do apressório no processo de infecção podem ajudar no entendimento da ampla gama de raças do patógeno, para o desenvolvimento de cultivares resistentes (MILES et al., 2006). Em Taiwan, já foram identificadas nove raças do *P. pachyrhizi* (ALMEIDA et al., 2005) e no Japão, 18 (YAMAOKA et al., 2002). Kato e Yorinori (2006), inoculando 13 isolados do patógeno em 14 diferentes cultivares de soja, confirmaram, respectivamente, a existência de diferentes raças patogênicas no Brasil. Segundo Hartman et al. (2004) o isolado brasileiro é o mais agressivo de todos, até o momento. Possivelmente o fungo *P. pachyrhizi* possui a habilidade de acumular genes para virulência (BONDE et al., 2006). Desta forma, a luta contra o patógeno torna-se um desafio para os sojicultores e pesquisadores.

A partir de cinco a oito dias após a infecção, podem surgir as urédias, estruturas que contêm os esporos (urediniósporos). Os primeiros urediniósporos podem ser produzidos em nove dias após a infecção, e a produção destes pode continuar por mais de três semanas. Desde a infecção inicial, há produção de uma primeira geração de pústulas (urédias) que mantêm a esporulação por mais de 15 semanas (MILES et al., 2006; MILES; FREDERICK; HARTMAN, 2003). Os urediniósporos vão iniciar novas

infecções na mesma lavoura ou vão, através do vento, alcançar lavouras mais distantes. Quando chega o fim do ciclo da cultura, o fungo passa a sobreviver nas plantas voluntárias ou outros hospedeiros (EMBRAPA SOJA, 2009c).

2.1.5.1.3 Hospedeiros do patógeno

Desde sua primeira descrição em folhas de *Glycine max* subsp. *soja*, ou soja silvestre, no Japão, foram realizados numerosos relatos do *Phakopsora pachyrhizi* em várias espécies de leguminosas ao redor do mundo, primeiramente na Ásia, seguida da Austrália, África, América do Sul, e mais recentemente da América do Norte. Previamente a sua introdução na América do Norte, em 2004, o fungo foi relatado em aproximadamente noventa espécies hospedeiras, contudo, a consolidação de algumas destas espécies diminuiu o número em setenta e sete, e em quarenta e um gêneros. Após 2004, uma avaliação em casa-de-vegetação de 176 espécies de leguminosas da subfamília Papilionoideae, ampliou-se a faixa de hospedeiros em sessenta e cinco espécies em 12 gêneros, e uma subsequente avaliação de campo adicionou cinco espécies e duas subespécies (SLAMINKO; HARTMAN, 2008).

Atualmente o *Phakopsora pachyrhizi* ocorre, então, em aproximadamente 150 espécies em 53 gêneros de leguminosas da família Fabaceae. Todas estas espécies hospedeiras pertencem a um grupo monofilético dentro da subfamília Papilionoideae. (SLAMINKO; HARTMAN, 2008). Tal faixa de hospedeiros pode ser considerada incomum entre patógenos causadores de ferrugens (HARTMAN; MILES; FREDERICK, 2005; MILES; FREDERICK; HARTMAN, 2003;). Aproximadamente cento e vinte espécies hospedeiras conhecidas estão na América do Norte e podem desempenhar um papel na epidemiologia da ferrugem asiática como hospedeiros que sobrevivem durante o inverno e servem como fontes de inóculo para a soja (SLAMINKO; HARTMAN, 2008).

No Brasil, podem ser citados alguns hospedeiros como a *Crotalaria alanceolata*, a anileira, a mucuna preta (*Mucuna cochinchinesis*), o feijoeiro comum (*P. vulgaris*) e o caupi (*Vigna unguiculata*), o carrapicho (*Desmodium* sp.), e o guandu (*Cajanus cajan*), entre outros (EMBRAPA SOJA, 2009c). Contudo, o hospedeiro de maior preocupação

atualmente, principalmente para os E.U.A., é o kudzu (*Pueraria lobata*), por ser extremamente prolífico e por servir de fonte de inóculo do *Phakopsora pachyrhizi* durante o inverno. Nativo do Japão e China, o kudzu se adaptou bem às condições climáticas do continente americano (EMBRAPA SOJA 2009c; YORINORI; YUYAMA, 2008; PIVONIA; YANG, 2004), e no Brasil está presente nos municípios de Palmeira, no Paraná, em Santo Ângelo e Carazinho, no Rio Grande do Sul. Juntamente com a soja, onde o inóculo é mantido pelos cultivos de entressafra, o kudzu pode ser considerado responsável pelas epidemias da doença no Brasil (YORINORI; YUYAMA; SIQUERI, 2009).

2.1.5.1.4 Sintomatologia

A ferrugem asiática, em razão de sua severidade, pode ocorrer em qualquer estágio fenológico da planta (EMBRAPA SOJA, 2009c). Esta doença é descrita pela fase uredinal e telial (ONO; BURITICÁ; HENNEN, 1992).

Em relação à fase uredinal, condições ótimas de temperatura, ao redor de cinco dias após a penetração, tornam possível a visualização dos primeiros sintomas da doença, os quais geralmente iniciam-se no terço inferior da planta. Estes caracterizam-se por pequenas pontuações angulares na face inferior da folha, com cerca de 1 mm de diâmetro, de coloração cinza-esverdeado, mais escuras que o tecido sadio da folha, podendo se manifestar de forma irregular, de acordo com as condições ambientais, principalmente umidade e temperatura (EMBRAPA SOJA, 2009c). Nestas pequenas lesões estão as urédias, que são estruturas protuberantes e marrom-avermelhadas, com aparência pulverulenta, variando entre 100 a 200 µm de diâmetro e encontram-se particularmente na face abaxial da folha. Os urediniósporos, contidos nas urédias, são obovóides e largamente elipsóides. Inicialmente de cor hialina, tornam-se bege e acumulam-se ao redor dos poros das urédias, e por onde são expelidos (JULIATTI et al., 2005; MILES; FREDERICK; HARTMAN, 2003; ONO; BURITICÁ; HENNEN, 1992).

Com o desenvolvimento da doença, as lesões adquirem forma poligonal, delimitadas pelas nervuras secundárias, podendo alcançar 2 a 5 mm de diâmetro (GODOY; KOGA; CANTERI, 2006; MILES; FREDERICK; HARTMAN, 2003) e podem

ser visualizadas posicionando-se a folha contra o sol ou contra um fundo claro. Os sintomas podem ser confundidos com sintomas de outras doenças, como os da septoriose, do crestamento bacteriano e da pústula bacteriana; a diferença está na presença do halo amarelado, ao redor das pontuações, característicos das três doenças e ausentes na ferrugem (YORINORI; YUYAMA, 2008).

Três tipos de lesões podem ocorrer na soja, dependendo da interação específica entre o isolado de *P. pachyrhizi* e a resistência da planta: lesões tipo TAN (“tanish”), lesões tipo RB (“reddish brown”), ou lesões tipo 0. O tipo TAN é caracterizado por lesões de 0,4 mm², usualmente com 2 a 5 urédias na face inferior da folha, surgindo em duas semanas após a inoculação, sendo considerado como um sintoma de suscetibilidade do hospedeiro; no sintoma do tipo RB são formadas lesões marrom-avermelhadas de 0,4 mm², geralmente com 0 a 2 urédias na face inferior da folha, aparecendo em duas semanas após a inoculação, sendo um sintoma que indica a resistência associada com hipersensibilidade do hospedeiro. Nesta reação de hipersensibilidade, as células do hospedeiro, vicinais ao ponto de entrada do patógeno, morrem logo após a infecção, restringindo o crescimento do patógeno ao local de infecção. Já o tipo 0 é a ausência de evidência visível macroscopicamente, indicando imunidade ou situação próxima da imunidade (BROMFIELD e HARTWIG, 1980; CARNEIRO, 2007; TSCHANZ; SHANMUGASUNDARAM, 1985; TWIZEYIMANA et al., 2008).

Existem ainda reações intermediárias de germoplasmas que apresentam os dois tipos de lesões, gerando a classificação em RT (mais lesões RB, menos TAN) e TR (mais lesões TAN, menos RB) (SOARES, 2006). A reação imune foi relatada com o gene *Rpp1* quando inoculada com certos isolados Índia 73-1 (HARTMAN; MILES; FREDERICK, 2005; HARTWIG; BROMFIELD, 1983; MILES; FREDERICK; HARTMAN, 2003).

Com o desenvolvimento da doença, as lesões formam grandes manchas castanhas, causando o amarelecimento e queda prematura das folhas. À medida que aumenta a densidade das lesões, a desfolha das plantas é maior e mais rápida, comprometendo a formação, granação e peso final dos grãos; perdas que podem variar de acordo com a intensidade da infecção e da fase fenológica em que surgem os

primeiros sintomas. Maiores serão os danos causados, quanto mais cedo ocorrer a infecção, principalmente por abortamento e queda de vagens, afetando o rendimento e a qualidade do grão.

Já foi constatado que a resistência pode se manifestar com maior ou menor intensidade em fases distintas da planta (TMG, 2008), sendo que, as plantas apresentam maior suscetibilidade a partir do florescimento (KAWUKI; TUKAMUHABWA; ADIPALA, 2004; YANG, 1991), provavelmente porque consome a maior parte da sua energia no processo reprodutivo. Outra constatação importante, segundo a equipe de pesquisadores da TMG (2008), é que o número de lesões e a viabilidade dos urediniósporos variam conforme o genótipo da planta hospedeira.

Quanto à fase telial, não muito conhecida, ocorre juntamente à fase uredinal e não tem sido observada em regiões tropicais. (SOUZA; ALVES; CASTRO, 2006). Até o momento, sabe-se que apenas os urediniósporos infectam plantas (MELCHING; BROMFIELD; KINGSOLVER, 1983; PIVONIA; YANG, 2004).

Além das folhas, as lesões podem atingir pecíolos, vagens e hastes, mas são mais abundantes nas folhas, principalmente na face inferior e nas bordas dos folíolos das folhas baixas, onde as formações das pústulas são mais evidentes e numerosas. Estas regiões da planta são mais atingidas por serem áreas com maior umidade, ou seja, microclima que favorece a germinação, penetração e infecção dos esporos (VELLO; BROGIN; ARIAS, 2002; YANG, 1991; YORINORI; YUYAMA, 2008). Furtado (2007) também observou que a ferrugem é mais severa nos trifólios mais velhos de plantas de soja.

O parâmetro severidade é o mais apropriado para quantificação de doenças foliares, como no caso das ferrugens. Considera a porcentagem da área de tecido coberto por sintomas e retrata melhor a intensidade da doença, onde somente a frequência de órgãos doentes é anotada. As escalas diagramáticas são representações ilustradas de uma série de plantas ou partes de plantas com sintomas em diferentes níveis de severidade, constituindo-se atualmente na principal ferramenta de avaliação da severidade para muitas doenças e de uso bem sucedido no trabalho de seleção de materiais resistentes em programas de melhoramento (AMORIM, 1995b). Ademais, o

uso de escalas diagramáticas tem sido útil para avaliar a suscetibilidade de germoplasmas, e também para avaliar a eficiência de fungicidas (SOARES, 2006).

2.1.5.1.5 Epidemiologia

O principal objetivo da epidemiologia vegetal é entender os mecanismos que regulam o desenvolvimento de doenças. No caso da ferrugem asiática, a epidemiologia não é ainda bem entendida (YANG, 1991). De maneira geral, condições ambientais que favorecem o crescimento e desenvolvimento da cultura da soja, também favorecem o aumento da ferrugem (MILES; FREDERICK; HARTMAN, 2003).

Segundo Alves et al. (2006), em uma cultura suscetível, o aumento da severidade da doença durante a estação de cultivo é freqüentemente determinado pelos fatores ambientais, principalmente temperatura e molhamento. Estudos em campo e casa-de-vegetação mostram que seis horas de molhamento foliar combinadas a uma temperatura de 20 a 25°C são os requisitos mínimos para a ocorrência da infecção da ferrugem. Esta faixa de temperatura oscila na ocorrência de temperaturas mais altas ou mais baixas. Temperaturas menores que 15° C e/ou maiores que 30°C associadas a ambientes com umidades menores, retardam o desenvolvimento da ferrugem e temperaturas prolongadas acima de 27° C inibem o fungo mesmo quando a umidade na superfície foliar é adequada (CASEY, 1981; TSCHANZ; SHANMUGASUNDARAM, 1985). As condições ótimas para o desenvolvimento do patógeno são temperaturas médias de 18 a 25°C, com umidade relativa alta de 75 a 80%, durante um período de 10 a 12 horas. (DEL PONTE et al., 2006; GODOY; DEL PONTE; COSTAMILAN, 2006; RIBEIRO et al., 2007). Relatos recentes afirmam que o fungo *P. pachyrhizi* pode sobreviver em temperaturas ao redor de -6°C (BALARDIN et al., 2005), o que pode explicar as epidemias de inverno, principalmente nos E.U.A.

A precipitação, desta forma, parece ser um fator crítico para o desenvolvimento da ferrugem da soja. Dados de severidade da doença obtidos de diferentes regiões do Brasil, com distintos regimes pluviométricos, demonstraram alta correlação com a precipitação (CARNEIRO, 2007), que pode ser explicada pela característica incomum

dos urediniósporos do fungo *Phakopsora pachyrhizi* permanecerem firmemente unidos, não sendo facilmente liberados pela ação do vento (MELCHING et al., 1979).

Segundo Juliatti et al. (2005), estas constatações evidenciam a importância do monitoramento dos parâmetros climáticos, para auxiliar técnicos e produtores na tomada de decisões, assim como na identificação de áreas com maior risco, ou maior probabilidade de ocorrência de processos endêmicos.

2.1.5.1.6 Estratégias de controle da ferrugem asiática

2.1.5.1.6.1 Controle químico e manejo

O controle da ferrugem asiática da soja compreende diversas medidas conjuntas para que os danos e as perdas sejam minimizados (JULIATTI et al., 2005; SANTOS et al., 2007; SOARES et al., 2004), e exige monitoramento, treinamento e capacitação constantes na adoção das práticas de manejo da cultura.

Os fungicidas, até o momento, consistem no principal método utilizado para o controle da doença (GARCIA et al., 2008; SILVA; JULIATTI; SILVA, 2007; SOARES et al., 2004;). Os mais utilizados e que têm se mostrado mais eficientes são as estrobilurinas e os triazóis (GODOY; CANTERI, 2004; ALMEIDA, et al., 2005; CALVO et al., 2008), que proporcionam uma proteção de em média, por cerca de 25 dias (EMBRAPA SOJA, 2009c). Sem a aplicação dos fungicidas, podem ocorrer quedas na produtividade de 50 a 80%, com apenas um mês de infecção (SILVA JÚNIOR, 2006) e o retardamento na aplicação tem acarretado perdas médias de um saco de soja por dia de atraso (BALARDIN et al., 2005).

Nas condições brasileiras, os principais agravantes para o controle da ferrugem asiática são a extensão territorial das lavouras e a monocultura continuada, favorecendo a maior produção de inóculo e disseminação deste, além do aparecimento de diferentes isolados/raças do patógeno. O clima favorável, falhas nas aplicações de fungicidas, alta densidade de plantas, período de semeadura, além da sobrevivência do patógeno em plantas voluntárias de soja e plantas daninhas ou outras espécies hospedeiras que sobrevivem no período da entressafra que se estende de setembro a

janeiro, são fatores suplementares que diminuem a eficiência do controle da doença (UNFRIED, 2007).

Segundo a Fundação MT (2007) e Yorinori e Yuyama (2008), para o aumento da eficiência no controle químico da ferrugem, algumas práticas culturais são recomendadas, entre elas: 1) rotação de culturas; 2) semeadura da soja na época recomendada; 3) evitar o prolongamento do período da semeadura, pois, segundo Juliatti et al. (2005), em plantios tardios a doença tende a ser mais severa; 4) monitoramento da lavoura com auxílio de lupa de 20 x de aumento; 5) controle preventivo, com aplicação de fungicida antes do aparecimento da doença (quando o potencial de inóculo ainda é baixo) e controle curativo, com a aplicação de fungicida com o aparecimento dos sintomas iniciais da doença; 6) procurar fazer a rotação de classes de fungicidas quando for realizar mais de uma aplicação; 7) inspeção contínua da lavoura para a identificação precoce da ferrugem; 8) utilizar as tecnologias de aplicação recomendadas para obter boa cobertura foliar e penetração do produto no dossel da planta, respeitando as condições climáticas durante as aplicações; 9) planejamento antes da semeadura, com definição da janela de cultivo; 10) uso de cultivares mais precoces, pois desta forma o fungo tem menos tempo para causar redução da produtividade, já que a cultura fica menos tempo no campo, de acordo com Silva, Juliatti e Silva (2007); 11) uso de densidade de plantas na linha e espaçamento entre as linhas que permitam bom arejamento foliar e escolha correta dos equipamentos de pulverização.

A pulverização deve atingir o máximo de área foliar, com fungicidas de maior período residual e sistemicidade. Ademais, de acordo com a Embrapa Soja (2009c), produtores e técnicos devem estar atentos às informações de sua região. Diante disso, o Consórcio Anti-Ferrugem, estabelecido em 2004, através de um esforço cooperativo entre vários segmentos da cadeia produtiva da soja, gera e difunde informações que melhorem a eficiência do controle da ferrugem asiática, possibilitando o acompanhamento anual de sua evolução ao nível nacional e em tempo real. As informações são enviadas para a Embrapa Soja e disponibilizadas através da internet: www.consorcioantiferrugem.net.

Uma medida muito importante adotada por diversos estados brasileiros foi o “Vazio Sanitário”, que consiste na proibição do cultivo da soja durante a entressafra e na eliminação de plantas voluntárias de soja dos campos de cultivo e de áreas adjacentes. O objetivo do vazio sanitário é a redução do inóculo inicial para atrasar o início da epidemia. Essa medida, associada ao plantio de cultivares precoces, logo no início da estação de cultivo, faz com que as plantas completem maior parte de seu ciclo livres do patógeno, reduzindo o número de aplicações de fungicidas e garantindo maior produtividade (CARNEIRO, 2007). Entretanto, devido a sua agressividade, a ferrugem asiática continua causando sérios prejuízos e perdas econômicas significativas. Mesmo sendo um controle eficaz, o uso dos fungicidas, por exemplo, é limitado, pois torna o custo oneroso e ainda há dificuldade por parte do sojicultor no seu gerenciamento, em condições climáticas adversas. Segundo Calvo et al. (2008), no Brasil, o uso de fungicidas na produção de soja tem aumentado de aproximadamente U\$ 100 milhões a quase U\$ 800 milhões, desde o aparecimento da ferrugem. Somando a isso, os fungicidas aumentam a preocupação em relação à poluição dos solos e águas, e também à toxicidade para plantas, humanos e animais. (OLOKA et al., 2008). Desta forma, a obtenção de cultivares resistentes ou tolerantes através do melhoramento genético apresenta-se como a medida mais viável, tanto do ponto de vista econômico como ambiental, e de grande importância estratégica no controle da doença, contribuindo para a redução do uso de fungicidas.

2.1.5.1.6.2 Controle genético

2.1.5.1.6.2.1 Resistência e tolerância ao *P. pachyrhizi*

Segundo Carneiro (2007), a resistência de plantas a doenças ocorre por mecanismos que impedem ou limitam a atividade do patógeno na planta hospedeira. Os mecanismos de resistência identificados ao *P. pachyrhizi* incluem a resistência vertical, horizontal e a tolerância (HARTMAN; MILES; FREDERICK, 2005). Alguns autores não consideram a tolerância como um mecanismo de resistência.

A resistência vertical, também denominada de resistência de genes maiores ou raça-específica, é geralmente controlada por um (resistência monogênica) ou poucos genes (resistência oligogênica), sendo assim, de fácil manipulação. Estes genes, referenciados como genes R, controlam um passo essencial no reconhecimento do patógeno pelo hospedeiro e, portanto, realizam um papel importante na expressão da resistência (AGRIOS, 2005). A resistência vertical, por ser efetiva a uma ou poucas raças do patógeno (FERREIRA, 2006), age no sentido de reduzir a quantidade efetiva de inóculo inicial, fazendo com que o início da epidemia seja atrasado (CAMARGO; BERGAMIN FILHO, 1995); entretanto, este tipo de resistência é efêmero, pois qualquer mutação no patógeno pode produzir uma nova raça capaz de quebrá-lo. Ademais, segundo Ferreira (2006) e Agrios (2005), sempre que ocorrer a resistência vertical, também estará presente a resistência horizontal, em maior ou menor grau, pois a mesma é necessária para a sobrevivência das espécies vegetais.

A resistência horizontal, chamada ainda de parcial, duradoura ou raça-inespecífica (AGRIOS, 2005), torna-se visível após a resistência vertical ter sido “quebrada” (PARLEVLIET, 1997) e, em geral, é poligênica e efetiva contra uma grande parte ou todas as raças do patógeno (AGRIOS, 2005; KAWUKI, TUKAMUHABWA; ADIPALA, 2004; TSCHANZ et al., 1984; TSCHANZ; TSAI, 1982). Ao contrário da resistência vertical, que na maioria das vezes manifesta-se conferindo a cultivar imunidade ou hipersensibilidade contra determinadas raças do patógeno, a resistência horizontal apenas diminui o tamanho das lesões produzidas pelo patógeno, aumenta seu período latente e diminui o número de esporos produzidos por lesão. Nas cultivares que apresentam esta resistência, a eficiência de infecção é menor do que em uma cultivar suscetível, as lesões crescem mais lentamente, os esporos são produzidos mais tardiamente e em menor quantidade. Somando-se estes efeitos, há uma redução na taxa de desenvolvimento da doença. Além disso, a resistência horizontal é muito mais estável que a vertical, pois, para que surjam formas variantes do patógeno são requeridas mudanças genéticas em vários *loci* de patogenicidade. (CAMARGO; BERGAMIN FILHO, 1995). Desta forma, é uma opção viável de resistência duradoura.

No caso da tolerância, não há restrição à infecção, colonização e reprodução do patógeno, o que permite o aumento do inóculo no campo, todavia, a planta mantém sua

produção mesmo sob a colonização de seus tecidos pelo patógeno (CARNEIRO, 2007). Sendo assim, uma planta tolerante, fenotipicamente, é indistinguível de uma planta suscetível. Contudo, a produtividade de uma planta tolerante infectada pode ser comparável àquela de uma planta sadia (CAMARGO; BERGAMIN FILHO, 1995). A natureza fisiológica da tolerância não é bem conhecida, entretanto há relatos que a tolerância é resultado da ação de poligenes com efeitos pequenos e cumulativos (ARAÚJO, 2009; UNFRIED, 2007; VELLO; BROGIN; ARIAS, 2002). Li et al. (2006), também argumenta que é possível que a tolerância, assim como a resistência horizontal, estejam intimamente ligadas à resistência vertical e seja, na verdade, governada por genes de resistência vertical que foram quebrados pelo patógeno.

Para a resistência vertical da ferrugem asiática, estão referenciados até o momento na literatura, cinco genes independentes: *Rpp1* (PI 200492, Komata), *Rpp2* (PI 230970), *Rpp3* (PI 462312, Ankur), *Rpp4* (PI 459025, Bing nan) (BROMFIELD e HARTWIG, 1980; HARTWIG, 1986; HARTWIG e BROMFIELD, 1983; McLEAN e BYTH, 1980) e *Rpp5* (PI 200456), mais recentemente identificado no grupo de ligação N da soja (GARCIA et al., 2008). Entretanto, devido à resistência vertical não ser duradoura, já foi relatado que as fontes de resistência dos genes *Rpp1* a *Rpp4* apresentaram suscetibilidade em condições de campo (HARTMAN; MILES; FREDERICK, 2005). No Brasil, somente os genes *Rpp2* e *Rpp4* continuam efetivos contra os isolados brasileiros, enquanto que a resistência conferida pelos genes *Rpp1* e *Rpp3* foi quebrada em 2003, dois anos após a detecção da ferrugem asiática no Brasil (ARIAS et al., 2006; PIEROZZI et al., 2007; RIBEIRO et al., 2007, 2008; SILVA et al., 2008; TMG, 2008). Neste caso, o desenvolvimento de cultivares de soja resistentes com este tipo de resistência tem sido dificultado (MILES; FREDERICK; HARTMAN, 2003; OLOKA et al., 2008; TWIZEYIMANA et al., 2008).

Mais recentemente, outros genes de resistência vertical à ferrugem asiática foram identificados, no entanto recessivos, na cultivar BR01-18437 (Pierozzi et al., 2008) e nas PIs 200456 e PI 224270. A descoberta de genes recessivos que conferem resistência à ferrugem é de importância para a conclusão de que estes genes podem estar relacionados com mecanismos moleculares distintos dos normalmente encontrados em genes de resistência a doenças em plantas (TMG, 2008); também a

comparação entre as plantas homozigotas para os genes de resistência dominantes e recessivos, através da diversidade de isolados em todo o mundo, pode informar se os genes recessivos podem conferir uma resistência mais duradoura do que aquela conferida pelos genes dominantes descritos na literatura (CALVO et al., 2008).

Além disso, mais locos de resistência foram identificados em PIs ou cultivares (BROMFIELD; HARTWIG, 1980; HARTWIG, 1986; MONTEROS et al., 2007; PIEROZZI et al., 2008; SILVA et al., 2008). No entanto, há pequena informação considerando se a resistência conferida por estes locos são diferentes dos genes Rpp1 a Rpp4 já descritos (LAPERUTA et al., 2008). Genes para resistência à ferrugem também foram encontrados em espécies perenes silvestres e do gênero *Glycine*, nativas da Austrália, entre elas, *G. clandestina*, *G. canescens*, *G. tabacina* e *G. tomentella* (BURDON e MARSHALL, 1981; BURDON, 1988;) e um único gene para resistência à *P. pachyrhizi* foi identificado em *G. argyrea* (JAROSZ; BURDON, 1990).

Outro relato importante, de Garcia et al. (2008), é sobre a possibilidade de ocorrência de alelos múltiplos ou genes ligados que conferem o fenótipo de resistência à ferrugem asiática da soja, que, de acordo com Fehr (1987) caracteriza a resistência horizontal. Ademais, estudos genéticos têm sido desenvolvidos e dados preliminares comprovam a existência de efeitos genéticos aditivos para a ferrugem asiática (ARIAS et al., 2006). Sendo assim, genes quantitativos que expressam resistência ou tolerância à ferrugem asiática em genótipos de soja também têm sido considerados uma esperança para o desenvolvimento de novas cultivares no controle da ferrugem. (ARIAS et al., 2006; RIBEIRO et al., 2007).

Vanderplank (1968), citado por Camargo e Bergamin Filho (1995) enfatiza que os bons resultados obtidos com a combinação de resistência horizontal e vertical são importantes de se conhecer. Para Unfried (2007), é uma alternativa, juntamente com a tolerância, que visa a estabilidade e durabilidade da resistência.

2.1.5.1.6.2.2 Melhoramento e uso de germoplasma exótico visando resistência à doença

O emprego de cultivares resistentes constitui o método mais eficiente e promissor no controle da ferrugem asiática da soja (GARCIA et al., 2008; SILVA et al., 2008; PIEROZZI et al., 2008; ZAMBOLIM, 2006;). Ademais, o uso de plantas resistentes pode permitir um manejo mais sustentável e viável economicamente e ambientalmente, principalmente em situações onde os recursos de sistemas agrícolas são escassos (OLOKA et al., 2008).

Devido à agressividade da ferrugem asiática, a busca é constante para o desenvolvimento de cultivares com características agronômicas desejáveis e resistência duradoura frente à população altamente variável do patógeno (BONDE et al., 2006). Segundo Ferreira (2006), em um programa de melhoramento de plantas visando à resistência a doenças, inicialmente deve-se identificar as fontes de genes de resistência, a fim de transmiti-los ao material a ser melhorado. A fonte adequada de resistência pode, muitas vezes, ser encontrada em cultivares normalmente cultivadas na área em que o programa de melhoramento vai ser conduzido; quando não é encontrada nestas cultivares, torna-se necessário procurá-la em cultivares de outros locais ou em espécies afins, cultivadas ou selvagens.

O germoplasma exótico tem sido muito utilizado na introdução de genes de resistência a doenças em programas de melhoramento. Na América do Norte, verificou-se que genes de resistência obtidos através do germoplasma exótico são necessários para ampliar a proteção à maioria das doenças em soja, a exemplo dos genes de resistência de fontes exóticas à podridão da raiz, que têm substituído os primeiros genes de resistência a essa doença, encontrados em cultivares adaptadas (CARTER et al., 2004). Na literatura, as PIs (Plant Introduction) são citadas como fontes exóticas de grande potencial para resistência à ferrugem asiática. O termo PI é uma denominação dos acessos mantidos pelo sistema de conservação de germoplasma dos Estados Unidos da América, na tentativa de ampliar a variabilidade genética das suas cultivares (NASS; MIRANDA FILHO; SANTOS, 2001).

O uso de germoplasma exótico também tem sido sugerido como um método para aumentar a variabilidade genética, podendo, desta forma, estar à disposição de um programa de seleção. Entretanto, Hallauer (1978), define o germoplasma exótico como aquele germoplasma que não tem utilidade imediata ou que não apresenta boa adaptabilidade para seu uso no melhoramento. De acordo com Vello; Fehr e Bahrenfus (1984), mesmo que o germoplasma exótico contribua com genes úteis, os quais muitas vezes não estão disponíveis nas cultivares adaptadas, geralmente elas atuam no sentido de reduzir a produtividade. Estes mesmos autores, estudando populações de soja com diferentes proporções de PIs, ressaltaram a importância do uso de elevado número destas no desenvolvimento de populações de soja para programas de longo prazo e concluíram que 25% de germoplasma exótico deve permitir uma combinação adequada entre produtividade e variabilidade.

O método do retrocruzamento é uma alternativa eficiente para transferência de genes de resistência e na adaptação de germoplasma exótico (NASS; MIRANDA FILHO; SANTOS, 2001). O retrocruzamento é um método de melhoramento utilizado principalmente na introdução de resistência monogênica a partir de genótipos com pouca adaptação e características agronômicas indesejáveis, em cultivares elites. Sendo assim, é bastante aplicável no caso da resistência vertical. Este método também pode ser utilizado para a transferência de mais de um gene simultaneamente em uma cultivar, em uma prática chamada piramidamento de genes.

Existem outras estratégias para a resistência vertical que visam à estabilidade da população do patógeno, já que esta resistência não é duradoura, como a utilização de rotação de genes e multilinhas. O princípio da rotação de genes é o de reduzir a pressão de seleção direcional para o aparecimento de novas raças: uma certa cultivar contendo um gene de resistência vertical R1 é usado até que surja uma raça (1) capaz de quebrar sua resistência. Essa cultivar é então substituída por uma outra contendo um gene diferente de resistência (R2) que, por sua vez, será substituído quando aparecer outra raça (2). Após alguns anos, retorna-se à cultivar R1, fechando o ciclo de rotação (CAMARGO; BERGAMIN FILHO, 1995). Com relação à multilinha, esta é formada por uma mistura de linhagens agronomicamente semelhantes ou quase idênticas, cada uma delas contendo um dos genes de resistência (CARNEIRO, 2007;

VELLO; BROGIN; ARIAS, 2002;), e é o oposto do piramidamento de genes, pois, ao invés dos genes estarem concentrados em um único indivíduo, os genes estão distribuídos em linhagens diferentes, porém, fenotipicamente idênticas.

No entanto, por causa do valor limitado da resistência vertical, relacionado a sua instabilidade, a utilização da resistência horizontal e a tolerância são as opções mais viáveis à obtenção de resistência duradoura (BONDE et al., 2006). Entretanto, a resistência horizontal não tem sido muito utilizada, devido aos métodos de avaliação serem muito demorados e difíceis para a sua identificação e quantificação (HARTMAN; MILES; FREDERICK, 2005). Ademais, conforme Parlevliet (1983), a seleção para resistência horizontal, na presença de genes maiores para a resistência, pode ser indesejável, uma vez que o efeito dos genes maiores pode suprimir o efeito dos genes menores, sob determinadas condições experimentais.

Nestas condições, há um direcionamento dos programas de melhoramento à busca por genótipos tolerantes. Segundo Tschanz et al., 1986, citado por Vello, Brogin e Arias (2002) um esquema de melhoramento para incorporar tolerância à ferrugem envolve o avanço de gerações iniciais pelos métodos de população (Bulk) ou SSD (Single Seed Descent), realizando-se seleção somente para genótipos com características agronômicas desejáveis; avanço das gerações intermediárias para seleção de genótipos tolerantes à ferrugem, com sementes colhidas dentro das famílias e por último, avanço das gerações finais para seleção de genótipos com taxas reduzidas de infecção, tolerância e características agronômicas desejáveis. Paralelamente, trabalhos são citados para determinação do nível de tolerância de genótipos de soja, através de delineamento com blocos protegidos e não protegidos por fungicidas (ARAÚJO, 2009; TSCHANZ; SHANMUGASUNDARAM, 1985; UNFRIED, 2007; VELLO; BROGIN; ARIAS, 2002).

Para a obtenção de genótipos tolerantes, a médio e longo prazo a seleção recorrente seria uma outra estratégia de melhoramento. É recomendável o uso da seleção recorrente para estabelecer diferentes combinações entre alelos múltiplos, desta forma aumenta a variância genética aditiva e origina diversas combinações epistáticas entre os poligenes envolvidos no controle da tolerância à ferrugem, da produtividade de grãos e dos caracteres adaptativos. Consequentemente ocorre um

acúmulo de progressos genéticos em ciclos sucessivos de seleção recorrente como resultado dos incrementos nas variâncias genéticas aditiva e epistática nas populações de soja (VELLO; BROGIN; ARIAS, 2002).

Entretanto, segundo Zambolim (2006), um problema sério encontrado para a obtenção de cultivares tanto tolerantes como resistentes, é a grande variabilidade patogênica de *Phakopsora pachyrhizi* e fontes escassas de resistência. Sendo assim, técnicas como a rotação e o piramidamento de genes podem ser ineficazes (SHANMUGASUNDARAM; YAN; WANG, 2004).

Atualmente as técnicas moleculares são uma ferramenta muito importante para os programas de melhoramento na identificação de genes de resistência e entendimento dos mecanismos genéticos envolvidos na resistência da soja à ferrugem. Através de marcadores moleculares, foi possível mapear três dos quatro genes de resistência vertical previamente descritos (Rpp1, Rpp2 e Rpp4), bem como identificar mais dois novos locos envolvidos no controle da resistência (TMG, 2008). De acordo com Unfried (2007), a saturação de mapas genéticos com informações de diferentes marcadores moleculares permitirá a identificação de regiões específicas do DNA, mapeamento de genes e/ou QTLs associados à resistência, além da clonagem de genes para estudos de expressão gênica e aplicação no melhoramento genético de plantas.

Segundo Yorinori, Yuyama e Siqueri (2009), no Brasil, o uso de cultivares resistentes ou tolerantes já é quase realidade. Para a safra 2008/09, por exemplo, a Fundação MT e a TMG já disponibilizaram aos produtores de sementes os primeiros lotes das cultivares “Inox” para produção de semente. Entretanto, as cultivares resistentes ainda necessitarão estar combinadas ao uso de fungicidas e à adoção das outras estratégias de manejo integrado da cultura da soja, para garantir a redução do nível de inóculo e da taxa de progresso da doença. Desta forma, as cultivares poderão manter sua potencialidade produtiva e durabilidade da resistência/tolerância, causando menos perdas para a cultura da soja.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Formação das populações

Para atingir os propósitos deste trabalho, o mesmo envolveu nove genitores divididos em dois grupos divergentes: um grupo de genótipos exóticos resistentes à ferrugem asiática e não adaptados às condições edafoclimáticas do Brasil; e um grupo de genótipos adaptados (cultivares comerciais), mas suscetíveis à ferrugem. Os genótipos adaptados utilizados fazem parte do programa de ampliação da base genética e melhoramento da soja em andamento no Setor de Genética Aplicada às Espécies Autógamas do Departamento de Genética da ESALQ/USP. Os genótipos exóticos foram fornecidos pela empresa TMG (Tropical Melhoramento e Genética Ltda.).

Como genitores exóticos resistentes foram utilizados os genótipos: 1) PI 200487 (Kinoshita); 2) PI 471904 (Orba); 3) PI 459025 (Bing nan) e 4) PI 200526 (Shira Nuhi). Conforme descrição na literatura, Bing nan possui o gene *Rpp4* para resistência à ferrugem asiática (BROMFIELD; HARTWIG, 1980). Segundo Pierozzi et al. (2008), Kinoshita e Shira Nuhi possuem genes principais diferentes de resistência que também são distintos de *Rpp2*, *Rpp3* e *Rpp4*. Resultados do recente trabalho de Garcia et al. (2008), através de mapeamento genético, indicam a ação gênica de dominância completa para Kinoshita e incompleta para Orba, para resistência à ferrugem. Como genitores adaptados e comercialmente recomendados para diferentes regiões, foram utilizados os genótipos: 1) IAC-100; 2) MGBR 46 (Conquista); 3) BRSMT- Pintado, 4) BRS-154 e 5) BRS-232. Entretanto, segundo estudo realizado por Silva; Juliatti e Silva (2007), há evidências de resistência parcial em IAC-100.

No ano agrícola 2005/06, realizaram-se hibridações entre esses dois grupos de genitores em esquema de dialelo parcial com recíprocos, na tentativa de se obter quantidades adequadas de sementes F_1 de todas as 40 combinações de cruzamentos: quatro genitores exóticos x cinco genitores adaptados x dois recíprocos. O avanço da geração F_1 foi realizado no inverno de 2006, eliminando-se eventuais autofecundações, com o uso de marcadores morfológicos (cor das flores, cor do hipocótilo, cor da

pubescência e cor das vagens). Ressalta-se que neste trabalho será considerado que o recíproco 1 é o cruzamento em que o genitor feminino (receptor de pólen) foi o genótipo adaptado e o genitor masculino (doador de pólen) foi o genótipo exótico, sendo que para o recíproco 2 a situação foi a inversa.

2.2.2 Geração F₂

2.2.2.1 Avaliação e procedimentos experimentais

Foram avaliados na geração F₂ 27 cruzamentos, sendo 10 com recíprocos e sete sem recíprocos, e mais os nove genitores, adaptados e exóticos. Os genótipos foram semeados em bandejas de isopor e mantidos ao ar livre, em 22/01/07. O transplante dos mesmos foi realizado em 05/02/2007.

A avaliação foi realizada em condições de campo, utilizando delineamento experimental em blocos ao acaso, sendo cada tratamento representado por um cruzamento ou genitor. Foram utilizadas seis repetições dos tratamentos (figura 1).

As parcelas experimentais foram representadas por covas desbastadas (covas contendo uma única planta após o desbaste) e espaçadas de 0,7 m e entrelinhas por 0,6 m. Foram 40 parcelas por repetição, sendo que cada uma correspondeu a 12 covas de cada tratamento, desta forma, foram avaliadas 72 plantas distribuídas nas seis repetições, representando cada cruzamento ou genitor. O experimento foi conduzido em área experimental do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), localizada no município de Piracicaba, SP, com as seguintes coordenadas geográficas: 22,5° latitude Sul, 47,5° longitude Oeste, 546 m altitude, clima subtropical úmido - Cwa com verão chuvoso e inverno seco, precipitações médias anuais de 1230 mm, temperaturas médias mensais de 25,4°C no verão a 17,9°C no inverno e média anual de 21,6°C; (LCE-ESALQ/USP, 2007).

O preparo do solo foi feito de forma convencional, ou seja, com arações e gradagens. Antes da semeadura, a área foi sulcada e adubada. Quanto aos tratamentos culturais empregados, no controle de plantas daninhas, foram utilizados herbicidas em pré e pós-emergência, complementados com capinas manuais, quando necessário.

Logo após a semeadura e durante o desenvolvimento das plantas foi feita irrigação suplementar, utilizando um sistema de irrigação por aspersão convencional. As doenças e insetos pragas foram controlados conforme recomendações técnicas apropriadas à cultura, sob condições adequadas de temperatura, umidade e ciclo da planta.

Avaliaram-se os seguintes caracteres:

a) NDF: Número de dias para o florescimento, correspondendo, em dias, ao intervalo desde a data da semeadura até o florescimento de 50% das plantas da parcela;

b) APF: Altura da planta no florescimento, correspondendo à altura da planta, em cm, no dia do florescimento mínimo de 50% das plantas da parcela, sendo mensurada desde o colo até o ápice da planta;

c) NDM: Número de dias para a maturidade, avaliado no estágio R_8 (tabela 1) de desenvolvimento da planta. Correspondem ao número de dias entre a data da emergência das plântulas e a data na qual pelo menos 50% das plantas da parcela possuem 95% ou mais das vagens maduras;

d) APM: Altura da planta na maturidade (estádio R_8), correspondendo à altura da planta, em cm, do colo da planta até a inserção da última vagem, na época em que a planta atingiu a maturidade;

e) VA: Valor agrônomo, avaliado durante o estágio fenológico R_8 das plantas, com uma escala de notas visuais, variando de nota 1 (plantas com baixo potencial produtivo e aspecto agrônomo ruim) até 5 (plantas com alto potencial produtivo e aspecto agrônomo ótimo). Neste caráter são consideradas diversas variáveis, tais como: quantidade de ramificações, quantidade e granação das vagens, altura de inserção da primeira vagem, quantidade de vagens, presença de racemo terminal com vagens bem formadas, arquitetura, altura e estado sanitário das plantas.

f) PG: Produtividade de grãos, em g.planta^{-1} , correspondendo à pesagem dos grãos de cada parcela, colhidos com aproximadamente 13% de umidade, quando as plantas atingiram o estágio fenológico R_9 (ponto de maturação de colheita).

Os caracteres utilizados apenas para identificação dos cruzamentos foram os seguintes marcadores morfológicos:

CF: cor de flor, que pode ser roxa ou branca;

CP: cor de pubescência, que pode ser marrom ou cinza;

CV: cor de vagem, caracterizada como cinza, marrom ou preta.

Assim como foi realizado na geração F_1 , também em F_2 eliminaram-se eventuais autofecundações com o uso de marcadores morfológicos. Para obtenção do maior número de sementes por planta, o experimento foi protegido com três aplicações preventivas do fungicida Impact Duo nos estádios R_2 , R_3 e R_5 , respectivamente. Desta forma, não foi possível avaliar a reação à ferrugem asiática nesta geração. Foi realizada a colheita e pesagem de sementes de cada planta individualmente.

2.2.2.2 Estatísticas descritivas

O parâmetro de estatística descritiva estimado (média aritmética) forneceu informações para ajudar na análise do potencial agrônômico e variações entre os cruzamentos e genitores analisados.

2.2.2.3 Análise de variância

Segundo Barbin (2003), uma das exigências do modelo matemático e, portanto, da validade da análise da variância, é que os erros e_{ij} tenham distribuição normal. Desta forma, anteriormente à realização das análises de variância, foi realizada primeiramente uma análise exploratória dos dados experimentais para detecção de “outliers”, conforme metodologia utilizada por Carbonell (1995), Rocha (1998) e Unfried (2007) e pelo teste t de comparação de médias. Um outlier, segundo Dean e Voss (1999) é uma observação que é muito maior ou menor que o esperado, sendo fácil de ser identificado. Todo outlier deve ser investigado, pois a ele pode ser atribuída a alteração da normalidade dos resíduos, diferentes variâncias das variáveis ou incorreta especificação do modelo utilizado. Sendo assim, quando presentes, os outliers foram retirados e substituídos pelos valores preditos (esperados). Após este procedimento, foi possível realizar o teste

de Shapiro-Wilk (1956) para normalidade dos dados. Para os dados que não apresentaram normalidade, foi verificada a homogeneidade de variâncias através dos testes de Bartlett (1937), Brown-Forsythe (1974) e Levene (1960).

No intuito de minimizar os problemas dos dados que não apresentaram homogeneidade de variâncias, foram realizadas transformações propostas pela transformação de Box e Cox (1964) que utiliza o parâmetro de transformação λ , tal que $y_i^\lambda = (y_i^\lambda - 1)/\lambda$ ($\lambda \neq 0$) ou $y_i^\lambda = \log y_i$ ($\lambda = 0$). Desta forma, na geração F₂, os dados referentes a todos os caracteres (NDF, APF, NDM, APM, VA e PG) foram transformados para $(x + 0,5)^{0,5}$, no intuito de ajustar os dados à distribuição normal e estabilizar as variâncias.

As análises de todos os caracteres avaliados foram feitas segundo o delineamento experimental de blocos ao acaso, com mais de uma informação coletada por parcela, de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + r_j + ee_{ij} + ea_{ijk} \quad (1)$$

em que:

Y_{ij} : observação referente ao genótipo “i” na repetição “j”;

μ : média geral do caráter;

g_i : efeito fixo do genótipo “i”; sendo ($i = 1, 2, \dots, 36$);

r_j : efeito aleatório da repetição “j”; sendo ($j = 1, 2, \dots, 6$);

ee_{ij} : erro experimental associado à parcela “ij”, admitido ser independente e com distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

ea_{ijk} : erro amostral, sendo o efeito da planta k dentro da parcela ij; para as plantas F₂ ($k = 1, 2, \dots, 12$)

A análise de variância desta geração permitiu vários desdobramentos das fontes de variação: a) genótipos, em cruzamentos e genitores; b) cruzamentos, em com e sem recíproco; c) genitores, em exóticos e adaptados; d) cruzamentos com recíproco, em cruzamentos e recíprocos dentro de cruzamentos; e) recíprocos dentro de

cruzamentos em recíprocos dentro dos 10 cruzamentos analisados. Para cada desdobramento, também foi realizado um contraste.

A análise estatística dos dados foi realizada pelo pacote computacional SAS (Statistical Analysis System) (SAS INSTITUTE INC., 1996) e pelo pacote computacional GENES (CRUZ, 2006).

2.2.2.4 Comparações entre médias

Verificada a existência da significância do teste F, em um experimento onde foram testados mais de dois tratamentos do tipo qualitativo, ocorre a necessidade de se definir onde está ocorrendo a diferença entre eles, o que deve ser feito pela aplicação de um teste para comparação de médias ou pelo uso de contrastes. Assim, foi utilizado o teste de comparações múltiplas de Scott e Knott, através do programa GENES (CRUZ, 2006). Este teste, idealizado por Scott e Knott (1974), possui significância formulada sobre o teste de qui-quadrado (χ^2).

A grande vantagem em sua utilização advém do fato que nenhuma média pode pertencer a mais de um agrupamento, ou seja, o teste determina a constituição de grupos de médias distintos, sempre que tenha sido encontrada significância na aplicação do teste F na análise de variância. Não apresenta uma fórmula básica de obtenção de um ou mais valores para comparação de médias, mas antes estabelece os grupos em função da variabilidade entre estes grupos de médias (ZIMMERMANN, 2004).

O teste de Scott e Knott foi aplicado a 5% de probabilidade e realizado com os dados transformados; entretanto, as médias apresentadas nas tabelas dos testes de comparações entre médias são dos dados originais.

2.2.2.5 Parâmetros genéticos

2.2.2.5.1 Herdabilidade e heterose

Foi estimado o coeficiente de herdabilidade no sentido amplo a partir das variâncias fenotípicas, ambientais e genéticas, segundo a expressão abaixo:

$$h_a^2 = \frac{\sigma_F^2 - \sigma_E^2}{\sigma_F^2} = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_F^2} \cdot 100 \quad (2)$$

em que:

σ_F^2 : é a variância fenotípica obtida diretamente a partir da variância da geração F_2 . Esta variância tem um componente genético e outro ambiental;

σ_E^2 : é a variância ambiental estimada a partir da média das variâncias dentro de cada genitor (P_1 e P_2);

σ_G^2 : é a variância genética estimada a partir da diferença entre a variância de F_2 e a média das variâncias dentro de cada genitor. Dessa forma, pressupõe-se que o efeito ambiental atue da mesma maneira nos genitores e nas plantas F_2 .

Para a discussão deste trabalho, de acordo com Silva (2008), as estimativas de herdabilidade foram agrupadas em três categorias diferentes, de acordo com a sua magnitude: baixas ($h_a^2 < 40\%$), moderadas ($40\% < h_a^2 < 60\%$) e altas ($h_a^2 > 60\%$).

A heterose foi calculada em porcentagem para os caracteres avaliados e estimada de acordo com Vencovsky e Barriga (1992), com a adaptação necessária para os dados de F_2 , para que os resultados fossem expressos ao nível de F_1 , segundo a seguinte expressão:

$$h = \frac{2(\overline{F_2} - \overline{MP})}{\overline{MP}} \cdot 100 \quad (3)$$

Pela heterose foi possível verificar em quais dos caracteres avaliados os genitores foram mais divergentes e o desempenho obtido pelos recíprocos.

2.2.3 Geração $F_{3:2}$

2.2.3.1 Avaliação e procedimentos experimentais

A semeadura da geração $F_{3:2}$ foi feita em 12/11/2007, em áreas experimentais administradas pelo Departamento de Genética/ESALQ/USP e localizadas no município de Piracicaba, SP, com as mesmas coordenadas geográficas relatadas para a geração F_2 .

Foram avaliados dois cruzamentos: Conquista x Orba e IAC-100 x Kinoshita e seus recíprocos. Os critérios para a escolha destes cruzamentos foram o número de sementes disponíveis e o contraste entre as genealogias.

Cada cruzamento foi avaliado em dois experimentos principais, instalados em áreas contíguas; um destes experimentos foi protegido com aplicações de fungicidas Impact Duo & Opera para controle da ferrugem e das doenças de final de ciclo (DFC), enquanto que o outro recebeu o Derosal para controle apenas das DFC. O contraste entre as médias destes dois experimentos permite a estimação da reação à ferrugem das plantas de cada cruzamento, conforme será explicado mais adiante.

Os experimentos foram delineados em blocos ao acaso com duas repetições. Cada repetição foi subdividida em quatro conjuntos experimentais, e em cada um foram avaliadas 22 parcelas experimentais, sendo 20 parcelas com sementes $F_{3:2}$ e duas parcelas com sementes dos dois genitores de um cruzamento. Portanto, foram avaliadas 40 progênies $F_{3:2}$ por recíproco de cada cruzamento, ou seja, 80 progênies para os dois recíprocos. As progênies foram agrupadas aos pares, pois uma parcela do recíproco 1 foi plantada ao lado de uma parcela do recíproco 2 e, assim, também ocorreu com os genitores, dentro de cada cruzamento (figura 2). A parcela experimental foi representada por uma fileira de 2,0 x 0,5 m.

Além dos quatro experimentos principais (dois cruzamentos x dois fungicidas) foram instalados três experimentos auxiliares delineados em blocos ao acaso com quatro repetições de 12 genótipos sendo, os quatro genitores exóticos, os cinco genitores adaptados e três genótipos adicionais (BR-16, IAS-5, OC-4). Cada experimento auxiliar recebeu um tratamento diferenciado de fungicida: Impact Duo &

Opera, Derosal e Controle (sem aplicação de fungicidas); o contraste Derosal vs. Controle avaliou a reação dos genótipos a DFC. Ademais, os experimentos auxiliares permitem a estimação dos efeitos ambientais e, assim, viabilizam comparações entre os experimentos principais.

Em relação ao preparo do solo, tratos culturais empregados no controle de plantas daninhas, irrigação e controle de doenças e pragas foram adotados os mesmos procedimentos realizados na geração F_2 . O controle químico de pragas e plantas daninhas foi realizado quando necessário.

Foram marcadas cinco plantas aleatoriamente em toda a extensão da parcela. A etiquetagem e a avaliação dessas cinco plantas foram realizadas individualmente. O restante da parcela foi colhido em massa. A denominação de cada progênie foi estabelecida pelo número de campo da planta da geração F_2 que lhe deu origem, correspondendo a uma sequência de três algarismos. Deste modo, tem-se, por exemplo, a progênie 221-107-03, em que o primeiro algarismo do primeiro número (2) refere-se ao local (ESALQ), seguido dos outros dois algarismos (21), os quais referem-se ao subprograma ferrugem asiática da soja; o segundo número (107) refere-se à parcela experimental e o último número (03) refere-se ao número da planta F_2 .

Foram avaliados caracteres descritos da geração F_2 no item 2.2.2.1 (NDM, APM, VA e PG), e mais os seguintes:

- a) AC: Acamamento, em uma escala de notas visuais, variando de 1 (planta ereta) até 5 (planta totalmente acamada);
- b) EST: Estande, em uma escala de notas, variando de 1 (parcela com muitas falhas – muito ruim) até 5 (parcela com todas as plantas - excelente);
- c) SEV: Avaliação de severidade da ferrugem asiática, em uma escala de notas visuais, de 1 (planta sem doença) até 7 (planta com a folha atingida a partir de 78,5%), de acordo com uma adaptação à escala diagramática de Godoy, Koga e Canteri. (2006) (figura 3). Monitoramentos semanais foram realizados para detectar o início dos sintomas de ferrugem, sendo feita a primeira avaliação (S1) aos 90 dias após a semeadura e as demais avaliações (S2, S3, S4 e S5) em intervalos de sete dias.

O caráter PG foi estimado em $g\ m^{-2}$. Deve ser salientado que para a avaliação da reação dos genótipos em relação à ferrugem, não foi necessária a inoculação com o

patógeno nos experimentos, pois a doença surgiu espontaneamente, a partir do estágio R_2 .

2.2.3.1.1 Fungicidas

Para discriminar os genótipos em relação à reação a ferrugem asiática e isolar os efeitos da ferrugem e das doenças de final de ciclo (DFC) foi utilizada metodologia semelhante à descrita por Araújo (2009) e Unfried (2007), ou seja, comparando-se o desempenho de cada genótipo em dois tipos de experimentos envolvendo aplicações de fungicidas diferentes: Impact Duo & Opera (controle da ferrugem + DFC) e Derosal (controle das DFC).

1) Aplicações de Impact Duo & Opera (I)

O Impact Duo é um fungicida com translocação sistêmica ascendente do grupo químico triazol (flutriafol) e benzimidazol (tiofanato metílico), com dosagens dos ingredientes ativos de 60 g e 300g. Ele é usado em pulverização para controle das doenças da parte aérea, principalmente DFC e ferrugem asiática. Utilizou-se a dosagem do produto comercial de 0,6 L/ha.

O Opera é um fungicida do grupo químico triazol (epoxiconazol) e estrobilurina (piraclostrobina), uma combinação para o controle das principais doenças da soja, inclusive da ferrugem asiática. Utilizou-se a dosagem de 0,5 L/ha.

Foram realizadas três aplicações preventivas, sendo a primeira, no estágio R_2 e a segunda no estágio R_3 , com Opera. A terceira foi no estágio R_5 com Impact Duo.

2) Aplicações de Derosal (D)

O Derosal é um fungicida sistêmico do grupo dos benzimidazóis, com princípio ativo Carbendazin 500 g/kg, recomendado para controle de doenças de final de ciclo (DFC) da soja, exceto a ferrugem asiática. Foram realizadas três aplicações de Derosal (sendo a primeira preventiva), nos estádios R_2 , R_3 , e R_5 , com a dosagem de 0,5 kg/ha.

Para cada genótipo em particular, a diferença entre as médias de produtividade de grãos no experimento (Impact Duo & Opera) e no experimento Derosal mede o efeito isolado da ferrugem sobre a produtividade daquele genótipo.

Com base no princípio dos contrastes entre os tratamentos de fungicidas, quatro parâmetros foram estimados:

a) *Reação à ferrugem (RF)* = $I - D$, em g/m^2 ; compreende a diferença de produtividade de grãos de um genótipo na presença da ferrugem (experimento com Derosal, D) e na ausência da ferrugem (experimento com Impact Duo & Opera, I); valores de RF positivos indicam reação de suscetibilidade à ferrugem; por outro lado, valores nulos e negativos de RF indicam reação de resistência à ferrugem.

b) *Reação a DFC (RDFC)* = $D - C$, em g/m^2 ; compreende a diferença de produtividade de grãos de um genótipo na presença da ferrugem (experimento com Derosal, D) e na presença de ferrugem mais as doenças de final de ciclo (DFC) - experimento sem aplicação de fungicidas (Controle, C); valores de RDFC positivos indicam reação de suscetibilidade a DFC; por outro lado, valores de RDFC nulos e negativos indicam reação de resistência a DFC.

c) *Potencial produtivo (PP)* = $(D + I) / 2$, em % da média de produtividade de grãos dos genitores e adicionais (experimentos auxiliares com aplicações de Derosal e Impact Duo & Opera); valores de PP acima de 100% indicam potencial de produtividade de grãos favorável, relativamente aos genitores e adicionais.

d) *Diferencial entre recíprocos ($|dR|$)*, calculado pelo valor absoluto da diferença entre as médias dos dois recíprocos de cada cruzamento, em termos de RF e PP.

2.2.3.2 Estatísticas descritivas

Os parâmetros de estatística descritiva estimados (mínimo, máximo, média aritmética e variância), assim como descrito na geração F₂ (item 2.2.2.2), forneceram

informações para ajudar na análise do potencial agrônômico e variações entre os cruzamentos e genitores analisados.

2.2.3.3 Análises de variância

As análises estatísticas dos dados foram realizadas pelo pacote computacional SAS (Statistical Analysis System) (SAS INSTITUTE INC., 1996) e pelo pacote computacional GENES (CRUZ, 2006), conforme descrito mais adiante.

2.2.3.3.1 Ajuste das médias das progênies por meio do modelo de Federer (1956)

O delineamento experimental utilizado para os experimentos principais foi de blocos ao acaso com repetições estratificadas em conjuntos experimentais. Sendo assim, primeiramente, somente para estes experimentos, foram realizadas análises de variância com os tratamentos comuns (genitores de cada cruzamento) aos conjuntos. Segundo Silva (2008), esta análise é importante para verificar se existe diferença ambiental entre os conjuntos e se existe interação entre genitores e conjuntos. Desta forma, foi verificada a necessidade ou não de ajuste dos dados dos tratamentos regulares (progênies). Nesta análise foi adotado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + c_k + (tc)_{ik} + r_j + e_{ijk} \quad (4)$$

em, que:

Y_{ijk} : é o valor observado referente à testemunha (genitor) i dentro do conjunto k e na repetição j ;

μ : é o efeito fixo da média geral do experimento;

t_i : é o efeito fixo da testemunha (genitor) i , sendo ($i = 1$ e 2)

c_k : é o efeito aleatório do conjunto k , sendo ($k = 1, 2, 3$ e 4);

$(tc)_{ik}$: é o efeito da interação da testemunha (genitor) i com o conjunto k ;

r_j : é o efeito aleatório da repetição j , sendo ($j = 1$ e 2);

e_{ijk} : é o efeito aleatório do resíduo experimental da parcela que recebeu a testemunha i dentro do conjunto k e na repetição j , admitindo-se que os resíduos são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 ;

Constatada a significância do teste F para conjuntos e/ou a interação testemunhas x conjuntos, de um dado caráter, foi estimada uma correção ambiental com base no desempenho das testemunhas (genitores dos cruzamentos) e realizado um ajuste das médias das progênes de acordo com o modelo de Federer (1956). A correção ambiental foi obtida por meio da diferença entre a média das testemunhas de determinado conjunto e a média geral das testemunhas em todo o experimento. O ajuste permitiu a realização das análises de variância das progênes de acordo com o modelo de blocos ao acaso com repetições balanceadas, ignorando-se o efeito de conjuntos experimentais. Os caracteres ajustados foram VA e S4.

Após o ajuste dos dados dos experimentos principais, para estes mesmos experimentos e os experimentos auxiliares, seguiu-se o procedimento descrito na geração F_2 (item 2.2.2.3) para verificação de outliers, testes de normalidade, homogeneidade de variâncias e transformação de dados. Os dados referentes aos caracteres VA, AC, PG e notas de severidade da ferrugem (S1, S2, S3, S4 e S5) foram transformados para $(x + 0,5)^{0,5}$, para ajustar os dados à distribuição normal e estabilizar as variâncias.

Foram realizadas as análises de variância de cada experimento principal e auxiliar, individualmente, considerando cada fungicida (Impact Duo & Opera, Derosal e Controle), e nos experimentos principais também foram considerados os cruzamentos em separado. Posteriormente, foram realizadas as análises conjuntas dos experimentos principais, para verificar diferenças de efeito dos fungicidas Impact Duo & Opera e Derosal, e nos experimentos auxiliares, para verificar diferenças entre os fungicidas Impact Duo & Opera, o Derosal e o Controle, sobre os caracteres avaliados. Portanto, foi verificado o comportamento diferenciado das progênes e genitores na presença e/ou ausência da ferrugem asiática e das doenças de final de ciclo (DFC).

Os seguintes modelos estatísticos foram utilizados, a partir das médias ajustadas das progênies:

Análises de variância individuais:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + r_j + e_{ij} \quad (5)$$

em que:

Y_{ij} : observação referente ao genótipo “i” na repetição “j”;

μ : média geral do caráter;

g_i : efeito do genótipo “i”; sendo $i = 1, \dots, i$;

r_j : efeito aleatório da repetição “j”; sendo $j = 1, \dots, j$;

e_{ij} : erro experimental associado à parcela “ij”, admitido ser independente e com distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

Análises de variância conjuntas para verificar o efeito dos fungicidas:

$$Y_{ijk} = \mu + f_k + g_i + (f \cdot g)_{ik} + r_j(f_k) + e_{ijk} \quad (6)$$

em que:

Y_{ijk} : observação referente ao genótipo “i” na repetição “j” no experimento “k”;

μ : média geral da característica;

f_k : efeito fixo do fungicida “k”; sendo $k = 1, \dots, k$;

g_i : efeito do genótipo “i”; sendo $i = 1, \dots, i$;

$(f \cdot g)_{ik}$: efeito da interação entre o fungicida “k” e o genótipo “i”;

$r_j(f_k)$: efeito aleatório da repetição “j” dentro do experimento “k”; sendo $j = 1, \dots, j$;

e_{ijk} : erro experimental associado à parcela “ijk”, admitido ser independente e com distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

Foram considerados de efeito fixo os fungicidas Impact Duo & Opera, Derosal e Controle. Nos experimentos principais, as parcelas de progênies e as progênies foram consideradas de efeito aleatório; as parcelas de genitores e os recíprocos dentro de progênies foram considerados de efeito fixo. Já nos experimentos auxiliares, os genitores foram considerados de efeito fixo.

As análises de variância desta geração permitiram alguns desdobramentos das fontes de variação: a) genótipos, em parcelas de progênies e parcelas de genitores e o contraste entre estes; b) parcelas de progênies, em progênies e recíprocos dentro de progênies.

2.2.3.4 Comparações entre médias

Foi realizado o mesmo procedimento descrito na geração F_2 , item 2.2.2.4. O teste de Scott e Knott foi aplicado ao nível de 5% de probabilidade. Por serem de interesse maior para este trabalho, somente foram apresentadas as tabelas de comparação de médias dos caracteres PG e notas de severidade da ferrugem (S1, S2, S3, S4 e S5). Nos experimentos principais, para o caráter S4, que foi ajustado, o teste de Scott e Knott foi realizado com os dados ajustados e transformados; entretanto, nas tabelas dos testes de comparações de médias são de dados originais ajustados a partir do modelo de Federer (1956), sem a transformação para $(x + 0,5)^{0,5}$. Para os caracteres que não foram ajustados, nos experimentos principais e auxiliares, as médias apresentadas nas tabelas são provenientes dos dados originais. Nos experimentos auxiliares, como não foi necessário o ajuste para os dados, as médias apresentadas nas tabelas de comparação de médias são dos dados originais.

2.2.3.5 Parâmetros genéticos

2.2.3.5.1 Heterose

A heterose foi calculada somente nos experimentos principais. Esta foi expressa em porcentagem para os caracteres avaliados e estimada de acordo com

Vencovsky e Barriga (1992), com a adaptação necessária para os dados de $F_{3:2}$, para que os resultados fossem expressos ao nível de F_1 , segundo a seguinte expressão:

$$h = \frac{4(\overline{F_3} - \overline{MP})}{\overline{MP}} \cdot 100 \quad (7)$$

Pela heterose foi possível verificar em quais dos caracteres avaliados os genitores foram mais divergentes e o desempenho obtido pelos recíprocos, tanto na ausência como na presença da ferrugem asiática.

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Aspectos gerais

As gerações foram estudadas em dois ambientes distintos: o cultivo da geração $F_{3:2}$ foi realizado em época normal (verão) enquanto que em F_2 o cultivo foi atrasado (em época não recomendada, com parte significativa do ciclo coincidindo com o outono). Segundo Pinheiro (1993), o cultivo nestas condições ambientais provoca uma redução na produtividade de grãos, pois diminui o ciclo de maturidade e o porte da planta. Desta forma, observa-se que as plantas não se desenvolvem tão bem quanto nas condições normais de verão, exceto aqueles genótipos possuem genes para período juvenil longo (LOPES, 2001).

Em todos os experimentos das gerações F_2 e $F_{3:2}$, foi possível a obtenção de médias representativas dos caracteres estudados, assim como coeficientes de variação (CV) médios ($10\% < CV < 20\%$) a baixos ($CV < 10\%$) nas análises de variância, evidenciando boa precisão experimental, o que retrata a ocorrência de condições edafoclimáticas favoráveis ao desenvolvimento das plantas de soja. Isto foi muito importante para a realização das análises propostas. Foi também interessante a observação da deiscência de vagens, característica dos genitores exóticos, principalmente em Shira Nuhi, exigindo a colheita antecipada das plantas que

apresentaram esta característica e manutenção destas em casa-de-vegetação até a secagem completa.

Na geração $F_{3:2}$, os fungicidas Impact Duo & Opera e Derosal mostraram-se eficientes no controle das DFC e, especificamente, os fungicidas Impact Duo & Opera, também mostraram-se eficientes para o controle da ferrugem asiática, já que não foram identificados sintomas desta doença para os experimentos protegidos com estes fungicidas, corroborando com os estudos de Araújo (2009) e Unfried (2007).

Através de todas as análises realizadas neste trabalho, foi possível realizar várias comparações entre os cruzamentos, genitores e recíprocos, de modo satisfatório para conclusões sobre os genótipos com os melhores potenciais agrônômicos e com maior resistência à ferrugem asiática e, também, como uma informação adicional, sobre os genótipos resistentes/tolerantes a DFC.

2.3.2 Geração F_2

2.3.2.1 Estatísticas descritivas

Nas tabelas 2 a 7 são apresentadas as médias dos cruzamentos com e sem recíproco e os genitores na geração F_2 . As capacidades médias de combinação dos genitores exóticos e adaptados podem ser verificadas, respectivamente, na linha e coluna marginais das tabelas.

Verifica-se que houve homogeneidade das médias principalmente para os caracteres número de dias para o florescimento (NDF), altura da planta no florescimento (APF) e número de dias para a maturidade (NDM), sendo que para estes caracteres, não foram verificadas diferenças significativas entre os cruzamentos e genitores, e entre os respectivos recíprocos.

Para o caráter número de dias para o florescimento (NDF) (tabela 2), as médias dos cruzamentos variaram de 37 a 50 dias, e dos genitores, de 34 a 50 dias. O cruzamento de maior período vegetativo foi Pintado x Bing nan, o que condiz às maiores médias apresentadas entre os genitores, em Pintado (50 dias) e Bing nan (46 dias). Neste caráter a maior e a menor capacidade média de combinação foram

verificadas, respectivamente, para Pintado (50 dias) e Shira Nuhi (34 dias). Principalmente no caso de Pintado, é possível que este possua genes para o período juvenil longo (LOPES, 2001). O cruzamento BRS-154 x Shira Nuhi foi o mais precoce, coincidindo com o resultado de Shira Nuhi, que foi o genitor mais precoce.

Em relação ao caráter APF (tabela 3), os valores máximo e mínimo foram 39,13 cm (Bing nan x Pintado, recíproco 2) e 23,38 cm (IAC-100 x Shira Nuhi, recíproco 1). Para os genitores, as médias variaram entre 21,53 cm (Shira Nuhi) a 33,78 cm (Conquista). Em geral, as capacidades médias de combinação dos genitores ficaram muito próximas; variando de 26,00 cm (BRS-154) a 31,64 cm (BRS-232).

Para o caráter NDM (tabela 4), observou-se que as médias dos cruzamentos variaram de 96 (IAC-100 x Shira Nuhi,) a 109 dias (Pintado x Bing nan) e para os genitores, de 94 (Shira Nuhi) a 111 dias (Pintado). O cruzamento Pintado x Bing nan foi o mais tardio e o cruzamento mais precoce, como no caráter NDF (tabela 2), foi BRS-154 x Shira Nuhi. Pela média geral dos recíprocos, os cruzamentos que tiveram Shira Nuhi como genitor foram os mais precoces. As capacidades médias de combinação dos genitores também foram muito próximas; sendo a mais baixa verificada para BRS-154 e IAC-100 (100 dias), e mais alta (106 dias) para Bing nan.

Em relação a APM (tabela 5), nota-se uma certa homogeneidade das médias entre os recíprocos, exceto para o cruzamento Pintado x Bing nan (31,82 cm vs 48,88 cm). As diferenças entre os genitores, neste caráter, foram mais significativas. Orba foi o genitor que apresentou a maior altura (55,87 cm), destacando-se por ser o genitor que mais se aproximou à altura desejável comercialmente (BORÉM, 1999), levando em consideração à época de semeadura. Os cruzamentos que apresentaram a maior e a menor média de altura foram, respectivamente, Conquista x Orba (58,17 cm) e BRS-154 x Kinoshita (27,31 cm). A maior capacidade média de combinação foi apresentada por Orba (51,63 cm) e a menor, foi observada em Kinoshita (29,57 cm). Orba mostrou um comportamento diferente dos demais genitores exóticos e adaptados, mais do que dobrando a APM, comparativamente a APF (de 26,66 cm, tabela 3). Este comportamento é evidência forte de que Orba tem hábito de crescimento indeterminado (HCI). O HCI e o período juvenil longo representam duas estratégias para as plantas de

soja alcançarem bom desenvolvimento e produtividade de grãos satisfatórios em cultivo fora da época normal de verão (PINHEIRO, 1993).

Para o caráter VA (tabela 6), as médias ficaram entre 1,11 (BRS-154 x Shira Nuhi, recíproco 1) a 2,50 (IAC-100 x Orba, recíproco 1) para os cruzamentos. Quanto aos genitores, as médias oscilaram entre 1,01 (Shira Nuhi) a 3,18 (Orba). Observou-se que o cruzamento que obteve a maior média foi IAC-100 x Orba (média de 2,42). Houve pequena diferença entre recíprocos. A maior capacidade média de combinação foi atribuída à Orba (2,26), e a menor, à Kinoshita (1,39).

Para PG (tabela 7), as médias dos cruzamentos variaram de 15,43 g planta⁻¹ (BRS-154 x Shira Nuhi, recíproco 1) a 49,76 g planta⁻¹ (IAC-100 x Orba, recíproco 1). Além disso, não houve diferença relevante entre os recíprocos. Entre os genitores, Shira Nuhi foi o genitor menos produtivo (9,23 g planta⁻¹); provavelmente a deiscência de vagens foi uma das principais causas. Orba destacou-se por obter a maior média (54,26 g planta⁻¹), e também por apresentar a maior capacidade média de combinação para este caráter (41,88 g planta⁻¹).

2.3.2.2 Análises de variância

Para a análise de variância da geração F₂ os coeficientes de variação (CV) foram considerados de médio (10% < CV < 20%) a baixos (CV < 10%), portanto, com boa precisão experimental, contribuindo para o procedimento das análises propostas. Para o caráter NDM, o CV foi o mais baixo (1,74%), enquanto que para o caráter PG, o coeficiente de variação foi o mais alto (aproximadamente 16%).

Os resultados da análise de variância (tabela 8) mostram diferenças significativas a 1% de probabilidade ($P < 0,01$) para todos os caracteres em genótipos, cruzamentos, cruzamentos com recíproco e a fonte de variação desdobrada cruzamentos, cruzamentos sem recíproco, genitores adaptados e exóticos. Isto mostrou a grande variabilidade genética entre os diferentes genótipos.

Foi verificado que o contraste entre os cruzamentos com e sem recíproco não foi significativo para todos os caracteres. Já o contraste realizado entre genitores adaptados e exóticos, mostrou que eles não diferiram para os caracteres altura da

planta na maturidade (APM), valor agrônômico (VA) e produtividade de grãos (PG), caracteres estes que foram os únicos que mostraram significância para o contraste entre cruzamentos e genitores. As médias dos cruzamentos não diferiram dos genitores para os caracteres número de dias para o florescimento (NDF), altura da planta no florescimento (APF) e número de dias para a maturidade (NDM). Foi interessante notar também que os quadrados médios do caráter NDF foram iguais ao de APF.

Para a fonte de variação recíprocos dentro de cruzamentos, somente foi verificado efeito significativo ($P < 0,01$), para os caracteres APM e VA; entretanto, desdobrando-se o efeito desta fonte de variação, observou-se também valores significativos de alguns recíprocos dentro de cruzamentos específicos: para os caracteres NDF e APF, foi encontrado um efeito significativo entre recíprocos ($P < 0,05$), para o cruzamento Conquista x Orba; já para os caracteres NDM, APM e VA, efeitos significativos foram encontrados em dois cruzamentos diferentes (NDM em BRS-232 x Orba e Pintado x Bing nan, APM em Conquista x Orba e Pintado x Bing nan e VA em Pintado x Bing nan). Já para o caráter PG foi encontrado apenas um efeito significativo ($P < 0,05$) para recíprocos, dentro do cruzamento BRS-154 x Shira Nuhi. Desta forma, para todos caracteres considerados houve evidência de herança extracromossômica (RAMALHO; SANTOS; PINTO, 2001) em algum comportamento em particular, entretanto, predominam efeitos não significativos entre recíprocos.

A tabela de comparação de médias pelo teste de Scott e Knott (tabela 9) mostra maior variabilidade entre cruzamentos e genitores para os caracteres NDF, APF e PG. É interessante notar que a média geral dos cruzamentos foi bastante próxima da média dos genitores para todos os caracteres, indicando que as progênies, em geral, mostraram desempenho intermediário entre os genitores, fato que é indicativo de herança aditiva ou de dominância parcial.

2.3.2.3 Parâmetros genéticos

2.3.2.3.1 Herdabilidade e heterose

As estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido amplo e a heterose para os caracteres NDF, APF, NDM, APM, VA e PG estão apresentadas nas tabelas 10 a 15. Observou-se que, em geral, nos caracteres estudados estas estimativas variaram bastante entre e dentro de cruzamentos, mostrando ampla variabilidade genética e revelando diferentes contribuições médias dos genitores. As médias dos cruzamentos ou contribuições médias dos genitores estão apresentadas na linha e coluna marginais das tabelas.

2.3.2.3.1.1 Número de dias para o florescimento (NDF)

A predominância de herança aditiva para NDF foi reforçada pelos valores médios a altos de herdabilidade ($h_a^2 = 48\%$ em média, tabela 10). De acordo com a tabela 10, a herdabilidade do NDF variou entre os cruzamentos específicos (mínimo de $h_a^2 = 22\%$ em BRS-154 x Orba e máximo de $h_a^2 = 89\%$ em Pintado x Orba), entre as médias dos cruzamentos (menor média, $h_a^2 = 28\%$ nos cruzamentos com BRS-232; e, maior média, $h_a^2 = 74\%$ nos cruzamentos com Pintado). Contrariamente ao observado para a heterose, as estimativas de herdabilidade para NDF mostraram diferenças entre recíprocos, de magnitude relativamente altas (tabela 10), tanto em cruzamentos individuais (diferença máxima de 59% entre o recíproco 1 com $h_a^2 = 81\%$ e o recíproco 2 com $h_a^2 = 49\%$ dos cruzamentos com Pintado). Por outro lado, entre as médias dos cruzamentos com genitores exóticos, as diferenças entre recíprocos foram relativamente pequenas, com diferença máxima de 19% entre a média do recíproco 1 com $h_a^2 = 45\%$ e a média do recíproco 2 com $h_a^2 = 64\%$ nos cruzamentos com Shira Nuhi.

As estimativas de heterose para NDF foram muito pequenas, relativamente próximas de zero, em todos os tipos de comparação: cruzamentos individuais (centro da tabela 10), médias dos cruzamentos ou contribuições médias dos genitores (linha e coluna marginais da tabela 10) e entre recíprocos. Portanto, para NDF as evidências apontaram para herança aditiva, sem efeito de recíprocos (fatores citoplasmáticos). A maior estimativa de heterose foi de 13 %, encontrada em IAC-100 x Shira Nuhi, o que indica que, entre os cruzamentos, a maior divergência foi encontrada entre IAC-100 e

Shira Nuhi, em comparação a todos os outros genitores. A estimativa mais baixa foi encontrada em Pintado x Kinoshita e Pintado x Orba (-12%), indicando que os genitores Pintado e Bing nan e Pintado e Orba foram os menos divergentes para este caráter. A estimativa que mais coincidiu com a literatura (CHAUDHARY; SINGH, 1974) foi a de Orba x IAC-100 (-1%). Em geral não foram detectadas diferenças significativas entre os recíprocos e contribuições médias dos genitores. As contribuições médias dos genitores variou de -6% (Pintado) a 2% (IAC-100 e BRS-232).

2.3.2.3.1.2 Altura da planta no florescimento (APF)

Para este caráter (tabela 11), os coeficientes de herdabilidade no sentido amplo foram em geral, considerados baixos, variando de 0%, (ou seja, a variância aqui é toda ambiental) (ALLARD, 1971) em (Shira Nuhi x BRS-154, recíproco 2) a 54% (IAC-100 x Shira Nuhi, recíproco 1). Este é um resultado esperado, pela herança do caráter altura da planta ser de natureza quantitativa (PINHEIRO, 1993). A diferença entre recíprocos foi observada em alguns cruzamentos, tal como Pintado e Kinoshita, que apresentou a maior diferença entre os cruzamentos, de 37%. As contribuições médias dos genitores foram próximas; o genitor Shira Nuhi apresentou a maior contribuição média (30%) e Bing nan, a menor (18%).

A estimativa média da heterose para cruzamentos variou entre -10% (BRS-154 x Bing nan) e 22% (Conquista x Bing nan). A menor contribuição média foi verificada para o genitor BRS-154 (-1%) e a mais alta foi conferida à BRS-232 (35%).

2.3.2.3.1.3 Número de dias para a maturidade (NDM)

Verificou-se, pela tabela 12, que em geral para os cruzamentos, os coeficientes de herdabilidade no sentido amplo foram em geral de moderados a altos, com média geral de 43%. A maior média (89%) foi obtida pelo cruzamento Pintado x Orba e a menor média (12%) IAC-100 x Kinoshita. Observou-se, então, a predominância de herança aditiva para o caráter NDM, assim como foi observado para o caráter NDF (tabela 10). Destacou-se a contribuição média do genitor Bing nan, que apresentou-se a

maior (73%). Conquista mostrou a menor contribuição média (41%). Observou-se que as diferenças entre recíprocos foram relativamente pequenas, sendo mais pronunciadas em poucos cruzamentos. A máxima diferença entre recíprocos foi de 12% (67% contra 79%) nos cruzamentos com o genitor Shira Nuhi. Entre os cruzamentos, a maior diferença entre recíprocos (44%) foi verificada no cruzamento IAC x Orba (11% contra 55%).

As estimativas de heterose para NDM foram muito pequenas, relativamente próximas de zero, como foi observado para o caráter NDF. Houve uma variação entre cruzamentos de -4 % (Pintado x Shira Nuhi) a 6 % (BRS-232 x Orba) e não houve diferenças significativas entre os recíprocos. Desta forma, evidências apontaram para herança aditiva, sem efeito de recíprocos (fatores citoplasmáticos).

2.3.2.3.1.3 Altura da planta na maturidade (APM)

Em geral observou-se que os coeficientes de herdabilidade no sentido amplo para os cruzamentos foram muito variáveis, de baixos a moderados (0% a 88%, tabela 13), sendo também variáveis para as médias dos cruzamentos, que representam as contribuições médias dos genitores adaptados e exóticos (de 18% para Bing nan a 83% para Orba a BRS-232). O cruzamento que apresentou os coeficientes mais altos foi Conquista x Orba (média de 87%), e o que apresentou os mais baixos foi Pintado x Bing nan (média de 1%). Observaram-se diferenças grandes entre recíprocos, principalmente para os cruzamentos IAC-100 x Bing nan, IAC-100 x Kinoshita, Pintado x Kinoshita e BRS-154 x Shira Nuhi. Além disso, detectou-se diferenças variáveis entre as médias gerais dos cruzamentos: pequena (ex.: 81% contra 85% para os cruzamentos com BRS-232) a grande (ex.: 6% contra 40% para os cruzamentos com Pintado).

Em relação à heterose, para os cruzamentos, também foram observadas estimativas variáveis. Para este caráter, a heterose variou entre -36% (Pintado x Kinoshita, recíproco 2) a 55% (Conquista x Orba, recíproco 2). A média geral foi de 12%. As médias gerais dos cruzamentos mostraram variação de -2% para os cruzamentos com Kinoshita e 33% para os cruzamentos com BRS-232. Ademais, pelas

médias gerais, os recíprocos mostraram algumas diferenças grandes entre si, por exemplo, os recíprocos dos cruzamentos com Bing nan (-3% a 26%). Em geral, pode-se verificar algumas evidências para uma certa dominância gênica e efeito de recíprocos para este caráter (herança extracromossômica) (RAMALHO; SANTOS; PINTO, 2001).

2.3.2.3.1.4 Valor agronômico (VA)

Este caráter apresentou os mais altos coeficientes de herdabilidade entre todos os outros caracteres, sendo, em geral, altos para os cruzamentos (média geral de 74%, tabela 14). A média geral de todos os cruzamentos foi alta, exceto para os cruzamentos com BRS-154 (44%). Este resultado indica, provavelmente, herança aditiva para este caráter. Verificou-se também que as diferenças entre recíprocos foram relativamente pequenas, com exceção do cruzamento BRS-154 x Shira Nuhi (diferença de 33%).

Já as estimativas de heterose apresentadas para este caráter foram bastante variáveis, tanto para as médias individuais dos cruzamentos quanto as médias gerais dos cruzamentos: a estimativa máxima e mínima para os cruzamentos foram de -28% (Pintado x Orba) e 57% em IAC-100 x Shira Nuhi; as médias gerais dos cruzamentos variaram de -12% para os cruzamentos com BRS-232 e 29% para os cruzamentos que envolveram o genitor IAC-100. Em geral não houve grandes diferenças entre recíprocos, exceto para alguns casos, como por exemplo, 48% em Conquista x Shira Nuhi. Houve pequena evidência de dominância gênica em alguns cruzamentos, principalmente aqueles com o genitor IAC-100.

Considerando a heterose e a herdabilidade no sentido amplo, mesmo que seja evidente a presença de herança de dominância para o caráter, há uma tendência maior para a presença de herança aditiva; além disso verificou-se apenas pontuais diferenças entre recíprocos.

2.3.2.3.1.5 Produtividade de grãos (PG)

Este caráter apresentou a maior variação entre os cruzamentos e suas médias gerais, tanto para o coeficiente de herdabilidade quanto para a heterose (tabela 15), o

que era esperado, já que é um caráter quantitativo (SEDIYAMA et al., 1981). Quanto aos coeficientes de herdabilidade, estes variaram de baixos a altos. A média geral foi de 53%, considerada moderada. O coeficiente mínimo foi 1% (Pintado x Bing nan, recíproco 2) e o máximo foi de 84% (Pintado x Orba, recíproco 1). A média geral dos cruzamentos envolvendo Orba foi a maior (76%), sendo a situação inversa para os cruzamentos envolvendo Kinoshita (37%). As maiores contribuições médias foram de BRS-232 (78%) entre os genitores adaptados e de 76% para Orba, entre os genitores exóticos. As diferenças entre recíprocos foram mais evidentes nos cruzamentos com Pintado.

Para a heterose, houve uma variação de -60% (Pintado x Bing nan, recíproco 1) a 229% (IAC-100 x Shira Nuhi, recíproco 1). A média geral foi de 44%, ou seja, a média das progênies tenderam a ser superiores à média dos pais. As maiores diferenças entre recíprocos foram observadas nos cruzamentos IAC-100 x Kinoshita (83% contra 177%), IAC-100 x Orba (68% contra 28%), Conquista x Shira Nuhi (9% contra 60%) e BRS-154 x Shira Nuhi (45% contra 190%). Observou-se também que a maior contribuição média foi do genitor Shira Nuhi (114%) e a menor, do genitor Bing nan (-6%).

De acordo com os resultados obtidos para herdabilidade no sentido amplo e heterose, há uma certa evidência de herança aditiva e de dominância para este caráter e que diferenças entre recíprocos foram mais encontradas para a herdabilidade no sentido amplo, e apenas pontuais para a heterose.

2.3.3 Geração F_{3:2}

2.3.3.1 Estatísticas descritivas

2.3.3.1.1 Número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agrônômico (VA), acamamento (AC) e produtividade de grãos (PG)

2.3.3.1.1.1 Experimentos principais

Na tabela 16 são apresentados os valores de mínimo, máximo, média e variância dos caracteres NDM, APM, VA, AC e PG para os cruzamentos Conquista x Orba e IAC-100 x Kinoshita, nos experimentos com os fungicidas Impact Duo & Opera e Derosal. Observa-se que a proteção com Impact Duo & Opera propiciou condições ambientais adequadas para a expressão plena da capacidade produtiva dos genótipos, os quais alcançaram médias mais elevadas de produtividade de grãos do que nos experimentos protegidos com Derosal. Em geral, as médias foram maiores em Impact Duo & Opera do que em Derosal, provavelmente devido à ferrugem asiática, que afetou o desenvolvimento das plantas, no experimento com Derosal, como já constatado por Araújo (2009) e Unfried (2007).

Observou-se que os recíprocos e genitores, para a maioria dos caracteres, apresentaram uma homogeneidade nas médias e variâncias, em cada fungicida. As médias gerais do cruzamento Conquista x Orba, em geral, apresentaram-se maiores em relação ao cruzamento IAC-100 x Kinoshita com Impact Duo & Opera. Contrariamente, no experimento com Derosal, as médias do cruzamento IAC-100 x Kinoshita tenderam a ser maiores do que Conquista x Orba, indicando um maior grau de resistência para este cruzamento.

No caráter NDM, não foi apresentada diferença significativa entre recíprocos. As médias de NDM variaram de 139 (IAC-100 x Kinoshita, recíproco 1) a 145 dias (Orba x Conquista, recíproco 2); os genitores apresentaram NDM, de 137 (Conquista, Derosal) a 144 dias (Conquista, Impact Duo & Opera). O valor máximo encontrado foi de 150 dias para Conquista x Orba.

Em APM, observa-se que em geral as variâncias tiveram uma diferença considerável entre os genitores, revelando a divergência entre os mesmos: verificou-se que os genitores adaptados tiveram as maiores médias em relação aos exóticos, com Impact & Opera. Já com Derosal, a situação foi inversa, mostrando a influência da ferrugem asiática no desenvolvimento das plantas suscetíveis e resistentes. As médias dos cruzamentos variaram entre 87 e 135 cm e, para os genitores, de 83 cm (Conquista, Derosal) a 135 cm (Conquista, Impact Duo & Opera). A maior e a menor médias foram referentes a Conquista, no experimento com Impact Duo & Opera e Derosal, respectivamente; estas médias apresentaram-se dentro da faixa de

comportamento das cultivares comerciais (BORÉM, 1999); contudo, verificou-se valores não desejáveis, como o valor mínimo de 45 cm e máximo de 169 cm, obtidos pelas progênies no cruzamento Conquista x Orba.

As médias para VA foram relativamente baixas, ocorrendo inclusive alguns valores mínimos possíveis (1,0). A nota máxima foi de 3,3 para o recíproco 1 do cruzamento Conquista x Orba, com Impact Duo & Opera. Pelas médias apresentadas, na presença de ferrugem (Derosal), os genitores Conquista e Orba tiveram o mesmo desempenho e se observou também que a maior variabilidade foi encontrada entre os cruzamentos e genitores do cruzamento IAC-100 x Kinoshita. As médias para os cruzamentos Conquista x Orba e IAC-100 x Kinoshita foram iguais no experimento com Impact Duo & Opera, contudo IAC-100 x Kinoshita destacou-se pela maior média no experimento com Derosal, indicando maior grau de resistência à ferrugem.

Em relação ao caráter AC, as notas mínima e máxima ficaram entre 1 e 3. Os genitores adaptados tenderam às maiores médias em relação aos exóticos para este caráter, o que não era esperado, já que o germoplasma exótico não é adaptado (HALLAUER, 1978) e geralmente, devido a este fato, tende a acamar mais do que os genótipos adaptados. Além disso, foram verificadas variâncias maiores no experimento com Derosal, possivelmente relacionadas ao efeito de ferrugem, segundo Araújo (2009). Tanto no experimento com Impact Duo & Opera quanto com Derosal, as médias foram maiores para o cruzamento Orba x Conquista e genitores.

Para o caráter PG, o experimento com Impact Duo & Opera teve média geral superior ao experimento com Derosal (200 g m^{-2} vs 155 g m^{-2}). Portanto, em média, a ferrugem diminuiu em 45 g m^{-2} (22,5%) a PG, mesmo na presença de genes de resistência na maioria dos genótipos. Ressalta-se também a maior variabilidade encontrada em Orba no experimento com Impact Duo & Opera, pela maior variância encontrada. Os genitores adaptados foram os mais produtivos, tanto com o fungicida Impact Duo & Opera, como com Derosal, mostrando que os genótipos exóticos, mesmo possuindo genes de resistência à ferrugem, mostraram menor adaptabilidade, corroborando com Hallauer (1978). Pelas maiores médias apresentadas por IAC-100 no experimento com o fungicida Derosal, provavelmente este genitor possui genes para resistência à ferrugem, concordando com o descrito anteriormente por Silva, Juliatti e

Silva (2007). No experimento com Impact Duo & Opera a média do cruzamento Conquista x Orba foi maior que a de IAC-100 x Kinoshita, ocorrendo o contrário no experimento com Derosal, mostrando novamente a maior resistência à ferrugem, conferida pelo cruzamento IAC-100 x Kinoshita. Conquista destacou-se como o genitor mais produtivo no experimento com Impact Duo & Opera (342 g m^{-2}) e IAC-100 for o mais produtivo no experimento com Derosal (188 g m^{-2}); Orba e Kinoshita apresentaram-se como os menos produtivos nos dois experimentos.

O recíproco 1 dos cruzamentos apresentou médias relativamente próximas ao recíproco 2, tanto no experimento com Impact Duo & Opera quanto com Derosal, sendo detectada uma maior diferença para os recíprocos do cruzamento IAC-100 x Kinoshita. Esta diferença é melhor observada na tabela 17, que mostra a reação à ferrugem (RF), o potencial produtivo (PP) médio nos ambientes Impact Duo & Opera e Derosal, em relação às médias dos genitores e adicionais (experimentos auxiliares) e o diferencial entre recíprocos ($|dR|$) nos cruzamentos.

Observa-se na tabela 17 que em Conquista x Orba o $|dR|$ para RF e PP foram muito baixos, mostrando não haver diferença entre recíprocos. Por outro lado, no cruzamento IAC-100 x Kinoshita o $|dR|$ foi significativo para RF, mostrando diferença entre os recíprocos. Entretanto, para PP, os valores foram próximos de zero nos dois cruzamentos. O cruzamento IAC-100 x Kinoshita apresentou média dos recíprocos menor que em Conquista x Orba, mostrando uma maior resistência à ferrugem. Em relação a PP, o cruzamento IAC-100 x Kinoshita indicou potencial de produtividade de grãos favorável, não ocorrendo a mesma situação para Conquista x Orba.

É importante ressaltar que no experimento com Derosal, somente para VA e PG, os genitores adaptados superaram os exóticos, mostrando que mesmo com a presença da ferrugem, possuem bom potencial produtivo. O valor de adaptação para maior produtividade foi destacado anteriormente por Vello; Fehr e Bahrenfus (1984).

2.3.3.1.1.2 Experimentos auxiliares

As tabelas 18, 19 e 20 mostram os valores mínimo, máximo, média e variância dos genitores e adicionais nos experimentos auxiliares, com os fungicidas Impact Duo &

Opera (tabela 18) Derosal (tabela 19) e sem a aplicação de fungicidas (Controle, tabela 20). As médias e variâncias dos genótipos foram bastante variáveis, o que também é evidenciado entre os grupos de genitores exóticos, adaptados e adicionais. Como era esperado, as médias dos adicionais aproximaram-se da média dos adaptados, já que são todos são cultivares elites.

Em geral, as médias dos caracteres tenderam a ser maiores com Impact Duo & Opera para os caracteres NDM, VA e PG. No experimento auxiliar com o fungicida Derosal, as médias e variâncias tenderam a ser maiores que sem a aplicação de fungicidas (Controle). Este resultado já era esperado, conforme estudos realizados por Araújo (2009) e Unfried (2007), já que nos experimentos com Derosal a ferrugem asiática presenciou-se e no Controle, não somente a ferrugem, mas também as doenças de final de ciclo (DFC) influenciaram nas respostas apresentadas pelos genótipos. A ação das DFC e, principalmente, da ferrugem causando diminuição da produtividade de grãos, é algo já consolidado na literatura, podendo inviabilizar completamente a colheita quando o controle da ferrugem não é realizado de forma adequada em cultivares suscetíveis (EMBRAPA SOJA 2009b; YORINORI, YUYAMA, 2008).

No caráter NDM, as médias ficaram em torno de 130 a 150 dias nos três experimentos. O grupo dos genitores exóticos foi o mais tardio, nos três ambientes: Impact Duo & Opera (143 dias) (tabela 18), Derosal (141 dias) (tabela 19) e Controle (142 dias) (tabela 20). Já o grupo dos adicionais foi o mais precoce.

Em relação ao caráter APM, as médias foram maiores no experimento Controle, seguido pelo experimento com Derosal. A maior e menor altura foram observadas no grupo dos genitores exóticos e adicionais, respectivamente (tabelas 18, 19 e 20). Nota-se também que Orba e Pintado tiveram as maiores médias tanto na presença quanto na ausência de fungicidas. Orba manteve o comportamento apresentado na geração F_2 (tabela 5), de maior APM. As médias variaram entre 72 cm (Shira Nuhi, Impact Duo & Opera) (tabela 18) e 124,44 cm (Orba, Controle) (tabela 20), dentro da faixa apresentada pelas cultivares comerciais (BORÉM, 1999).

Para o caráter VA, as médias foram notas intermediárias a baixas, sendo que BRS-232 apresentou as notas máximas em Impact Duo & Opera (2,8), Derosal (2,8) e

no Controle (2,2). O valor mínimo de VA foi igual a 1,0, apresentado por todos os genótipos no Controle, indicando a influência da ferrugem e das DFC no desenvolvimento das plantas. Os genitores adaptados tiveram as maiores médias, salvo no experimento com Derosal. No experimento com este fungicida, os genótipos adicionais sobressaíram-se, por apresentarem as maiores médias, inclusive, maiores que no experimento com Impact Duo & Opera, possivelmente por apresentarem maior precocidade, limitando o ataque da ferrugem (SILVA; JULIATTI; SILVA, 2007).

Para o caráter AC, em geral, as médias oscilaram entre 1,00 (Impact Duo & Opera, Derosal e Controle) (Tabelas 18, 19 e 20) a 3,53 (Orba, Derosal), e as menores médias foram verificadas no experimento com Impact Duo & Opera. O grupo que obteve as maiores médias foi dos genitores exóticos, o que possivelmente pode estar diretamente relacionado com o maior porte apresentado nos três experimentos. O controle apresentou a maior média de acamamento, o que era esperado, já que neste experimento havia ferrugem e DFC.

Comparando-se os três experimentos auxiliares para o caráter PG, observa-se que a média do experimento com aplicação de Impact Duo & Opera ($3323,62 \text{ g m}^{-2}$) foi superior às médias dos experimentos com aplicação de Derosal ($2992,36 \text{ g m}^{-2}$) em 9,97% e também do Controle (sem o uso de fungicidas, $1102,38 \text{ g m}^{-2}$) em 66,83%, corroborando com resultados obtidos por Araújo (2009) e Unfried (2007). O contraste entre Impact Duo & Opera e Derosal mostra a ocorrência de ferrugem, mas em nível de ocorrência bem menor do que das DFC (Derosal, Controle).

Verifica-se também, em todos os experimentos (tabelas 18, 19 e 20), que os genitores adaptados foram os mais produtivos, tanto no experimento com Impact Duo & Opera, quanto com Derosal, demonstrando bom desempenho na presença da ferrugem asiática. Entretanto, estes genitores apresentaram as maiores quedas de produtividade no experimento com Derosal e no Controle, em relação aos experimentos protegidos com Impact Duo & Opera e Derosal, respectivamente. Os genitores exóticos foram os mais improdutos, concordando com o descrito de Vello, Fehr e Bahrenfus (1984). No Controle, as médias nos três grupos foram bastante próximas, demonstrando comportamento semelhante perante o ataque das DFC.

As maiores e menores médias de PG nos três experimentos foram as seguintes: a) Impact Duo & Opera: Conquista ($347,22 \text{ g m}^{-2}$) e Orba ($59,74 \text{ g m}^{-2}$); b) Derosal: IAS-5 ($230,87 \text{ g m}^{-2}$) e Orba ($78,40 \text{ g m}^{-2}$); c) Controle: IAS-5 ($176,95 \text{ g m}^{-2}$) e Bing nan ($67,49 \text{ g m}^{-2}$). Como é verificado nestes resultados, IAS-5 destaca-se pelo bom desempenho produtivo perante à ferrugem isolada. Orba destacou-se pelo baixo potencial produtivo, resultado este, contrário ao observado na geração F_2 (tabela 7) possivelmente devido o seu hábito de crescimento indeterminado ter favorecido Orba, nas condições estressantes do outono em que foi avaliada a geração F_2 .

A reação à ferrugem (RF) e efeito das DFC (RDFC) sobre as médias de PG são apresentadas na tabela 21, na qual se constata que o grupo dos genitores exóticos teve as médias mais baixas, tanto para RF como para RDFC, apresentando a maior resistência entre os grupos, enquanto que os genitores adaptados mostraram-se os mais suscetíveis. O desempenho dos genótipos adicionais foi surpreendente na reação à ferrugem, ficando os três genótipos (BR-16, IAS-5 e OC-4) próximos do comportamento de resistência à ferrugem apresentado pelos genitores exóticos. Realmente, apenas IAS-5 tem apresentado uma certa resistência à ferrugem, confirmada pela estimativa próxima de zero.

Individualmente, os maiores destaques na resistência à ferrugem (tabela 21) foram: Shira Nuhi (RF = $-57,23 \text{ g m}^{-2}$), IAC-100 (RF = $-48,01 \text{ g m}^{-2}$), Orba (RF = $-18,65 \text{ g m}^{-2}$). O genitor IAS-5 destacou-se por apresentar certa tolerância à ferrugem, confirmada pela estimativa próxima de zero (RF = 6,03, tabela 21), e pelas notas apresentadas nas avaliações de severidade da ferrugem asiática (tabela 23). Já para resistência/tolerância a DFC, destacaram-se: OC-4 (RDFC = $-38,56 \text{ g m}^{-2}$), Orba (RDFC = $-36,68 \text{ g m}^{-2}$) e BRS-232 (RDFC = $-8,50 \text{ g m}^{-2}$). Portanto, o maior destaque ficou para o genitor exótico Orba, por ter apresentado resistência à ferrugem asiática e a DFC. Os genitores IAC-100 e Shira Nuhi se apresentaram os mais resistentes à ferrugem. O genitor OC-4 foi o que mais destacou-se, pela sua tolerância a DFC. O resultado para IAC-100 concorda com (SILVA; JULIATTI; SILVA, 2007).

2.3.3.1.2 Notas de severidade da ferrugem asiática (S1, S2, S3, S4 e S5)

2.3.3.1.2.1 Experimentos principais

A Tabela 22 mostra os valores mínimo, máximo, média e variância dos cruzamentos Conquista x Orba e IAC-100 x Kinoshita, seus recíprocos e genitores, para as cinco avaliações de severidade da ferrugem asiática. A partir das figuras 4 e 5 observa-se a evolução da ferrugem ao longo do ciclo das plantas nos experimentos tratados com o Derosal, respectivamente para os cruzamentos IAC-100 x Kinoshita e Conquista x Orba e seus recíprocos. Nestas duas figuras, observa-se que a discriminação da severidade da ferrugem iniciou-se na terceira semana (S3) de avaliação, ou seja, a partir de 104 dias após a semeadura, nos dois cruzamentos, e em seus recíprocos e genitores. O grau de discriminação de S3 dependeu do cruzamento, sendo mais evidente no cruzamento Conquista x Orba (figura 4). O nível máximo de discriminação ocorreu em S4 (Conquista x Orba, figura 4) e em S5 (IAC-100 x Kinoshita, figura 5). Ao longo das cinco avaliações, em IAC-100 x Kinoshita e genitores, os genótipos discriminaram-se mais na última avaliação (S5); já em Conquista x Orba, os genótipos diferenciaram-se mais na quarta avaliação (S4). As progênies e genitores de IAC-100 x Kinoshita, no decorrer das avaliações, tiveram notas mais próximas do que as progênies e genitores em Conquista x Orba.

Nos dois cruzamentos (figuras 4 e 5), os genitores exóticos (resistentes) evidenciaram as menores notas de severidade da ferrugem, enquanto que os genitores adaptados (suscetíveis) exibiram as maiores notas; os dois cruzamentos e seus recíprocos classificaram-se relativamente em posições intermediárias em relação aos genitores. Foram observadas as lesões TAN (“tanish”) (figura 6), evidenciando suscetibilidade à ferrugem asiática e lesões RB (“reddish brown”) (figura 7), de hipersensibilidade, denotando resistência, segundo a literatura (BROMFIELD; HARTWIG, 1980; CARNEIRO, 2007; TSCHANZ; SHANMUGASUNDARAM, 1985; TWIZEYIMANA ET AL., 2008).

Comparando-se as médias semanais, observou-se que as notas de severidade da ferrugem foram sempre menores no cruzamento IAC-100 x Kinoshita (figura 5) do

que no cruzamento Conquista x Orba (figura 4). As variâncias também foram as menores, exceto na quinta avaliação. Além disso, o genitor adaptado IAC-100 (Figura 5) apresentou notas semanais de ferrugem menores do que o genitor adaptado Conquista, principalmente em S3 e S4, mas também em S2 e S5; portanto, como mencionado anteriormente, e corroborando com Silva, Juliatti e Silva (2007), IAC-100 pode ter gene(s) de resistência à ferrugem, os quais também podem ter contribuído para o maior nível de resistência do cruzamento IAC-100 x Kinoshita e seu recíproco.

Também é importante destacar que praticamente não houve diferenças entre recíprocos no cruzamento Conquista x Orba e se verificou uma pequena diferença entre os recíprocos no cruzamento IAC-100 x Kinoshita. Ademais, os dois recíprocos mostraram níveis superiores de resistência (menores notas) no cruzamento IAC-100 x Kinoshita do que no cruzamento Conquista x Orba em S3, S4 e S5.

2.3.3.1.2.2 Experimentos auxiliares

Os valores mínimo, máximo, média e variância das notas de severidade da ferrugem nas cinco avaliações realizadas, nos experimentos com Derosal e Controle, estão apresentados na tabelas 23 e 24. A evolução da ferrugem nos dois experimentos auxiliares está apresentada nas figuras 8 e 9.

É observado que as médias gerais foram maiores no experimento Controle que com Derosal, pois no Controle ocorreu tanto a ferrugem como as DFC. Este resultado também foi obtido por Araújo (2009) e Unfried (2007). Em geral, nos dois experimentos, as maiores notas foram obtidas pelo grupo dos adicionais, demonstrando serem os mais suscetíveis, e as notas do grupo dos adaptados ficaram próximas dos adicionais (tabelas 23 e 24; figuras 8 e 9). A nota do grupo dos genitores exóticos foi a menor em todas as avaliações, tanto no experimento com Derosal quanto no Controle (tabelas 23 e 24; figuras 8 e 9), mostrando nível de resistência à ferrugem e também a DFC. Além disso, a discriminação dos genótipos foi melhor observada a partir de S2. No experimento com Derosal, a tendência das notas dos grupos de genótipos foi de se aproximarem a partir de S4.

Pela figura 8, verifica-se que na primeira avaliação no experimento protegido com Derosal, não foram detectados sintomas da ferrugem; assim, as notas foram iguais para todos os genótipos. Entretanto, no experimento sem a aplicação de fungicidas (Controle, tabela 24 e figura 9), os genótipos começaram a ser discriminados a partir da primeira avaliação.

No experimento protegido com Derosal, a maior resistência à ferrugem apresentada foi de Orba, pelas menores notas nas três últimas avaliações. A maior suscetibilidade foi conferida a BRS-154 que apresentou a nota máxima (7) já na terceira avaliação. Destaca-se ainda IAC-100 entre os genitores adaptados e adicionais, por apresentar a menor nota no experimento com Derosal, aproximando-se mais da média do grupo dos genitores exóticos, relacionando novamente aos resultados da tabela 8 e à literatura (SILVA; JULIATTI; SILVA, 2007), de que IAC-100 possa ter genes de resistência à ferrugem asiática.

2.3.3.2 Análises de variância

Para todas as análises de variância da geração $F_{3:2}$, os coeficientes de variação (CV) foram considerados de médios ($10\% < CV < 20\%$) a baixos ($CV < 10\%$), com boa precisão experimental. Para o caráter NDM, em todas as análises de variância foram encontrados os CV mais baixos; já para o caráter PG, foram encontrados os coeficiente de variação mais altos, com aproximadamente 20%, em todas as análise de variância desta geração.

Para os experimentos principais protegidos com Impact Duo & Opera, as análises de variância não apresentaram as notas de severidade da ferrugem (S1, S2, S3 S4 e S5) uma vez que nestes experimentos a doença foi controlada eficientemente, e as plantas não apresentaram sintomas da ferrugem. Resultados semelhantes foram obtidos por Araújo (2009) e Unfried (2007).

2.3.3.2.1 Experimentos principais

2.3.3.2.1.1 Análises de variâncias individuais

2.3.3.2.1.1.1 Cruzamento Conquista x Orba

No experimento com o fungicida Impact Duo & Opera (tabela 25) os coeficientes de variação foram de 1,49% a 22,49%. Observaram-se efeitos significativos ($P < 0,01$) em parcelas de progênies, para a maioria dos caracteres, demonstrando grande variabilidade dentro do cruzamento Conquista x Orba. As progênies também diferiram para a maioria dos caracteres, exceto para PG, e os genitores mostraram divergência entre si para APM ($P < 0,05$) e PG ($P < 0,01$). Destaque é dado para os recíprocos dentro de progênies, que apresentaram significância ($P < 0,01$) para NDM, APM e PG, caracteres estes, exceto PG, que já haviam mostrado também diferença entre recíprocos em alguns cruzamentos da geração F_2 (tabelas 4 e 5).

Não ocorreram diferenças significativas para o contraste entre as parcelas de progênies e as parcelas de genitores, mostrando comportamento consistente para todos os caracteres. Na tabela 26 é apresentada a comparação entre as médias para PG, entre os recíprocos e genitores. Verificaram-se dois grupos para cada recíproco e genitores, sendo que as médias entre os recíprocos foram bem próximas, quase não identificando diferenças entre os mesmos.

Já no experimento com o tratamento Derosal (tabela 27), os coeficientes de variação foram de 3,22 a 23,43%, em geral maiores que no experimento com Impact Duo & Opera, corroborando com trabalho realizado por Araújo (2009), indicando o efeito da ferrugem sobre os genótipos. Foram identificados efeitos de significância para parcelas de progênies nos caracteres AC, PG e S3, condizentes ao observado nas tabelas 16 e 22, de estatísticas descritivas. A fonte de variação progênies, assim como no experimento com Impact Duo & Opera, apresentou o maior número de efeitos significativos ($P < 0,01$) para os caracteres PG, S3 e S4.

As médias dos genitores diferiram para os caracteres AC, S3 e S4, fato este que também pode ser constatado pelas tabelas de estatísticas descritivas (tabelas 16 e

22). Os recíprocos apresentaram significância ($P < 0,01$) apenas para o caráter PG. A comparação de médias destes e também dos genitores para o caráter PG, juntamente aos caracteres S2, S3 e S4, é apresentada na tabela 28. Nesta tabela fica clara a diferença entre recíprocos para todos os caracteres, exceto para S4, onde os genótipos foram estáveis. As diferenças entre recíprocos apresentadas nos caracteres para os dois experimentos principais pode indicar herança extracromossômica (RAMALHO; SANTOS; PINTO, 2001) para os caracteres nos quais estas diferenças foram encontradas.

2.3.3.2.1.1.2 Cruzamento IAC-100 x Kinoshita

É notável neste cruzamento (tabela 29), que praticamente não foram detectados efeitos significativos, ou seja, as fontes de variação em geral, tiveram um comportamento consistente para os caracteres estudados. Observa-se também, em comparação ao cruzamento Orba x Conquista, que o cruzamento IAC-100 x Kinoshita apresentou coeficientes de variação um pouco maiores para os caracteres NDM, APM e PG. Apenas foi verificada significância para o caráter NDM a ($P < 0,05$) em parcelas de progênies e a ($P < 0,01$) para progênies, e a significância para parcelas de progênies foi menor que em Orba x Conquista.

No experimento com Derosal (tabela 30), assim como foi para o cruzamento Orba x Conquista (tabela 27), os coeficientes de variação, em geral, foram maiores que no experimento com Impact Duo & Opera, como verificado em estudo de Araújo (2009). Pelo fato das médias de todas as fontes de variação serem iguais para o caráter S1, este caráter não foi apresentado na tabela 30. Ademais, poucos efeitos significativos foram verificados, indicando o comportamento consistente entre os genótipos. Para parcelas de progênies houve significância apenas para o caráter AC, e este pode ser ressaltado como muito afetado pela ferrugem, juntamente com APM, que teve significância para o contraste de parcelas de progênies com as parcelas de genitores, sendo o mesmo comportamento verificado em Conquista x Orba (tabela 27). É interessante notar que entre as avaliações de severidade da ferrugem, apenas S4 apresentou significância, entretanto, através da comparação de médias (tabela 31),

verifica-se que os genótipos foram estáveis, pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. Ressalta-se também o caráter PG que não apresentou significância, ao contrário de Conquista x Orba. Isto possivelmente indica que a ferrugem afetou igualmente os genótipos do cruzamento IAC-100 x Kinoshita.

2.3.3.2.1.2 Análises de variância conjuntas

2.3.3.2.1.2.1 Cruzamento Conquista x Orba

A partir da tabela 32 verifica-se que para os dois experimentos principais, um protegido com Impact Duo & Opera, e o outro, protegido com Derosal, houve significância pelo teste F para todos os caracteres, e a ($P < 0,01$), exceto para AC, demonstrando o grande efeito da ferrugem asiática nos genótipos e caracteres avaliados. Entretanto, verificou-se que houve diferença de médias dentro de parcelas de progênies, progênies e parcela de genitores, pela significância obtida pelo teste F. As diferenças reveladas entre os fungicidas mostram que o efeito da ferrugem foi claro em relação às médias.

Casos interessantes foram encontrados para os caracteres S1 e S5, nos quais foi detectada significância para fungicidas, no entanto, não foi verificada diferença entre os genótipos, isto é, tiveram comportamento consistente com a proteção dos diferentes fungicidas. As parcelas de progênies foi a fonte de variação que apresentou maior número de efeitos significativos: em NDM, APM, AC, PG, S3 e S4, todos ($P < 0,01$).

Significância também foi detectada em recíprocos dentro de progênies, para NDM, APM e PG ($P < 0,01$), indicando que influências ambientais estão diretamente relacionadas com o comportamento de recíprocos. A interação entre genótipos x fungicidas também mostra claramente a influência que a ferrugem teve no desenvolvimento das plantas, possibilitando a discriminação dos genitores que possuem maior ou menor resistência a essa doença.

A interação com fungicidas foi verificada tanto com as parcelas de progênies quanto as de genitores. Para as parcelas de genitores, foi verificada para os caracteres APM, AC, S3 e S4, todos ($P < 0,01$); para as parcelas de genitores, foi verificada para

os caracteres APM ($P < 0,01$), S3 e S4 ($P < 0,05$). Além disso, ressalta-se que não foram verificados efeitos significativos para o contraste entre parcelas de progênies e parcelas de genitores, ou seja, o comportamento foi consistente para todos tanto na ausência quanto na presença da ferrugem. Isto também ocorreu para a fonte de variação fungicidas x (parcelas de progênies vs parcelas de genitores).

2.3.3.2.1.2.2 Cruzamento IAC-100 x Kinoshita

Para este cruzamento (tabela 33), diferentemente do cruzamento Orba x Conquista, praticamente só foram identificados diferenças significativas para a fonte de variação fungicidas, mas igualmente a este cruzamento, mostrou que houve diferença entre as médias gerais do experimento com Impact Duo & Opera e Derosal, ou seja, a ferrugem afetou as plantas, de modo que alterou significativamente a média obtida no experimento em que esta doença foi controlada. Este resultado também mostrou, para a grande maioria das fontes de variação, que o comportamento foi consistente para os dois experimentos (Impact Duo & Opera). As outras fontes de variação que apresentaram significância, ou seja, que apresentaram diferenças entre as médias de cada um dos dois experimentos, foram: parcelas de progênies, para o caráter NDM e S4 ($P < 0,01$) e progênies, para o caráter NDM ($P < 0,05$).

Diferenças significativas entre recíprocos dentro de progênies não foram encontradas. Este resultado não é condizente ao resultado mostrado da tabela 9, para reação à ferrugem (RF), porque possivelmente estas diferenças não sejam reais na verdade, ou seja, existe a possibilidade destas diferenças serem atribuídas, por exemplo, à variabilidade genética dentro de genitores ou devido a algum efeito de fitotoxicidade dos fungicidas no desenvolvimento das plantas.

2.3.3.2.2 Experimentos auxiliares

2.3.3.2.2.1 Análise de variância individual

As tabelas 34, 35 e 36 mostram as análises de variância dos genitores exóticos, adaptados e adicionais, respectivamente para o experimento auxiliar com Impact Duo & Opera, Derosal e o experimento sem a aplicação de fungicidas (Controle). Ressalta-se que os resultados obtidos estão diretamente correlacionados aos valores mostrados nas tabelas 18, 19 e 20, de estatísticas descritivas.

Verifica-se, para todos os experimentos, que os maiores coeficientes de variação foram verificados no experimento com Derosal, e que houve a tendência dos genótipos dentro de cada grupo apresentarem maiores diferença entre si no experimento com Impact Duo & Opera, considerando os caracteres NDM, APM, VA, AC e PG. Comportamento consistente foi verificado para todas as avaliações de severidade da ferrugem nos grupos dos genótipos exóticos, adaptados e adicionais, e o caráter VA e AC apresentaram menor e maior número de efeitos não significativos, e significativos, respectivamente.

Comparando ainda os três experimentos, observou-se que o grupo dos adicionais teve o comportamento mais consistente para todos os caracteres, em todos os experimentos. Com Impact Duo & Opera (tabela 34), não foi verificada nenhuma significância para esta fonte de variação; para o experimento com Derosal (tabela 35), apenas foi verificada significância em PG ($P < 0,01$) e no Controle (tabela 36), houve significância para PG ($P < 0,01$) e S2 ($P < 0,05$). Sendo assim, na presença da ferrugem e da ferrugem + as DFC, os adicionais tiveram médias diferentes, mostrando também que as doenças envolvidas, afetaram diferentemente o desenvolvimento destes genótipos.

De forma interessante, esta última situação mencionada para os adicionais, não foi encontrada nos genitores adaptados. No experimento com Impact Duo & Opera, detectou-se significância para PG ($P < 0,01$) e também para os demais caracteres: NDM ($P < 0,01$), APM ($P < 0,01$), VA ($P < 0,05$) e AC ($P < 0,05$). Já para o experimento com Derosal, quase não foram detectadas diferenças significativas, mostrando um comportamento consistente entre os genótipos sob a influência da ferrugem. Os caracteres que apresentaram significância foram NDM e APM, assim como em Impact Duo & Opera e no experimento auxiliar Controle. O experimento Controle mostrou novamente significância entre os genótipos do grupo de adaptados, indicando que

houve diferença de médias sob o ataque das DFC. Além disso, juntamente com NDM, APM e PG, AC também apresentaram significâncias. Como no experimento com Derosal, no experimento Controle, não houve diferenças significativas entre as médias obtidas dos genitores adaptados, mostrando que estes genitores responderam da mesma forma perante à ferrugem e à ferrugem + DFC.

Com relação ao grupo de genitores exóticos, efeitos significativos ($P < 0,01$) foram detectados no experimento com Impact Duo & Opera, exceto para o caráter VA. No experimento com Derosal, para estes genitores, foram detectadas significâncias apenas para APM, AC e PG, mostrando que tiveram diferentes desempenhos também na presença da ferrugem asiática, nestes caracteres. Já no experimento Controle, apresentou maior número de efeitos significativos: para APM, AC e PG (todos $P < 0,01$) novamente, e para S3 ($P < 0,05$).

As diferenças entre os grupos e também entre os genótipos para os caracteres mais relevantes (PG e notas de severidade da ferrugem) que apresentam efeitos significativos na análise de variância, também podem ser visualizadas nas tabelas 37, 38 e 39, pela comparação de médias pelo teste de Scott e Knott. Na tabela 37, referente ao experimento auxiliar protegido com Impact Duo & Opera, observou-se que os genótipos formaram dois grupos, sendo o grupo a (Kinoshita, BRS-154, BRS-232, Conquista e IAC-5) relacionado às maiores médias, e o b (Bing nan, Orba, Shira Nuhi, IAC-100, BR-16 e OC-4), às menores médias. No experimento com Derosal (tabela 38), verificou-se que foram formados dois grupos para S2, S3, S4 e S5, entretanto, PG não mostrou diferença entre grupos, mesmo apresentando significância pelo teste F, indicando que os genótipos foram estáveis para este caráter. Já para o experimento Controle (tabela 39), os caracteres mostraram diferenças entre as médias dos genótipos: para S2, S3 e S4, os genótipos separaram-se em dois grupos, e para o caráter S3, os genótipos formaram três grupos de médias.

2.3.3.2.2.2 Análise de variância conjunta

Na tabela 40 verifica-se que para todos os caracteres avaliados, houve efeito significativo para fungicidas, mostrando a influência que a ferrugem isolada e com as

DFC para os caracteres avaliados. Exceto para o caráter S1, os genótipos apresentaram significância para todos os caracteres, indicando que estes apresentaram médias variáveis, comparando-se os dois experimentos. Houve também grande variação dentro de cada grupo de genótipos.

No grupo de genitores exóticos, os genitores apresentaram significância para os caracteres NDM, APM, AC, e S5, todos a ($P < 0,01$). Já os genitores adaptados divergiram entre os três experimentos auxiliares para os caracteres NDM, APM, AC, PG a ($P < 0,01$) e VA a ($P < 0,05$), apresentando o maior número de efeitos significativos. O grupo dos adicionais praticamente não apresentou efeitos significativos. Este é um dado importante, pois mostra que os caracteres dos genótipos não foram influenciados frente à ferrugem tanto isolada, e as DFC. Entretanto, para o caráter PG, detectou-se significância ($P < 0,01$), e também para APM ($P < 0,05$).

Observou-se também significância para o contraste entre os três grupos de genótipos para todos os caracteres, exceto para S1, mostrando que para os três experimentos as médias divergiram, isto é, somente a ferrugem ou ela combinada as DFC causou diferentes efeitos para os genótipos dentro de cada grupo.

2.3.3.3 Parâmetros genéticos

2.3.3.3.1 Heterose

Observa-se pela tabela 41 que as estimativas para a heterose foram menores para o experimento com Derosal do que com Impact Duo & Opera, já que com a presença da ferrugem, não pode ser observada a capacidade plena de desenvolvimento das plantas. O cruzamento IAC-100 x Kinoshita apresentou as estimativas mais baixas para os caracteres tanto com Impact Duo & Opera quanto Derosal, indicando que os genitores deste cruzamento são menos divergentes que os genitores de Conquista x Orba, e assim, a média das progênies foi superada pela média dos genitores.

Para o caráter NDM, todas as estimativas foram positivas, no entanto, baixas, mostrando não haver muita divergência entre os genitores. Ademais, as estimativas não

variaram significativamente entre os genótipos e houve uma pequena diferença entre recíprocos. O recíproco 1 de Conquista x Orba não apresentou heterose no experimento com Impact Duo & Opera.

As estimativas para a heterose em APM, claramente foram maiores com Impact Duo & Opera que com Derosal, pois a média geral dos recíprocos foi de 33% vs 3%. Observou-se que as estimativas com Impact Duo & Opera foram maiores para o cruzamento IAC-100 x Kinoshita e foi identificada uma diferença maior entre recíprocos que no caráter NDM.

Em relação ao caráter VA, no experimento com Impact Duo & Opera, o cruzamento Conquista x Orba apresentou, significativamente, média mais baixa que IAC-100 x Kinoshita e genitores, entretanto, situação inversa foi encontrada no experimento com Derosal. As estimativas variaram de -45% a 43%. Os recíprocos diferiram mais no cruzamento IAC-100 x Kinoshita.

Como em APM, no caráter AC as estimativas de heterose foram mais altas no experimento com Impact Duo & Opera, que com Derosal, sendo que com Impact Duo & Opera, as estimativas mais altas e mais baixas são atribuídas ao cruzamento Conquista x Orba em Impact Duo & Opera e Derosal, respectivamente. O cruzamento IAC-100 x Kinoshita apresentou a diferenças maiores entre recíprocos que Conquista x Orba.

Para PG, as médias dos recíprocos nos dois experimentos foram negativas, indicando a superioridade da média dos pais em relação a das progênies. As estimativas mais baixas foram encontradas no cruzamento Conquista x Orba. A estimativa mais baixa foi de -82% (Conquista x Orba, recíproco 2). Assim como foi para o caráter APM, o cruzamento IAC-100 x Kinoshita apresentou diferenças maiores entre recíprocos que Conquista x Orba.

Em S1, somente foram obtidas estimativas de heterose para o cruzamento Conquista x Orba, no qual estas foram positivas e não houve significativa diferença entre recíprocos. A partir de S2, observa-se que as estimativas são mais baixas em Conquista x Orba que em IAC-100 x Kinoshita. As estimativas mais baixa (Conquista x Orba) e mais alta (IAC-100 x Kinoshita), entre todas as avaliações de severidade, encontraram-se na terceira avaliação, possivelmente porque é nesta avaliação que

ocorre a maior discriminação entre genitores e progênes. Novamente em IAC-100 x Kinoshita as diferenças entre recíprocos foram maiores que em Conquista x Orba.

3 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nas gerações F_2 e $F_{3:2}$, as seguintes conclusões podem ser apontadas:

- a) A estratégia de se usar diferentes tipos de fungicidas mostrou-se eficiente para estimar a reação das plantas à ferrugem e a DFC, em termos de produtividade de grãos;
- b) Em relação às notas de severidade da ferrugem, a discriminação genotípica foi melhor observada a partir de 97 dias (S2) e 104 dias (S3) após a semeadura, respectivamente para genitores nos experimentos auxiliares e cruzamentos;
- c) No cultivo de outono (geração F_2 e genitores, o hábito de crescimento indeterminado foi um caráter importante para o desempenho favorável dos genótipos;
- d) Foram identificadas fontes de resistência/tolerância à ferrugem e a DFC entre os genitores exóticos, adaptados e adicionais;
- e) Na geração F_2 , os cruzamentos envolvendo o genitor Orba foram os mais promissores e os cruzamentos com o genitor Shira Nuhi foram os menos promissores; o caráter valor agronômico mostrou-se eficiente na seleção de cruzamentos, pelos altos coeficientes de herdabilidade, observados no sentido amplo;
- f) Na geração $F_{3:2}$, o cruzamento IAC-100 x Kinoshita mostrou-se mais promissor do que o cruzamento Conquista x Orba, para o desenvolvimento de linhagens com níveis apropriados de resistência à ferrugem e produtividade de grãos;
- g) Nas duas gerações as diferenças entre recíprocos ocorreram apenas em situações pontuais.

REFERENCIAS

AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. 5th ed. Amsterdam; Boston: Elsevier Academic Press, 2005. 922 p.

ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético de plantas**. Tradução de A. Blumenschein; E. Paterniani; J. T. A. Gurgel; R. Vencovsky. Rio de Janeiro: Usaid, 1971. 381 p.

ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; YORINORI, J.T.; SILVA, J.F.V.; HENNING, A. A.; GODOY, C.V.; COSTAMILAN, L.M.; MEYER, M.C. Doenças da soja (*Glycine max*). In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, E.A. **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo: Ceres, 2005. v. 2, cap. 64, p. 569-596.

ALVES, S.A.M.; FURTADO, G.Q.; BERGAMIN FILHO, A. Influência das condições climáticas sobre a ferrugem da soja. In: ZAMBOLIM, L. **Ferrugem asiática da soja**. Viçosa: UFV, 2006. cap. 3, p. 37-59.

AMORIM, L. Infecção. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995a, v. 1, cap. 15, p. 295-307.

AMORIM, L. Avaliação de doenças. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995b, v. 1, cap. 31, p. 647-670.

ARAÚJO, M.M. **Caracterização e seleção de linhagens de soja resistentes ou tolerantes à ferrugem asiática**. 2009. 77 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F.; ALMEIDA, L.A.; PIPOLO, A.E.; CARNEIRO, G.E. S.; ABDELNOOR, R. V.; RACHID, B. F.; RIBEIRO, A. S. Melhoramento da soja visando resistência à ferrugem asiática no Brasil. In: SOUTH AMERICAN WORKSHOP ON SOYBEAN RUST. 2006, Londrina. **Proceedings...** Londrina: EMBRAPA Soybean, 2006. p. 17.

BALARDIN, R.S.; MENEGHETTI, R.; NAVARINI, L.; DALLAGNOL, L. Como decifrar o enigma: ferrugem asiática. **Cultivar: Grandes Culturas**, Pelotas, v.7, n. 78, n. esp., p. 4-15, 2005.

BARBIN, D. **Planejamento e análise estatística de experimentos agrônômicos**. Arapongas: Midas, 2003. 194 p.

BARTLETT, M.S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Statistical Society**. Series A, p. 268-282, 1937.

BERGAMIN FILHO, A. Epidemiologia comparativa: Ferrugem da soja e outras doenças. In: ENCONTRO SOBRE MANEJO INTEGRADO: FERRUGEM DA SOJA E DOENÇAS QUARENTENÁRIAS DOS CITROS, 8., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. p. 1-9.

BONDE, M.R.; NESTER, S.E.; AUSTIN, C N.; STONE, C.L.; FREDERICK, R.D.; HARTMAN, G.L.; MILES, M.R. Evaluation of virulence of *Phakopsora pachyrhizi* and *P. meibomiae* isolates. **Plant Disease**, St. Paul, v. 90, n. 6, p. 708-716, 2006.

BORÉM, A. (Ed.). **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa: UFV, 1999. 548 p.

BRIM, C.A. Quantitative genetics and breeding. In: CALDWELL, B.E. (Ed.). **Soybeans: improvement, production and uses**. Wisconsin: American Society of Agronomy. chap. 5, 1973. p.155-186.

BRIM, C.A.; STUBER, C.W. Application of genetic male sterility to recurrent selection schemes in soybeans. **Crop Science**, Madinson, v. 13, p. 528-530, 1973.

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

BROWN, M.B.; FORSYTHE, A.B. Robust tests for equality of variances. **Journal of the American Statistical Association**, Boston, v. 69, p. 364-367, 1984.

BURDON, J.J. Major gene resistance to *Phakopsora pachyrhizi* in *Glycine canescens*, a wild relative of soybean. **Theoretical and Applied Genetics**, Heidelberg, v. 75, n. 6, p. 923-928, 1988.

BURDON, J.J.; MARSHALL, D.R. Evaluation of Australian native species of *Glycine* for resistance to soybean rust. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 65, n. 1, p. 44-45, 1981.

BURTON, J.W. Quantitative genetics: results relevant to soybean breeding. In: WILCOX, J.R. (Ed.). **Soybeans**: improvement, production and uses. 2nd ed. Wiscosin: American Society and Agronomy. chap. 6, 1987, p. 211-247.

CALVO, E.S.; KIIHL, R.A.S.; GARCIA, A.; HARADA, A.; HIROMOTO, D.M. Two major recessive soybean genes conferring soybean rust resistance. **Crop Science**, Madison, v. 48, p. 1350-1354, 2008.

CÂMARA, G.M.S. **Soja**: tecnologia da produção II. Piracicaba: ESALQ/LPV, 2000. 450 p.

CAMARGO, L.E.A; BERGAMIN FILHO, A. Controle Genético. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de Fitopatologia**. São Paulo: Ceres, 1995. cap. 37, p. 729-760.

CAPELLARI JR, L.; RODRIGUES, R.R.; SOUZA, V.C. **Botânica sistemática aplicada aos cursos de Engenharia Agrônômica e Engenharia Florestal**. Piracicaba: Departamento de Ciências Biológicas, ESALQ/USP, 2006. 101 p.

CARBONELL, S.A.M. **Análise genética da reação da semente de soja ao dano mecânico avaliado em um dialelo de ciclo precoce**. 1995. 144 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

CARNEIRO, L.C. **Caracterização epidemiológica da resistência parcial e análise da tolerância de genótipos de soja à ferrugem asiática**. 2007. 75p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

CARRÃO-PANIZZI, M.C. Saudável, consumo direto da soja cresce entre brasileiros. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 5, p. 136-139, 2006.

CARTER, T.E.; NELSON, R.L.; SNELLER, C.H.; CUI, Z. Genetic diversity in soybean. In: BOERMA, H.R.; SPECHT, J.E. **Soybeans**: improvement, production, and uses. 3rd ed. Wiscosin: American Society of Agronomy, 2004. chap. 8, p. 375-416.

CASEY, P.S. The epidemiology of soybean rust - *Phakopsora pachyrhizi* Syd. **Soybean Rust Newsletter**, Urbana – Champaign, v. 4, p. 2, 1981.

CHAUHAN, V.S.; SINGH, B.B. Heterosis and genitcs variability in relation to genetic divergence in soybean. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, New Delhi, v. 42, n. 3, p. 324-328, 1982.

CHAUHAN, V.S; SINGH, B.B. Genetic variability and heritability in soybean. **Indian Journal Agricultural Science**, New Delhi, v. 54, n. 4, p. 273-276, 1984.

CHAUDHARY, D.N.; SINGH, B.B. Heterosis in soybean. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**. New Delhi, v. 34, n. 1, 69-74, 1974.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em:
<<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

CRUZ, C.D. **Programa genes**: Biometria. Viçosa: UFV, 2006. 382 p.

DEAN, A.; VOSS, D. **Design and analysis of experiments**. New York: Springer, 1999. 741 p.

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

DESTRO, D. **Capacidade de combinação de genótipos de soja [*Glycine Max* (L.) Merrill] apropriados para o consumo humano**. 1991. 158 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

DESTRO, D.; CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; KIIHL, R.A.S.; ALMEIDA, L.A. Photoperiodism and genetic control of the long juvenile period in soybean: a review. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 1, n. 1, p. 72-92, 2001.

EMBRAPA SOJA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Soja**: usos. Disponível em:
<http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?op_page=25&cod_pai=29>. Acesso em: 12 jan. 2009a.

EMBRAPA SOJA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de Produção de Soja Região Central do Brasil 2004**. Disponível em:

< <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/SojanoBrasil.htm> >. Acesso em: 12 jan. 2009b.

EMBRAPA SOJA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Consórcio Anti-Ferrugem**. Disponível em:

<<http://www.consorcioantiferrugem.net/>>. Acesso em: 17 jan. 2009c.

EMBRAPA SOJA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Soja**: sistema de alerta. Disponível em:

<http://www.cnpso.embrapa.br/alerta/ver_alerta.php?cod_pagina_sa=69>. Acesso em: 23 jan. 2009d.

FALCONER, D.S. **Introdução à genética quantitativa**. Tradução de M.A. Silva e J.C. Silva. Viçosa: UFV, 1987. 279 p.

FEHR, W.R. (Ed.). Soybean. In: _____. **Principles of cultivar development: crop sciences**. New York: Macmillan Publishing, 1987. v. 2, chap. 14. 761 p.

FEDERER, W.T. Augmented (or hothonuiaku) designs. **Hawaiian Planters' Record**, Aiea, v. 55, p. 191-208, 1956.

FERREIRA, P.V. Melhoramento de plantas visando à resistência a doenças. In: _____. **Melhoramento de plantas: resistência às doenças e aos insetos-praga**. Maceió: Edufal, 2006. v. 6, cap. 1, p. 477-515.

FREIRE FILHO, F.R. **Análise genética de um dialelo entre genótipos precoces de soja [Glycine Max (L.) Merrill]**. 1988. 224p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1988.

FUNDAÇÃO MT. **Doenças da soja**. Rondonópolis: Fundação MT, 2007. p. 129-135. (Boletim de Pesquisa de Soja).

FURTADO, G.Q. **Ferrugem asiática da soja: métodos de preservação dos urediniósporos e fatores relacionados à infecção do hospedeiro**. 2007. 79p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

GARCIA, A.; CALVO, E.S.; KIIHL, R. A.S.; HARADA, A.; HIROMOTO, D.M.; VIEIRA, L.G.E. Molecular mapping of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) resistance genes: discovery of a novel locus and alleles. **Theoretical and Applied Genetics**, Heidelberg, v. 117, p. 545-553, 2008.

GARDNER, E.J.; SNUSTAD, D.P. **Genética**. Tradução de C.N.D. Santos; H.L. Freire; M.C. Bonaldo; P.C.G., Ferreira; S.P. Fragoso. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1987. 497 p.

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**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 7-101, 2004.

GODOY, C.V.; DEL PONTE, E.M.; COSTAMILAN, L.M. Epidemiology of soybean rust. In: SOUTH AMERICAN WORKSHOP ON SOYBEAN RUST. 2006, Londrina. **Proceedings...** Londrina: EMBRAPA Soybean, 2006. p. 20.

GODOY, C.V. Manejo de doenças deve ocorrer de forma integrada. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 5, p. 93-95, jan./jun., 2006.

GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagramatic scale for assessment of soybean rust severity. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 63-68, 2006.

GOLDSMITH, P.D.; RASMUSSEN, R.L.; MASUDA, T.; GASTALDI, H. L.G.A **Oportunidade para a produção brasileira de soja pela ótica da expansão da cultura americana de milho..** Rondonópolis: Fundação MT, 2008. p. 19-21. (Fundação MT - Boletim de Pesquisa de Soja).

GRIFFITHS, A.J.F.; GELBART, W.M.; MILLER, J.H.; LEWONTIN, R.C. **Genética Moderna**. Tradução de L. O. M. Barbosa e P. A. Motta. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 590 p.

HALLAUER, A.R. Potential of exotic germplasm for maize improvement. In: WALDEN, D.R. (Ed.). **Maize breeding and genetics**. New York: John Wiley, 1978. p. 229-247.

HARTMAN, G.L.; MILES, M.R.; FREDERICK, R.D. Breeding for resistance to soybean rust. **Plant Disease**, St. Paul, v. 89, n. 6, p. 664-666, 2005.

HARTMAN, G.L.; BONDE, M.R.; MILES, M.M.; FREDERICK, R.D. Variation of *Phakopsora pachyrhizi* isolates on soybean. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7., 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Londrina: EMBRAPA Soja, 2004. p. 440-446.

HARTWIG, E.E. Identification of a fourth major gene conferring resistance to soybean rust. **Crop Science**, Madison, v. 26, n. 4, p. 1135-1136, 1986.

HARTWIG, E.E.; BROMFIELD, K.R. Relationships among three genes conferring specific resistance to rust in soybeans. **Crop Science**, Madison, v. 23, n. 1, p. 237-239, 1983.

JAROSZ, A.M.; BURDON, J.J. Predominance of a single major gene for resistance to *Phakopsora pachyrhizi* in a population of *Glycine argyrea*. **Heredity**, London, v. 64, n. 3, p. 347-353, 1990.

JULIATTI, F.C.; POLIZEL, A.C.; BALARDIN, R.S.; VALE, F.X.R. Ferrugem da soja – epidemiologia e manejo para uma doença reemergente. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, v. 13, p. 351-195, 2005.

KATO, M.; YORINORI, J.T. Variabilidade Patogênica da *Phakopsora pachyrhizi* no Brasil. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 28., 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA Soja - Fundação Meridional - Fundação Triângulo, 2006. p. 147-149.

KAWUKI, R.S.; TUKAMUHABWA, P.; ADIPALA, E. Soybean rust severity, rate of rust development, and tolerance as influenced by maturity period and season. **Crop Protection**, Guildford, v. 23, n. 5, p. 447-455, 2004.

KIIHL, R.A.S.; ALMEIDA, L.A. O futuro do melhoramento genético como agregador de tecnologia via semente. In: ANAIS DO CONGRESSO DE TECNOLOGIA E COMPETITIVIDADE DA SOJA NO MERCADO GLOBAL, Cuiabá, 2000. **Anais...** Cuiabá, Fundação de Apoio a Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso. Fundação MT, 2000. p. 45-47.

KILLGORE, E.; HEU, R. First report of soybean rust in Hawaii. **Plant Disease**, St. Paul, v. 78, n. 1, p. 12-16, 1994.

KUNTA, T.; EDWARDS, L.H.; McNEW, R.W.; DINKINS, R. Heterosis performance and combining ability in soybeans. **Soybean Genetics Newsletter**, Ames, v. 12, p. 97-99, 1985.

LAPERUTA, L.D.C.; ARIAS, C.A.A.; RIBEIRO, A.S.; RACHID, B.F.; PIEROZZI, H.B.; TOLEDO, J.F.F.; PÍPOLO, A.E.; CARNEIRO, G.E.S. Novos genes de resistência à ferrugem asiática da soja: teste de alelismo para os locos Rpp2 e Rpp4. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n.12, p.1741-1747, 2008.

LCE-ESALQ/USP. **Base de dados da estação automática – Posto agrometeorológico**. Disponível em: <<http://www.lce.esalq.usp.br/postoaut.html>>. Acesso em 15 out. 2008.

LEVENE, H. Robust tests for equality of variances. In: OLKIN, I.; GHURYE, S.G.; HOEFFDING, W.; MADOW, W.G.; MANN, H.B (Ed.). **Contributions to probability and statistics: essays in honor of Harold Hottelling**. Stanford: Stanford University Press, 1960. p. 278-292.

LI, Z. K.; ARIF, M.; ZHONG, D.B. Complex genetic networks underlying the defensive system of rice (*Oryza sativa* L.) to *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae*. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 103, n. 21, p. 7994-7999, 2006.

LOPES, A.C.A. **Análise dialélica envolvendo genótipos parentais de soja resistentes ao nematóide de cisto**. 2001. 122 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

McLEAN, R.J.; BYTH, D.E. Inheritance of resistance to rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in soybeans. **Australian Journal Agricultural of Research**, Melbourne, v. 31, n. 5, p. 951-956, 1980.

MELCHING, J.S.; BROMFIELD, K.R.; KINGSOLVER, C.H. Infection, colonization, and uredospore production on Wayne soybean by four cultures of *Phakopsora pachyrhizi*, the cause of soybean rust. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 69, n. 11, p.1262-1265, 1979.

MILES, M.R. **Evaluation of the soybean germplasm collection for resistance to soybean rust**. St Louis: Missouri, 2006. 22 diapositivos: color.

MILES, M.R.; FREDERICK, R.D.; HARTMAN, G.L. (2003). **Soybean rust**: is the U. S. soybean crop at risk?. In: APSnet Feature. American Phytopathological Society. Disponível em: <www.apsnet.org/online/featura/rust/>. Acesso em: 15 abr. 2007.

MONTEROS, M.J.; MISSAOUI, A.M.; PHILLIPS, D.V.; WALKER, D.R.; BOERMA, H. R. Mapping and confirmation of 'Hyyuga' red-brown lesions resistance gene for asian soybean rust. **Crop Science**, Madison, v. 47, n. 2, p. 829-834, 2007.

MÜLLER, L. Morfologia, anatomia e desenvolvimento. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C.(Ed.) **A Soja no Brasil**, Campinas: IAC, 1981. p.73-104.

NASS, L.L.; MIRANDA FILHO, J. B.; SANTOS, M.X. Uso de germoplasma exótico no melhoramento. In: NASS, L.L; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento**: plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. cap. 5, p. 101-122.

OLOKA, H.K.; TUKAMUHABWA, P.; SENGGOBA, T.; SHANMUGASUNDRAM, S. Reaction of Exotic Soybean Germplasm to *Phakopsora pachyrhizi* in Uganda. **Plant Disease**, St. Paul, v. 92, n. 11, p. 1493-1496, 2008.

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

PANDINI, F.; VELLO, N.A., LOPES, A.C.A. **Heterose para caracteres agronômicos e componentes da produtividade em soja**. Piracicaba: USP/ESALQ/LGN, 2001. 97 p.

PARLEVLIET, J.E. Can horizontal resistance be recognized in the presence of vertical resistance in plants exposed to a mixture of phatogen races? **Phythopatology**, Saint Paul, v. 73, p. 379, 1983.

PARLEVLIET, J.E. Presents concepts in breeding for disease resistance. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 22, p. 7-15, 1997. Suplemento.

PASCHAL II, E.H.; WILCOX, J.R. Heterosis and combining ability in exotic germplasm. **Crop Science**. Madinson, v. 15, p. 344-349, 1975.

PENARIOL, A. **Soja**: cultivares no lugar certo. Disponível em: <[www.ipni.org.br/ppiweb/brazil.nsf/.../\\$FILE/pages13-14-90.pdf](http://www.ipni.org.br/ppiweb/brazil.nsf/.../$FILE/pages13-14-90.pdf)>. Acesso em: 29 jun. 2009.

PETERSON, G.L.; KOSTA, K.L. (Organizers). Soybean rust: too close for comfort. **Plant Disease**, St. Paul, v. 89, n. 6, p. 663, 2005.

PIEROZZI, P.H.B; RIBEIRO, A.S.; MOREIRA, J.U.V.; LAPERUTA, L.D.C; RACHID, B. F.; LIMA, W.F; ARIAS, C.A.A; OLIVEIRA, M.F.; TOLEDO, J.F.F. New soybean (*Glycine max* Fabales, Fabaceae) sources os qualitative genetic resistance to asian soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* (Uredinales, Phakopsoraceae). **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 31, n. 2, p. 505-511, 2008.

PIMENTEL, A.M. **Cruzamentos dialélicos em soja com ênfase em teor de proteína e produção de grãos**. 1991. 149 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

PINHEIRO, J.B. **Dialelo parcial entre parentais de soja resistentes e sucestíveis a insetos**. 1993. 143 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

PIVONIA, S.; YANG, X.B. Assessment of the potencial year-round establishment of the soybean rust throughout the world. **Plant Disease**, St. Paul, v.88, n. 5, p. 523-529, 2004.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; PINTO, C.A.B.P. **Genética na Agropecuária**. Lavras: UFLA, 2001. cap. 16. 473 p.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFV, 1993. cap. 3, 271 p.

RIBEIRO, A.S.; MOREIRA, J.U.V.; PIEROZZI, P.H.B.; RACHID, B.F.; TOLEDO, J.F. F.; ARIAS, C.A.A.; SOARES, R.M.; GODOY, C.V. Genetic control of Asian rust in soybean. **Euphytica**, Dordrecht, v. 157, n. 1, p. 15-25, 2007.

RIBEIRO, A.S.; TOLEDO, J.F.F; ARIAS, C.A.A.; GODOY; C.V.; SOARES, R.M.; MOREIRA, J.U.V.; PIEROZZI, P.H.B.; VIDIGAL, M.C.G.; OLIVEIRA, M.F. Genetic control of soybean (*Glycine max*) yield in the absence and presence of de asian rust fungus (*Phakopsora pachyrhizi*. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 31, n. 1, p. 98-105, 2008.

ROCHA, M.M. **Interação genótipo x locais em linhagens experimentais de soja com diferentes ciclos de maturação**. 1998. 98 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

RODRIGUÉZ, A.C.; RIOS, J.A.; HERNÁNDEZ, J.R. First report of asian soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* from Mexico. **Plant Disease**, St Paul, v. 90, n.9, p. 1260, 2006.

SANTOS, J.A; JULIATTI, F.C.; SANTOS, V.A.; POLIZEL, A.C.; JULIATTI, F.C; HAMAWAKI, O.T. Caracteres epidemiológicos e uso da análise de grupamento para resistência parcial à ferrugem da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 3, p. 443-447, 2007.

SAS INSTITUTE INC. **SAS – Statistical Analysis System user’s guide: version 6**. 11th . ed. Cary, 1996. 842 p.

SCHNEIDER, R.W.; HOLLIER, C.A.; WHITAM, H.K. First Report of Soybean Rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* in the Continental United States. **Plant Disease**, St. Paul, v. 89, n. 7, p. 774, 2005.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for gruping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SEDIYAMA, T.; ALMEIDA, L.A.; MIYASAKA, S. KIIHL, R.A.S. Genética e Melhoramento. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C.(Ed.) **A Soja no Brasil**, Campinas: IAC, 1981. p.209-275.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R.C.; REIS, M.S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2 ed. Viçosa: UFV, 2005. p. 553 – 603.

SHANMUGASUNDARAM, S.; YAN, M.R.; WANG, T.C. Breeding for soybean rust resistance in Taiwan. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7., 2004, Foz do Iguassu. **Proceedings...** Londrina: EMBRAPA Soja, 2004. p. 456-462.

SHAPIRO, S.S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, Cambridge, v. 52, n. 3 /4, p. 591-611, 1965.

SILVA, L.A.S. **Herança e relações genéticas entre a densidade da semente, teores de proteína e óleo e produtividade em soja**. 2008. 170 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

SILVA, D.C.G.; YAMANAKA, N. ; BROGIN, R.L.; ARIAS, C.A.A.; NEPOMUCENO, A. L.; DI MAURO, A.O.; PEREIRA, S.S.; NOGUEIRA, L.M.; PASSIANOTTO, A.L.L.; ABDELNOOR, R.V. Molecular mapping of two loci that confer resistance to Asian rust in soybean. **Theoretical and Applied Genetics**, Heidelberg, v. 117, p. 57-63, 2008.

SILVA, V.A.S.; JULIATTI, F.C.; SILVA, L.A.S. Interação entre resistência genética parcial e fungicidas no controle da ferrugem asiática da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 9, p. 1261-1268, 2007.

SILVA JÚNIOR, J. **Efeito de fungicidas aplicados em diferentes estádios no controle da ferrugem asiática e na produtividade da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**. 2006. 59 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

SLAMINKO, T.L.; HARTMAN, G.L. Host range of *Phakopsora pachyrhizi*, the causal agent of soybean rust. **Phytopathology**, Columbia, v. 98, n. 6, suppl., p. S-147, 2008.

SOARES, R.M., RUBIN, S.A.L., WIELEWICKI, A.P., OZELAME, J.G. Fungicidas no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) e a produtividade da soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1245-1247, 2004.

SOARES, R.M. Identificação prática da ferrugem as soja. In: SOUTH AMERICAN WORKSHOP ON SOYBEAN RUST. 2006, Londrina. **Proceedings...** Londrina: EMBRAPA Soybean, 2006. p. 14.

SOUZA, P.F.C.; ALVES, E.; CASTRO, H.A. Influência da temperatura no desenvolvimento de teliósporos de *Phakopsora pachyrhizi* em folíolos de soja. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 227-231, 2006.

TMG. Tropical Melhoramento e Genética. Genética e melhoramento para resistência à ferrugem asiática da soja. In: **FUNDAÇÃO MT**: Boletim de Pesquisa de Soja 2008. Rondonópolis: Fundação MT, 2008. p. 47-50.

TSCHANZ, A.T. **Soybean Rust Epidemiology**: Final Report. Shanhua: AVRDC, 1984. 157 p.

TSCHANZ, A.T.; TSAI, M.C. Evidence of tolerance to soybean rust in soybeans. **Soybean Rust Newsletter**, Urbana – Champaign, v. 6, p. 28-31, 1982.

TSCHANZ, A.T; SHANMUGASUNDARAM, S. Soybean rust. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 3., 1984, London. **Proceedings...** London: Westwiew Press, 1985. p. 562-567.

TWIZEYIMANA, M.; OJIAMBO, P.S.; IKOTUN, T.; LADIPO, J.L.; HARTMAN, G.L.; BANDYOPADHYAY, R. Evaluation of soybean germplasm for resistance to soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Nigeria. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 92, n. 6, p. 947-952, 2008.

UNFRIED, J.R. **Estratégias para seleção de linhagens experimentais de soja para tolerância à ferrugem e associações com outras doenças**. 2007. 220p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

USDA. United States Department of Agriculture. **Oilseeds**: world markets and trade. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/oilseeds_arc.asp>. Acesso em: 12 mar. 2009.

VELLO, N.A.; BROGIN, R.L.; ARIAS, C.A.A. Estratégias de melhoramento para o controle da ferrugem da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3.;

CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA E MERCOSOJA , 2., 2002. Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA Soja, 2002, p. 188–196. (CNPSo: Documentos, 180).

VELLO, N.A.; SILVA, L.A.S. Genética busca atender ao consumo humano crescente. **Visão Agrícola**, Piracicaba, n. 5, p. 60 - 62, jan./jun., 2006.

VELLO, N.A.; FEHR, W.R.; BAHRENFUS, J.A. Genetic variability and agronomic performance of soybean populations developed from plan introduction. **Crop Science**, Madison, v. 24, p. 511-514, 1984.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: SBG, 1992. 486 p.

VISÃO AGRÍCOLA. **Brasil é responsável por 38% do comércio mundial de soja**. Piracicaba, n. 5, p. 73-74, 2006.

WILCOX, J.R. World distribution and trade of soybean. In: BOERMA, H.R.; SPECHT, J.E. **Soybeans: improvement, production, and uses**. 3rd ed. Wiscosin: American Society of Agronomy, 2004. chap. 1 p. 1-13.

YANG, C.Y. Soybean rust cause by *Phakopsora pachyrhizi*. In: FIRST SOYBEAN RUST WORKSHOP: RUST OF SOYBEAN. 1991, Wuhan. **Proceedings...** Wuhan, Hubei: China, 1991, p 1-32.

YAMAOKA, Y.; FUJIWARA, Y.; KAKISHIMA, M.; KATSUYA, K.; YAMADA, K.; HAGIWARA, H. Pathogenic Races of *Phakopsora pachyrhizi* on Soybean and Wild Host Plants Collected in Japan. **Journal of Genetics and Plant Pathology**, Japan, v. 68, n. 1, p. 52-56, 2002.

YOKOMIZO, G.K. **Desempenho e variabilidade de topocruzamentos F5:4 tipo alimento x tipo grão em soja**. 1994. 123 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

YORINORI, J.T. Country report and rust control strategies in Brazil. In: World Soybean Research Conference, 7.2004. Foz do Iguaçu. **Proceedings...** EMBRAPA Soja, Londrina, 2004a. xxii. p. 447–455.

YORINORI, J.T.; JUNIOR, J.N.; LAZZAROTO, 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. PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.; HARTMAN, G.E.; GODOY, C.V.; NUNES Jr, J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 89, n. 6, p. 675-677, 2005.

YORINORI, J.T.; YUYAMA, M.M. Doenças da soja. In: _____. **FUNDAÇÃO MT**. Rondonópolis: Fundação MT, 2008. p. 98-110. (Boletim de Pesquisa de Soja 2008).

YORINORI, J.T.; YUYAMA, M.M.; SIQUERI, F.V. Doenças da Soja. In: _____. **FUNDAÇÃO MT**. Rondonópolis: Fundação MT, 2009. p. 180-228. (Boletim de Pesquisa de Soja 2009).

ZAMBOLIM, L. Manejo integrado da ferrugem asiática da soja. In: ZAMBOLIM, L. **Ferrugem asiática da soja**. Viçosa: UFV, 2006. cap. 5 p. 73-98.

ZIMMERMANN, F.J.P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2004. 402 p.

ANEXOS

ANEXO A – Figuras Figura 1 – Croqui do experimento da geração F₂. Soja, Piracicaba, SP, semeadura em 21/01/2007

Experimentos principais:

- Delineamento em blocos ao acaso, com repetições estratificadas em conjuntos experimentais.
- 2 repetições, em que: 1 repetição = 4 conjuntos;
- 1 conjunto = 22 parcelas = 2 genitores + 10 progênies + 10 recíprocos das progênies.
- Total de 88 parcelas por repetição e 176 parcelas por experimento.
- Parcela = 1 fileira de plantas em 2,0m x 0,5m.

Experimentos auxiliares:

- Delineamento em blocos ao acaso, com 4 repetições, em que:
- 1 repetição = 12 parcelas = 4 genitores exóticos (Bing nan, Kinoshita, Orba e Shira Nuhi) + 5 genitores adaptados (BRS-154, BRS-232, Conquista e Pintado) + 3 adicionais (BR-16, IAS-5 e OC-4).
- Total de 48 parcelas por experimento.
- Parcela = 1 fileira de plantas em 2,0m x 0,5m.

Figura 2 - Croqui dos experimentos da geração $F_{3:2}$. Soja, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Figura 3 - Escala diagramática para a ferrugem asiática (GODOY; KOGA; CANTERI, 2006)

Figura 4 - Evolução das notas de severidade da ferrugem asiática: S1, avaliação com 90 dias pós-semeadura, seguida de avaliações a intervalos semanais, no experimento principal com aplicação do fungicida Derosal, para as progênies $F_{3:2}$ do cruzamento Conquista x Orba e genitores. Soja, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Figura 5 - Evolução das notas de severidade da ferrugem asiática: S1, avaliação com 90 dias pós-semeadura, seguida de avaliações a intervalos semanais, no experimento principal com aplicação do fungicida Derosal, para as progênies $F_{3:2}$ do cruzamento IAC-100 x Kinoshita e genitores. Soja, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Figura 6 - Lesões TAN ("tanish") observadas na terceira avaliação de severidade da ferrugem asiática (S3: 104 dias após a semeadura). Soja, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Figura 7 - Lesões RB ("reddish brown") observadas na terceira avaliação de severidade da ferrugem asiática (S3: 104 dias após a semeadura). Soja, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Figura 8 - Evolução das notas de severidade da ferrugem asiática: S1, avaliação com 90 dias pós-semeadura, seguida de avaliações a intervalos semanais, no experimento auxiliar com aplicação do fungicida Derosal. Soja, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Figura 9 - Evolução das notas de severidade da ferrugem asiática: S₁, avaliação com 90 dias pós-semeadura, seguida de avaliações a intervalos semanais, no experimento auxiliar sem aplicação de fungicidas (Controle). Soja, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

ANEXO B – Tabelas

Tabela 1 - Descrição dos estádios fenológicos da soja

Estádios	Descrição
I. Fase Vegetativa	
V _c	Da emergência a cotilédones abertos
V ₁	Primeiro nó, folhas unifolioladas abertas
V ₂	Segundo nó, primeira folha trifoliolada aberta
V ₃	Terceiro nó, segunda folha trifoliolada aberta
V _n	Enésimo nó (último) com folha trifoliolada aberta, antes do início da floração
II. Fase Reprodutiva	
R ₁	Início da floração: até 50% das plantas com uma flor
R ₂	Floração plena: maioria dos racemos com flores abertas
R ₃	Final da floração: vagens com até 1,5 cm
R ₄	Maioria de vagens do terço superior com 2,0 a 4,0 cm
R _{5.1}	Grãos com início de formação (perceptíveis ao tato) a 10% da granação
R _{5.2}	Maioria das vagens com granação de 10 - 25%
R _{5.3}	Maioria das vagens entre 25 e 50% de granação
R _{5.4}	Maioria das vagens entre 50 e 75% de granação
R _{5.5}	Maioria das vagens entre 75 e 100% de granação
R ₆	Maioria das vagens com granação de 100% e folhas verdes
R _{7.1}	Início a 50% de amarelecimento de folhas e vagens
R _{7.2}	Entre 51 e 75% de folhas e vagens amarelas
R _{7.3}	Mais de 75% de folhas e vagens amarelas
R _{8.1}	Início a 50% de desfolha
R _{8.2}	Mais de 50% de desfolha à pré-colheita.
R ₉	Maturidade de campo (Ponto de colheita).

Fonte: Embrapa Soja (2009d), adaptado de RITCHIE, S.; HANWAY, J.J.; THOMPSON, H.E. **How a soybean plant develops**. Ames, Iowa: State University of Science and Technology, 1982. 20 p. (special report, 53).

Tabela 2 - Médias do caráter número de dias para o florescimento (NDF), ao nível de planta individual F₂, para os com e sem recíproco. Soja, progênies F₂, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 21/01/2007

P1		P2		Kinoshita		Orba		Shira Nuhi		Fileiras		Genitores	
		Média (dias)		Média (dias)		Média (dias)		Média (dias)		Média (dias)		Média (dias)	
BRS-154	RECÍPROCO 1	44	-	-	-	37	41						
	RECÍPROCO 2	-	39	42	36	39							
	MÉDIA	44	39	42	37	41							41
BRS-232	RECÍPROCO 1	-	-	41	-	41							
	RECÍPROCO 2	-	-	42	-	42							
	MÉDIA	-	-	42	-	42							38
Conquista	RECÍPROCO 1	45	42	48	41	44							
	RECÍPROCO 2	-	-	46	40	43							47
	MÉDIA	45	42	47	41	44							
IAC-100	RECÍPROCO 1	45	42	45	42	43							
	RECÍPROCO 2	45	42	45	40	43							
	MÉDIA	45	42	45	41	43							45
Pintado	RECÍPROCO 1	50	41	45	41	44							
	RECÍPROCO 2	49	41	-	-	45							
	MÉDIA	50	41	45	41	44							50
MÉDIA GERAL RECÍPROCO 1		46	42	44	40	43							
MÉDIA GERAL RECÍPROCO 2		47	41	44	39	43							
MÉDIA GERAL RECÍPROCOS		46	41	44	40	43							
Genitores		46	37	45	34	40							

Tabela 3 - Médias do caráter altura da planta no florescimento (APF), ao nível de planta individual F₂, para os cruzamentos com e sem recíproco. Soja, progênies F₂, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 21/01/2007

P1	P2	Bing nan		Kinoshita		Orba		Shira Nuhi		Fileiras		Genitores	
		Média (cm)		Média (cm)		Média (cm)		Média (cm)		Média (cm)		Média (cm)	
BRS-154	RECÍPROCO 1	25,11		-		-		25,43		25,27			
	RECÍPROCO 2	-		25,26		28,11		25,62		26,33			
	MÉDIA	25,11		25,26		28,11		25,53		26,00		27,51	
BRS-232	RECÍPROCO 1	-		-		35,97		-		35,97			
	RECÍPROCO 2	-		-		27,30		-		27,30			
	MÉDIA	-		-		31,64		-		31,64		27,09	
Conquista	RECÍPROCO 1	32,83		28,18		28,44		25,74		28,80			
	RECÍPROCO 2	-		-		33,68		30,96		32,32			
	MÉDIA	32,83		28,18		31,06		28,35		30,11		33,78	
IAC-100	RECÍPROCO 1	26,69		24,75		26,69		23,38		25,38			
	RECÍPROCO 2	24,70		26,56		26,57		25,62		25,86			
	MÉDIA	25,70		25,66		26,63		24,50		25,62		23,25	
Pintado	RECÍPROCO 1	24,37		29,03		29,93		27,97		27,83			
	RECÍPROCO 2	39,13		24,87		-		-		32,00			
	MÉDIA	31,75		26,95		29,93		27,97		29,15		33,44	
MÉDIA GERAL RECÍPROCO 1		27,25		27,32		30,26		25,63		27,61			
MÉDIA GERAL RECÍPROCO 2		31,92		25,56		28,92		27,40		28,45			
MÉDIA GERAL RECÍPROCOS		28,81		26,44		29,59		26,39		27,81			
Genitores		25,37		23,83		26,66		21,53		24,35			

Tabela 4 - Médias do caráter número de dias para a maturidade (NDM), ao nível de planta individual F₂, para os cruzamentos com e sem recíproco. Soja, progênes F₂, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 21/01/2007

P1	P2	Bing nan			Kinoshita			Orba			Shira Nuhi			Fileiras			Genitores		
		Média (dias)			Média (dias)			Média (dias)			Média (dias)			Média (dias)			Média (dias)		
BRS-154	RECÍPROCO 1	104	-	-	98	-	-	99	97	100									
	RECÍPROCO 2	-	98						98	98									
	MÉDIA	104	98					99	97	100									100
BRS-232	RECÍPROCO 1	-	-	-	101	-	-	101	-	101									
	RECÍPROCO 2	-	-	-	102	-	-	102	-	102									
	MÉDIA	-	-	-	102	-	-	102	-	102									98
Conquista	RECÍPROCO 1	107	102					107	100	104									
	RECÍPROCO 2	-	-					106	99	103									
	MÉDIA	107	102					106	100	104									108
IAC-100	RECÍPROCO 1	103	101					101	96	100									
	RECÍPROCO 2	102	99					99	96	99									
	MÉDIA	103	99					100	96	100									101
Pintado	RECÍPROCO 1	109	104					105	100	105									
	RECÍPROCO 2	109	102					-	-	106									
	MÉDIA	109	103					105	100	106									111
MÉDIA GERAL RECÍPROCO 1		106	102					103	98	102									
MÉDIA GERAL RECÍPROCO 2		105	100					102	98	101									
MÉDIA GERAL RECÍPROCOS		106	101					103	98	102									
Genitores		106	97					100	94	99									

Tabela 5 - Médias do caráter altura da planta na maturidade (APM), ao nível de planta individual F₂, para os cruzamentos com e sem recíproco. Soja, progênes F₂, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 21/01/2007

P1	P2	Bing nan		Kinoshita		Orba		Shira Nuhi		Fileiras		Genitores	
		Média (cm)		Média (cm)		Média (cm)		Média (cm)		Média (cm)		Média (cm)	
BRS-154	RECÍPROCO 1	29,71		-		-		28,48		29,10			
	RECÍPROCO 2	-		27,31		47,23		27,04		33,86			
	MÉDIA	29,71		27,31		47,23		27,76		33,00		29,49	
BRS-232	RECÍPROCO 1	-		-		53,31		-		53,31			
	RECÍPROCO 2	-		-		46,47		-		46,47			
	MÉDIA	-		-		49,89		-		49,89		29,71	
Conquista	RECÍPROCO 1	39,71		31,61		55,40		29,87		39,15			
	RECÍPROCO 2	-		-		60,94		33,51		47,23			
	MÉDIA	39,71		31,61		58,17		31,69		40,30		39,89	
IAC-100	RECÍPROCO 1	33,13		28,92		47,47		27,96		34,37			
	RECÍPROCO 2	31,65		30,19		48,28		30,56		35,17			
	MÉDIA	32,39		29,56		47,88		29,26		34,77		27,65	
Pintado	RECÍPROCO 1	31,82		31,67		53,90		31,03		37,11			
	RECÍPROCO 2	48,88		27,69		-		-		38,29			
	MÉDIA	40,35		29,68		53,90		31,03		38,74		41,94	
MÉDIA GERAL RECÍPROCO 1		33,59		30,73		52,52		29,34		36,55			
MÉDIA GERAL RECÍPROCO 2		40,27		28,4		50,73		30,37		37,44			
MÉDIA GERAL RECÍPROCOS		35,82		29,57		51,63		29,78		36,70			
Genitores		33,66		25,49		55,87		22,39		34,35			

Tabela 6 - Médias do caráter valor agrônômico (VA: notas de 1 a 5), ao nível de planta individual F₂, para os cruzamentos com e sem recíproco. Soja, progênes F₂, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 21/01/2007

P1		P2		Kinoshita		Orba		Shira Nuhi		Fileiras		Genitores	
		Média (notas)		Média (notas)		Média (notas)		Média (notas)		Média (notas)		Média (notas)	
BRS-154	RECÍPROCO 1	1,41	-	-	-	-	-	1,11	1,26				
	RECÍPROCO 2	-	1,36	1,36	2,10	1,13	1,53						
	MÉDIA	1,41	1,36	1,36	2,10	1,12	1,50					1,38	
BRS-232	RECÍPROCO 1	-	-	-	2,15	-	2,15	-					
	RECÍPROCO 2	-	-	-	1,99	-	1,99	-					
	MÉDIA	-	-	-	2,07	-	2,07	-				1,21	
Conquista	RECÍPROCO 1	2,04	1,38	1,38	2,41	1,35	1,80						
	RECÍPROCO 2	-	-	-	2,40	1,69	2,05						
	MÉDIA	2,04	1,38	1,38	2,41	1,52	1,84					1,88	
IAC-100	RECÍPROCO 1	1,56	1,33	1,33	2,50	1,56	1,74						
	RECÍPROCO 2	1,46	1,58	1,58	2,33	1,48	1,71						
	MÉDIA	1,51	1,46	1,46	2,42	1,52	1,73					1,35	
Pintado	RECÍPROCO 1	1,39	1,50	1,50	2,20	1,79	1,72						
	RECÍPROCO 2	1,67	1,17	1,17	-	-	1,42						
	MÉDIA	1,53	1,34	1,34	2,20	1,79	1,71					1,92	
MÉDIA GERAL RECÍPROCO 1		1,60	1,40	1,40	2,32	1,45	1,69						
MÉDIA GERAL RECÍPROCO 2		1,57	1,37	1,37	2,21	1,43	1,64						
MÉDIA GERAL RECÍPROCOS		1,59	1,39	1,39	2,26	1,44	1,67						
Genitores		1,56	1,07	1,07	3,18	1,01	1,71						

Tabela 7 - Médias do caráter produtividade de grãos (PG), ao nível de planta individual F₂, para os cruzamentos com e sem recíproco. Soja, progênie F₂, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 21/01/2007

P1	P2						Genitores
	Bing nan	Kinoshita	Orba	Shira Nuhi	Fileiras		
	Média (g planta ⁻¹)	Média (g planta ⁻¹)	Média (g planta ⁻¹)	Média (g planta ⁻¹)	Média (g planta ⁻¹)	Média (g planta ⁻¹)	
BRS-154	24,64	-	-	15,43	20,04		
RECÍPROCO 1							
RECÍPROCO 2	-	15,86	36,83	24,52	25,74		
MÉDIA	24,64	15,86	36,83	19,98	24,33		15,94
BRS-232							
RECÍPROCO 1	-	-	39,50	-	39,50		
RECÍPROCO 2	-	-	34,10	-	34,10		
MÉDIA	-	-	36,80	-	36,8		16,04
Conquista							
RECÍPROCO 1	30,81	26,07	41,12	25,57	30,89		
RECÍPROCO 2	-	-	47,75	31,75	39,75		
MÉDIA	30,81	26,07	44,44	28,66	32,49		39,65
IAC-100							
RECÍPROCO 1	32,19	21,27	49,76	31,37	33,65		
RECÍPROCO 2	31,45	28,32	42,42	28,75	32,74		
MÉDIA	31,82	24,80	46,09	30,06	33,19		20,04
Pintado							
RECÍPROCO 1	23,47	21,51	43,56	27,15	28,92		
RECÍPROCO 2	38,76	20,37	-	-	29,57		
MÉDIA	31,12	20,94	43,56	27,15	30,69		30,06
MÉDIA GERAL RECÍPROCO 1	27,78	22,95	43,49	24,88	29,77		
MÉDIA GERAL RECÍPROCO 2	35,11	21,52	40,28	28,34	31,31		
MÉDIA GERAL RECÍPROCOS	30,22	22,23	41,88	26,36	30,17		
Genitores	36,97	10,00	54,26	9,23	27,62		

Tabela 8 – Resumo da análise de variância para os caracteres avaliados nas progênies F₂ e genitores. Soja, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 21/01/2007

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios					
		NDF ^t (dias)	APF ^t (cm)	NDM ^t (dias)	APM ^t (cm)	VA ^t (notas)	PG ^t (g planta ⁻¹)
Repetições	5	0,43 **	0,43 **	0,80 **	3,86 **	0,36 **	6,24 **
Genótipos	35	4,79 **	4,79 **	1,89 **	39,10 **	1,23 **	47,60 **
Cruzamentos (C)	26	2,71 **	2,71 **	1,40 **	36,97 **	1,01 **	32,56 **
Com recíproco	19	3,11 **	3,11 **	1,51 **	37,56 **	1,07 **	30,13 **
Cruzamentos (CRU)	9	5,51 **	5,51 **	2,63 **	67,06 **	1,86 **	51,33 **
Recíprocos/Cruzamentos (REC/CRU)	10	0,18 ns	0,18 ns	0,14 ns	5,33 **	0,15 **	7,88 ns
Recíprocos/BRS-154 x Shira Nuhi	1	0,14 ns	0,14 ns	0,04 ns	0,47 ns	0,04 ns	20,55 *
Recíprocos/BRS-232 x Orba	1	0,21 ns	0,21 ns	8,28 **	0,10 ns	0,01 ns	2,43 ns
Recíprocos/Conquista x Orba	1	0,55 *	0,55 *	0,09 ns	5,11 *	2 ⁻³ ns	8,38 ns
Recíprocos/Conquista x Shira Nuhi	1	0,34 ns	0,34 ns	0,08 ns	0,51 ns	3,72 **	9,05 ns
Recíprocos/IAC-100 x Bing nan	1	2 ⁻⁵ ns	2 ⁻⁵ ns	0,04 ns	0,78 ns	0,07 ns	0,65 ns
Recíprocos/IAC-100 x Kinoshita	1	0,01 ns	0,01 ns	0,38 ns	0,43 ns	0,21 ns	12,39 ns
Recíprocos/IAC-100 x Orba	1	0,01 ns	0,01 ns	0,01 ns	0,78 ns	0,06 ns	0,40 ns
Recíprocos/IAC-100 x Shira Nuhi	1	0,28 ns	0,28 ns	0,15 ns	1,69 ns	0,01 ns	2,73 ns
Recíprocos/Pintado x Bing nan	1	0,04 ns	0,04 ns	0,12 ns	14,53 **	0,02 ns	12,05 ns
Recíprocos/Pintado x Kinoshita	1	0,01 ns	0,01 ns	4,52 **	0,52 ns	0,51 **	0,21 ns
Sem recíproco	6	1,85 **	1,85 **	1,20 **	39,75 **	0,92 **	40,97 **
Com recíproco vs Sem recíproco	1	0,42 ns	0,42 ns	0,13 ns	0,22 ns	0,07 ns	10,93 Ns
Genitores (GE)	8	12,45 **	12,45 **	3,97 **	49,63 **	2,05 **	54,46 **
Exóticos	3	15,53 **	15,53 **	2,98 **	103,54 **	3,95 **	96,09 **
Adaptados	4	9,43 **	9,43 **	4,71 **	21,83 **	0,83 **	23,57 **
Exóticos vs Adaptados	1	12,75 **	12,75 **	4,30 **	0,03 ns	0,13 ns	0,14 Ns
C vs GE	1	0,39 ns	0,39 ns	2 ⁻³ ns	28,36 **	0,30 *	74,25 **
Resíduo	175	0,12	0,12	0,10	0,97	0,07	4,62
Dentro	2376	0,11	0,11	0,06	0,99	0,04	1,44
CV (%)		3,04	3,04	1,74	10,97	9,59	15,99
Médias dos dados transformados		6,55	5,26	10,11	6,19	1,45	5,18

ns, *, ** : não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

t : Dados transformados para $(x + 0,5)^{0,5}$.

Tabela 9 - Comparações entre as médias* dos caracteres número de dias para o florescimento (NDF), altura da planta no florescimento (APF), altura da planta no florescimento (APF), número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agrônômico (VA: notas de 1 a 5) e produtividade de grãos (PG), nas progênes F₂ e genitores. Soja, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 21/01/2007

Cruzamentos		Genótipos		Código	Média NDF (dias)	Média APF (cm)	Média NDM (dias)	Média APM (cm)	Média VA (notas)	Média PG (g planta ⁻¹)
Sem reciproco	Com reciproco	BRS-154 x Shira Nuih		21-04-01	37 c	25,43 d	97 b	28,48 b	1,00 b	15,43 c
		Shira Nuih x BRS-154		21-04-02	36 c	25,62 d	98 b	27,04 b	1,13 b	24,52 b
		BRS-232 x Orba		21-07-01	40 b	35,97 a	101 b	53,31 a	2,15 a	39,50 a
		Orba x BRS-232		21-07-02	42 b	27,30 c	102 b	46,47 a	1,99 a	34,10 a
		Conquista x Orba		21-11-01	47 a	28,44 c	107 a	55,40 a	2,41 a	41,12 a
		Orba x Conquista		21-11-02	46 a	33,68 b	106 a	60,94 a	2,40 a	47,75 a
		Conquista x Shira Nuih		21-12-01	41 b	25,74 d	100 b	29,87 b	1,35 b	25,57 b
		Shira Nuih x Conquista		21-12-02	40 b	30,96 b	99 b	33,51 b	1,69 b	31,75 a
		IAC-100 x Bing nan		21-13-01	45 a	26,69 c	103 a	33,13 b	1,56 b	32,19 a
		Bing nan x IAC-100		21-13-02	45 a	24,70 d	102 b	31,65 b	1,46 b	31,45 a
		IAC-100 x Kinoshita		21-14-01	42 b	24,75 d	101 b	28,92 b	1,33 b	21,27 b
		Kinoshita x IAC-100		21-14-02	42 b	26,56 c	99 b	30,19 b	1,58 b	28,32 a
		IAC-100 x Orba		21-15-01	45 a	26,69 c	101 b	47,47 a	2,50 a	49,76 a
		Orba x IAC-100		21-15-02	45 a	26,57 c	99 b	48,28 a	2,33 a	42,42 a
		IAC-100 x Shira Nuih		21-16-01	42 b	23,38 d	96 b	27,96 b	1,56 b	31,37 a
		Shira Nuih x IAC-100		21-16-02	40 b	25,62 d	96 b	30,56 b	1,48 b	28,75 a
		Pintado x Bing nan		21-17-01	50 a	24,37 d	109 a	31,82 b	1,39 b	23,47 b
		Bing nan x Pintado		21-17-02	49 a	39,13 a	109 a	48,88 a	1,67 b	38,76 a
		Pintado x Kinoshita		21-18-01	41 b	29,03 c	104 a	31,67 b	1,50 b	21,51 b
		Kinoshita x Pintado		21-18-02	41 b	24,87 d	102 b	27,69 b	1,17 b	20,37 b
Sem reciproco	Exóticos	Bing nan x BRS-154		21-01-02	44 a	25,11 d	104 a	29,71 b	1,41 b	24,64 b
		Kinoshita x BRS-154		21-02-02	39 c	25,26 d	98 b	27,31 b	1,36 b	15,86 c
		Orba x BRS-154		21-03-02	42 b	28,11 c	99 b	47,23 a	2,10 a	36,83 a
		Conquista x Bing nan		21-09-01	45 a	32,83 b	107 a	39,71 a	2,04 a	30,81 a
		Conquista x Kinoshita		21-10-01	42 b	28,18 c	102 b	31,61 b	1,38 b	26,07 b
		Pintado x Orba		21-19-01	45 a	29,93 b	105 a	53,90 a	2,20 a	43,56 a
		Pintado x Shira Nuih		21-20-01	41 b	27,97 c	100 b	31,03 b	1,79 b	27,15 b
		Médias		43		27,88	102	37,55	1,70	30,90
Genitores	Exóticos	Bing nan		P.01	46 a	25,37 d	106 a	33,66 b	1,56 b	36,97 a
		Kinoshita		P.02	37 c	23,83 d	97 b	25,49 b	1,07 b	10,00 c
		Orba		P.03	45 a	26,66 c	100 b	55,87 a	3,18 a	54,26 a
		Shira Nuih		P.04	34 c	21,53 d	94 b	22,39 b	1,01 b	9,23 c
	Adaptados	BRS-154		P.05	41 b	27,51 c	100 b	29,49 b	1,38 b	15,94 c
		BRS-232		P.06	37 c	27,09 c	98 b	29,71 b	1,21 b	16,05 c
		Conquista		P.07	47 a	33,78 b	108 a	39,89 a	1,88 a	39,65 a
		IAC-100		P.08	45 a	23,25 d	101 b	27,65 b	1,35 b	20,04 b
		Pintado		P.09	50 a	33,44 b	111 a	41,94 a	1,92 a	30,06 a
		Médias		42		26,94	102	34,01	1,62	25,80

*: Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 10 - Heterose (h) e herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) do caráter número de dias para o florescimento (NDF), ao nível de planta individual F_2 , para os cruzamentos com e sem recíproco. Soja, progênes F_2 , ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 21/01/2007

P1	P2	Bing nan			Kinoshita			Orba			Shira Nuhi			MÉDIAS GERAIS		
		h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h_a^2 (%)
BRS-154	RECÍPROCO 1	2	40	-	-	-	-	-	-	-2	1	0	21			
	RECÍPROCO 2	-	-	0	35	35	-5	22	22	-5	50	-3	36			
	MÉDIA	2	40	0	35	35	-5	22	22	-3	26	-2	31			
BRS-232	RECÍPROCO 1	-	-	-	-	-	-2	13	13	-	-	-2	13			
	RECÍPROCO 2	-	-	-	-	-	6	43	43	-	-	6	43			
	MÉDIA	-	-	-	-	-	2	28	28	-	-	2	28			
Conquista	RECÍPROCO 1	-6	47	1	39	39	7	78	78	5	82	2	62			
	RECÍPROCO 2	-	-	-	-	-	-1	74	74	-1	79	-1	77			
	MÉDIA	-6	47	1	39	39	3	76	76	2	81	0	61			
IAC-100	RECÍPROCO 1	-3	16	5	35	35	-2	33	33	13	11	3	24			
	RECÍPROCO 2	-2	61	4	32	32	-1	35	35	3	62	1	48			
	MÉDIA	-3	39	4	34	34	-2	34	34	8	37	2	36			
Pintado	RECÍPROCO 1	8	81	-11	66	66	-12	89	89	-7	85	-5	80			
	RECÍPROCO 2	2	22	-12	75	75	-	-	-	-	-	-5	49			
	MÉDIA	5	52	-12	71	71	-12	89	89	-7	85	-6	74			
MÉDIA GERAL RECÍPROCO 1		0	46	-2	47	47	-2	53	53	2	45	0	48			
MÉDIA GERAL RECÍPROCO 2		0	42	-3	47	47	-1	44	44	-1	64	-1	49			
MÉDIA GERAL RECÍPROCOS		0	45	-2	47	47	-1	48	48	1	53	0	48			

- : Valor inexistente

Tabela 11 - Heterose (h) e herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) do caráter altura da planta no florescimento (APF), ao nível de planta individual F_2 , para os cruzamentos com e sem recíproco. Soja, progênes F_2 , ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 21/01/2007

P1	P2	Bing nan			Kinoshita			Orba			Shira Nuhi			MÉDIAS GERAIS		
		h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h_a^2 (%)
BRS-154	RECÍPROCO 1	-10	26	-	-	-	-	-	-	7	45	-2	36			
	RECÍPROCO 2	-	-	-3	13	41	-2	0	1	18						
	MÉDIA	-10	26	-3	13	41	3	23	-1	26						
BRS-232	RECÍPROCO 1	-	-	-	-	12	-	-	68	12						
	RECÍPROCO 2	-	-	-	-	44	-	-	3	44						
	MÉDIA	-	-	-	-	28	-	-	35	28						
Conquista	RECÍPROCO 1	22	30	-4	5	46	-14	36	-2	29						
	RECÍPROCO 2	-	-	-	-	11	24	35	24	23						
	MÉDIA	22	30	-4	5	29	5	36	7	25						
IAC-100	RECÍPROCO 1	20	16	10	28	2	9	54	13	25						
	RECÍPROCO 2	3	15	26	40	5	29	6	18	17						
	MÉDIA	12	16	18	34	4	19	30	15	21						
Pintado	RECÍPROCO 1	-34	9	3	52	11	4	32	-7	26						
	RECÍPROCO 2	57	11	-26	21	-	-	-	16	16						
	MÉDIA	12	10	-12	37	11	4	32	1	23						
MÉDIA GERAL	RECÍPROCO 1	-1	20	3	28	18	1	42	5	27						
MÉDIA GERAL	RECÍPROCO 2	30	13	-1	25	25	17	14	14	19						
MÉDIA GERAL	RECÍPROCOS	10	18	1	27	22	8	30	8	24						

- : Valor inexistente

Tabela 12 - Heterose (h) e herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) do caráter número de dias para a maturidade (NDM), ao nível de planta individual F_2 , para os cruzamentos com e sem recíproco. Soja, progênes F_2 , ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 21/01/2007

P1	P2	Bing nan			Kinoshita			Orba			Shira Nuhi			MÉDIAS GERAIS		
		h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h (%)
BRS-154	RECÍPROCO 1	1	79	-	-	-	-	1	69	1	74					
	RECÍPROCO 2	-	-	0	60	62	-2	2	86	0	69					
	MÉDIA	1	79	0	60	62	-2	2	78	0	70					
BRS-232	RECÍPROCO 1	-	-	-	-	43	6	-	-	6	43					
	RECÍPROCO 2	-	-	-	-	68	7	-	-	7	68					
	MÉDIA	-	-	-	-	56	6	-	-	6	56					
Conquista	RECÍPROCO 1	0	58	-1	53	83	6	-2	52	1	62					
	RECÍPROCO 2	-	-	-	-	83	4	-4	77	0	80					
	MÉDIA	0	58	-1	53	83	5	-3	65	0	65					
IAC-100	RECÍPROCO 1	0	71	4	21	11	0	-3	70	0	43					
	RECÍPROCO 2	-3	64	-1	2	55	-2	-3	75	-2	49					
	MÉDIA	-2	68	2	12	33	-1	-3	73	-1	47					
Pintado	RECÍPROCO 1	1	81	1	72	89	-1	-4	77	-1	80					
	RECÍPROCO 2	1	84	-4	76	-	-	-	-	-2	80					
	MÉDIA	1	83	-2	74	89	-1	-4	77	-2	81					
MÉDIA GERAL	RECÍPROCO 1	0	72	1	49	57	3	-2	67	1	61					
	RECÍPROCO 2	-1	74	-2	46	67	2	-2	79	-1	67					
	MÉDIA GERAL RECÍPROCOS	0	73	0	47	62	2	-2	72	0	64					

- : Valor inexistente

Tabela 13 - Heterose (h) e herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) do caráter altura da planta na maturidade (APM), ao nível de planta individual F_2 , para os cruzamentos com e sem recíproco. Soja, progênes F_2 , ESALQ, Piracicaba, SP, sementeira em 21/01/2007

P1	P2	Bing nan			Kinoshita			Orba			Shira Nui			MÉDIAS GERAIS		
		h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h_a^2 (%)
BRS-154	RECÍPROCO 1	-12	17	-	-	-	-	-	-	20	41	4	29			
	RECÍPROCO 2	-	-	-1	31	21	81	6	73	9	62					
	MÉDIA	-12	17	-1	31	21	81	13	57	5	47					
BRS-232	RECÍPROCO 1	-	-	-	-	49	81	-	-	49	81					
	RECÍPROCO 2	-	-	-	-	17	85	-	-	17	85					
	MÉDIA	-	-	-	-	33	83	-	-	33	83					
Conquista	RECÍPROCO 1	16	47	-10	3	31	88	-8	35	7	43					
	RECÍPROCO 2	-	-	-	-	55	85	15	30	35	58					
	MÉDIA	16	47	-10	3	43	87	4	33	13	42					
IAC-100	RECÍPROCO 1	16	7	18	2	27	80	23	18	21	27					
	RECÍPROCO 2	6	38	27	23	31	79	33	6	24	37					
	MÉDIA	11	23	22	13	29	80	28	12	23	32					
Pintado	RECÍPROCO 1	-32	1	-12	51	20	81	-7	27	-8	40					
	RECÍPROCO 2	46	0	-36	12	-	-	-	-	5	6					
	MÉDIA	7	1	-24	32	20	81	-7	27	-1	35					
MÉDIA GERAL	RECÍPROCO 1	-3	18	-2	19	32	83	7	30	9	37					
	RECÍPROCO 2	26	19	-3	22	31	83	18	36	18	40					
	MÉDIA GERAL RECÍPROCOS	7	18	-2	20	32	83	12	33	12	39					

- : Valor inexistente

Tabela 14 - Heterose (h) e herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) do caráter valor agrônômico (VA), ao nível de planta individual F_2 , para os cruzamentos com e sem recíproco. Soja, progênes F_2 , ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 21/01/2007

P1	P2	Bing nan			Kinoshita			Orba			Shira Nuhi			MÉDIAS GERAIS		
		h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h_a^2 (%)
BRS-154	RECÍPROCO 1	-8	69	-	-	-	-	-	-	-33	25	-20	47			
	RECÍPROCO 2	-	-	21	59	-16	77	-12	58	-2	65					
	MÉDIA	-8	69	21	59	-16	77	-23	42	-6	44					
BRS-232	RECÍPROCO 1	-	-	-	-	-4	81	-	-	-4	81					
	RECÍPROCO 2	-	-	-	-	-19	80	-	-	-19	80					
	MÉDIA	-	-	-	-	-12	81	-	-	-12	81					
Conquista	RECÍPROCO 1	38	59	-14	59	-9	89	-14	77	0	71					
	RECÍPROCO 2	-	-	-	-	-11	82	34	89	11	86					
	MÉDIA	38	59	-14	59	-10	86	10	83	6	72					
IAC-100	RECÍPROCO 1	13	74	20	69	20	81	65	91	30	79					
	RECÍPROCO 2	0	78	61	83	6	86	50	74	29	80					
	MÉDIA	7	76	41	76	13	84	57	83	29	80					
Pintado	RECÍPROCO 1	-41	77	0	83	-28	86	43	95	-6	85					
	RECÍPROCO 2	-8	73	-44	65	-	-	-	-	-26	69					
	MÉDIA	-24	75	-22	74	-28	86	43	95	-8	83					
MÉDIA GERAL RECÍPROCO 1		1	70	2	70	-5	84	15	72	3	74					
MÉDIA GERAL RECÍPROCO 2		-4	76	12	69	-10	81	24	74	6	75					
MÉDIA GERAL RECÍPROCOS		-1	72	7	70	-8	83	19	73	4	74					

- : Valor inexistente

Tabela 15 - Heterose (h) e herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) do caráter produtividade de grãos (PG), ao nível de planta individual F_2 , para os cruzamentos com e sem recíproco. Soja, progênies F_2 , ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 21/01/2007

P1	P2	Bing nan			Kinoshita			Orba			Shira Nuhi			MÉDIAS GERAIS		
		h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h (%)	h (%)	h_a^2 (%)	h_a^2 (%)
BRS-154	RECÍPROCO 1	-14	69	-	-	-	-	-	-	45	34	16	52			
	RECÍPROCO 2	-	-	34	12	10	66	190	57	78	45					
	MÉDIA	-14	69	34	12	10	66	117	46	37	48					
BRS-232	RECÍPROCO 1	-	-	-	-	25	83	-	-	25	83					
	RECÍPROCO 2	-	-	-	-	-6	72	-	-	-6	72					
	MÉDIA	-	-	-	-	9	78	-	-	9	78					
Conquista	RECÍPROCO 1	-39	79	10	56	-25	75	9	3	-11	53					
	RECÍPROCO 2	-	-	-	-	3	71	60	41	32	56					
	MÉDIA	-39	79	10	56	-11	73	35	22	-1	58					
IAC-100	RECÍPROCO 1	26	58	83	37	68	76	229	64	101	59					
	RECÍPROCO 2	21	77	177	63	28	78	193	72	105	73					
	MÉDIA	23	68	130	50	48	77	211	68	103	66					
Pintado	RECÍPROCO 1	-60	19	15	44	7	84	76	57	9	51					
	RECÍPROCO 2	31	1	3	12	-	-	-	-	17	7					
	MÉDIA	-14	10	9	28	7	84	76	57	19	45					
MÉDIA GERAL	RECÍPROCO 1	-22	56	36	46	19	80	90	40	31	55					
	RECÍPROCO 2	26	39	71	29	9	72	147	57	63	49					
	MÉDIA GERAL RECÍPROCOS	-6	51	54	37	14	76	114	47	44	53					

- : Valor inexistente

Tabela 17 - Comparação entre cruzamentos para reação à ferrugem (RF = Impact Duo & Opera - Derosal) e potencial produtivo (PP) em relação às médias da produtividade de grãos das progênes e recíprocos nos experimentos principais. Soja, progênes F_{3,2}, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Recíprocos	Conquista x Orba		IAC-100 x Kinoshita	
	RF = I – D (g m ⁻²)	PP (%)	RF = I – D (g m ⁻²)	PP (%)
Recíproco 1	68,39	89	47,10	108
Recíproco 2	59,93	87	8,26	107
Média	64,16	88	27,68	108
dR	8,46	2	38,84	1

Tabela 18 - Impact Duo & Opera: Mínimo (mín), máximo (máx), média e variância (var) dos caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agronômico (VA: notas de 1 a 5), acamamento (AC: notas de 1 a 5) e produtividade de grãos (PG), avaliados no experimento auxiliar. Soja, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Genótipos	NDM (dias)				APM (cm)				VA (notas)				AC (notas)				PG (g m ⁻²)			
	Mín	Máx	Média	Var	Mín	Máx	Média	Var	Mín	Máx	Média	Var	Mín	Máx	Média	Var	Mín	Máx	Média	Var
Genitores Exóticos	146	146	145	1,29	86	113	97	164,44	1,0	2,0	1,45	0,28	1	2	1,20	0,16	78,00	164,27	115,88	1943,58
	145	145	145	1,00	87	104	93	56,67	1,0	1,4	1,15	0,04	1	1	1,00	0,00	185,63	285,85	244,09	1824,87
	143	143	142	1,33	100	134	115	234,25	1,0	1,2	1,05	0,01	1	3	1,90	0,71	44,17	71,28	59,74	195,96
	141	141	140	1,26	69	76	72	8,92	1,2	2,0	1,50	0,12	1	1	1,00	0,00	99,24	147,34	118,17	420,95
	144	144	143	1,22	86	107	94	116,07	1,1	1,7	1,29	0,11	1	2	1,28	0,22	101,76	167,19	134,47	1096,34
Genitores Adaptados	133	133	133	0,01	65	89	75	104,25	1,0	1,6	1,30	0,07	1	1	1,10	0,04	169,27	366,13	283,84	6844,17
	134	134	133	0,16	66	79	73	28,67	1,0	2,8	1,90	0,87	1	1	1,00	0,00	140,78	305,40	239,31	5039,57
	144	144	143	0,12	87	106	95	64,92	1,8	2,2	2,05	0,04	1	1	1,10	0,04	243,67	434,22	347,22	6377,35
	133	133	133	0,05	78	90	86	29,52	1,0	1,8	1,31	0,12	1	2	1,35	0,33	102,45	209,55	161,70	2965,07
	145	145	145	0,00	100	110	106	22,92	1,0	1,5	1,19	0,06	1	2	1,75	0,25	162,69	390,18	266,25	8874,11
	138	138	138	0,07	79	95	87	50,05	1,2	2,0	1,55	0,23	1	2	1,26	0,13	163,77	341,10	259,66	6020,05
Adicionais	133	133	133	0,00	65	82	75	55,33	1,0	2,0	1,45	0,17	1	2	1,15	0,09	162,35	193,53	173,64	298,43
	135	135	134	1,28	77	86	81	15,00	1,0	1,2	1,05	0,01	1	1	1,30	0,04	165,73	330,41	236,91	4779,90
	135	135	134	1,00	69	81	74	27,00	1,2	1,8	1,45	0,06	1	2	1,35	0,17	119,98	162,66	143,76	319,43
	134	134	133	0,76	70	83	76	32,44	1,1	1,7	1,32	0,08	1	2	1,27	0,10	149,35	228,87	184,77	1799,25
Média Geral	138	139	138	0,63	79	96	87	67,66	1,1	1,8	1,40	0,153	1	2	1,27	0,15	139,50	255,07	199,21	3323,62

Tabela 19 - Derosal: Mínimo (mín), máximo (máx), média e variância (var) dos caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agrônômico (VA: notas de 1 a 5), acamamento (AC: notas de 1 a 5) e produtividade de grãos (PG), avaliados no experimento auxiliar. Soja, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Genótipos	NDM (dias)				APM (cm)				VA (notas)				AC (notas)				PG (g m ⁻²)			
	Min	Máx	Média	Var	Min	Máx	Média	Var	Min	Máx	Média	Var	Min	Máx	Média	Var	Min	Máx	Média	Var
Genitores Exóticos	145	145	142	3,96	83	105	95	133,56	1,0	1,8	1,20	0,16	1	4	1,75	2,25	71,12	105,41	88,31	293,96
	145	145	143	2,25	85	102	93	48,92	1,0	1,4	1,10	0,04	1	1	1,00	0,00	111,98	238,34	172,36	3820,31
	142	142	141	3,00	105	126	116	110,33	1,0	1,0	1,00	0,00	3	4	3,53	0,65	53,21	104,44	78,40	656,68
	140	140	136	6,76	70	82	76	44,25	1,0	1,4	1,25	0,04	1	2	1,35	0,22	138,41	220,57	175,40	1737,75
	143	143	141	3,99	86	104	95	84,27	1,0	1,4	1,14	0,06	1	3	1,91	0,78	93,68	167,19	128,62	1627,18
Genitores Adaptados	145	145	137	44,91	77	95	84	68,33	1,0	1,0	1,00	0,00	1	1	1,05	0,01	169,85	274,33	215,78	2656,57
	134	134	131	11,93	57	81	67	102,92	1,0	2,8	1,50	0,76	1	1	1,00	0,00	120,49	135,31	126,76	58,78
	140	140	137	6,92	92	98	95	6,67	1,0	2,0	1,25	0,25	1	2	1,20	0,16	110,32	218,99	152,51	2540,67
	140	140	136	14,83	95	99	98	3,58	1,0	2,0	1,45	0,28	1	2	1,55	0,12	105,08	304,22	209,71	9991,00
	142	142	141	2,25	104	120	112	43,67	1,0	1,8	1,20	0,16	1	2	1,25	0,25	112,91	206,22	161,32	1837,16
	140	140	136	16,17	85	99	91	45,03	1,0	1,9	1,28	0,29	1	2	1,21	0,11	123,73	227,81	173,12	3416,84
Adicionais	138	138	132	28,23	70	79	74	16,92	1,6	2,6	2,05	0,20	1	1	1,20	0,05	128,37	175,02	140,43	532,08
	143	143	137	30,95	69	86	80	60,92	1,8	2,4	2,05	0,06	1	2	1,25	0,25	144,78	336,33	230,87	9454,05
	136	136	132	20,43	80	89	84	15,10	1,0	2,5	1,75	0,42	1	2	1,75	0,21	43,86	141,25	86,76	2329,27
	139	139	133	26,54	73	85	79	30,98	1,5	2,5	1,95	0,23	1	2	1,40	0,17	105,67	217,53	152,69	4105,14
	141	141	137	14,70	82	97	89	54,60	1,1	1,9	1,40	0,20	1	2	1,49	0,35	109,20	205,04	152,69	2992,36

Tabela 20 – Controle (experimento sem a aplicação de fungicidas): Mínimo (mín), máximo (máx), média e variância (var) dos caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agronômico (VA: notas de 1 a 5), acamamento (AC: notas de 1 a 5) e produtividade de grãos (PG), avaliados no experimento auxiliar. Soja, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Genótipos		NDM (dias)			APM (cm)			VA (notas)			AC (notas)			PG (g m ⁻²)							
		Mín	Máx	Média	Var	Mín	Máx	Média	Var	Mín	Máx	Média	Var	Mín	Máx	Média	Var				
Genitores Exóticos	Bing nan	145	145	145	0,39	96	110	104	41,27	1,0	2,0	1,31	0,22	2	3	2,22	0,16	51,65	89,85	67,49	396,76
	Kinoshita	145	145	144	6,25	87	120	103	231,00	1,0	2,0	1,35	0,20	1	2	1,30	0,15	128,29	181,49	155,28	708,02
	Orba	150	150	142	46,92	113	134	124	73,43	1,0	1,0	1,00	0,00	3	3	3,06	0,02	82,14	159,24	115,08	1580,63
	Shira Nuhi	145	145	139	29,48	75	84	82	19,00	1,0	1,6	1,20	0,08	1	1	1,20	0,03	89,81	226,68	164,28	4616,25
Médias		146	146	142	20,76	93	112	103	91,17	1,0	1,7	1,22	0,13	2	2	1,94	0,09	87,97	164,32	125,53	1825,42
Genitores Adaptados	BRS-154	135	135	132	4,92	78	105	89	131,33	1,0	1,0	1,00	0,00	1	1	1,00	0,00	134,96	189,26	167,26	816,59
	BRS-232	134	134	131	7,66	74	86	81	24,33	1,0	2,2	1,50	0,36	1	1	1,10	0,01	126,21	148,92	135,26	93,43
	Conquista	140	140	138	5,33	95	108	102	28,25	1,0	1,0	1,00	0,00	1	2	1,15	0,09	107,18	169,88	138,75	982,97
	IAC-100	137	137	131	20,67	95	107	103	30,52	1,0	2,0	1,25	0,25	1	3	2,30	0,55	60,53	89,23	70,37	266,94
	Pintado	145	145	141	8,92	107	112	109	4,67	1,0	1,0	1,00	0,00	1	2	1,75	0,44	80,41	182,79	130,35	2934,00
Médias		138	138	135	9,50	90	104	97	43,82	1,0	1,4	1,15	0,12	1	2	1,46	0,22	101,86	156,02	128,40	1018,79
Adicionais	BR-16	130	130	128	5,33	68	85	75	60,92	1,0	1,0	1,00	0,00	1	2	1,15	0,09	56,49	91,32	76,35	321,17
	IAS-5	130	130	129	3,57	77	96	87	98,00	1,0	1,4	1,10	0,04	1	2	1,30	0,15	162,58	187,96	176,95	169,50
	OC-4	130	130	129	4,00	75	92	82	52,67	1,0	2,0	1,45	0,28	1	2	1,20	0,16	108,30	145,01	125,32	342,25
	Médias	130	130	129	4,30	73	91	81	70,53	1,0	1,5	1,18	0,11	1	2	1,22	0,13	109,12	141,43	126,21	277,64
Média Geral		139	139	136	11,95	87	103	95	66,28	1,0	1,5	1,18	0,12	1	2	1,56	0,15	99,05	155,14	126,89	1102,38

Tabela 21 - Reação à ferrugem (RF= Impact Duo & Opera - Derosal) e efeito das doenças de final de ciclo (RDFC = Derosal - Controle) sobre as médias de produtividade de grãos (PG) dos genitores e adicionais, nos experimentos auxiliares. Soja, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Testemunhas		RF = I - D	RDFC = D - C	Impact Duo & Opera	Derosal	Controle
		(g m ⁻²)	(g m ⁻²)	Média PG (g m ⁻²)		
Genitores Exóticos	Bing nan	27,57	20,82	115,88	88,31	67,49
	Kinoshita	71,73	17,08	244,09	172,36	155,28
	Orba	-18,65	-36,68	59,74	78,40	115,08
	ShiraNuhi	-57,23	11,13	118,17	175,40	164,28
	Médias	5,85	3,09	134,47	128,62	125,53
Genitores Adaptados	BRS-154	68,07	48,52	283,84	215,32	167,26
	BRS-232	112,55	-8,5	239,31	126,76	135,26
	Conquista	194,71	13,75	347,22	152,51	138,75
	IAC-100	-48,01	139,34	161,70	209,71	70,37
	Pintado	104,93	30,97	266,25	161,32	130,35
	Médias	86,45	44,82	259,66	173,22	128,40
Adicionais	BR-16	33,22	64,08	173,64	140,43	76,35
	IAS-5	6,03	53,92	236,91	230,87	176,95
	OC-4	57,00	-38,56	143,76	86,76	125,32
	Médias	32,08	26,48	184,77	152,69	126,21

Tabela 22 - Derosal: Mínimo (mín), máximo (máx), média e variância (var) dos cruzamentos Conquista x Orba e IAC-100 x Kinoshita, de seus recíprocos e genitores, para as cinco avaliações de severidade (S1, S2, S3, S4 e S5: notas de 1 a 7) da ferrugem asiática, realizadas no experimento principal. Soja, progênies F_{3,2}, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Recíprocos e genitores	S1 (notas)					S2 (notas)					S3 (notas)					S4 (notas)					S5 (notas)				
	Mín	Máx	Média	Var		Mín	Máx	Média	Var		Mín	Máx	Média	Var		Mín	Máx	Média	Var		Mín	Máx	Média	Var	
Recíproco 1	1	2	1,09	0,08	1	2	1,21	0,16	1	7	3,40	2,60	1	7	4,38	2,58	5	7	6,15	0,33					
Recíproco 2	1	2	1,06	0,06	1	4	1,27	0,35	1	7	3,40	2,85	2	7	4,25	2,67	4	7	6,08	0,32					
Genitores	1	1	1,00	0,00	1	2	1,28	0,21	4	7	6,00	1,14	4	7	6,63	1,13	7	7	7,00	0,00					
Orba	1	1	1,00	0,00	1	2	1,25	0,21	2	5	2,88	1,27	2	5	3,63	1,13	6	7	6,13	0,13					
Médias	1	2	1,04	0,04	1	3	1,25	0,23	2	7	3,92	1,97	2	7	4,72	1,88	6	7	6,34	0,20					
Recíproco 1	1	1	1,00	0,00	1	3	1,07	0,09	1	7	1,92	1,47	1	7	3,08	2,04	2	7	5,03	1,85					
Recíproco 2	1	1	1,00	0,00	1	2	1,03	0,03	1	7	1,69	0,98	1	7	2,79	1,28	2	7	4,79	1,44					
Genitores	1	1	1,00	0,00	1	1	1,03	0,01	1	2	1,55	0,36	2	5	2,93	1,19	4	6	5,25	1,07					
Kinoshita	1	1	1,00	0,00	1	1	1,03	0,01	1	3	1,75	0,50	1	5	2,88	1,55	3	6	4,13	1,27					
Médias	1	1	1,00	0,00	1	2	1,04	0,04	1	5	1,73	0,83	1	6	2,92	1,52	3	7	4,80	1,41					

Tabela 23 - Derosal: Mínimo (mín), máximo (máx), média e variância (var) das cinco avaliações de severidade (S1, S2, S3, S4 e S5: notas de 1 a 7) da ferrugem asiática, para os genitores e adicionais, realizadas no experimento auxiliar. Soja, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Genótipos	S1 (notas)					S2 (notas)					S3 (notas)					S4 (notas)					S5 (notas)				
	Mín	Máx	Média	Var		Mín	Máx	Média	Var		Mín	Máx	Média	Var		Mín	Máx	Média	Var		Mín	Máx	Média	Var	
Genitores Exóticos	1	1	1,00	0,00		1	2	1,25	0,25		1	4	2,50	1,67		4	5	4,75	0,25		5	6	5,50	0,33	
	1	1	1,00	0,00		1	2	1,50	0,33		2	3	2,25	0,25		3	4	3,75	0,25		6	6	6,00	0,00	
	1	1	1,00	0,00		2	2	2,00	0,00		2	2	2,00	0,00		3	6	4,25	1,58		4	6	5,50	1,00	
	1	1	1,00	0,00		1	3	1,75	0,92		2	5	2,75	2,25		2	6	4,75	3,58		5	6	5,75	0,25	
	1	1	1,00	0,00		1	2	1,63	0,38		2	4	2,38	1,04		3	5	4,38	1,42		5	6	5,69	0,40	
Genitores Adaptados	1	1	1,00	0,00		2	6	3,75	2,92		7	7	7,00	0,00		7	7	7,00	0,00		7	7	7,00	0,00	
	1	1	1,00	0,00		2	6	4,25	2,92		6	7	6,50	0,33		6	7	6,75	0,25		7	7	7,00	0,00	
	1	1	1,00	0,00		1	6	3,60	5,31		6	7	6,50	0,33		6	7	6,75	0,25		7	7	7,00	0,00	
	1	1	1,00	0,00		1	5	3,00	3,33		2	7	5,25	4,92		6	7	6,50	0,33		6	7	6,50	0,33	
	1	1	1,00	0,00		2	5	4,00	2,00		5	7	6,00	0,67		6	7	6,50	0,33		6	7	6,75	0,25	
Adicionais	1	1	1,00	0,00		2	6	3,72	3,29		5	7	6,25	1,25		6	7	6,70	0,23		7	7	6,85	0,12	
	1	1	1,00	0,00		2	6	4,00	3,33		5	7	6,25	0,92		7	7	7,00	0,00		7	7	7,00	0,00	
	1	1	1,00	0,00		2	6	4,05	5,08		6	7	6,75	0,25		7	7	7,00	0,00		7	7	7,00	0,00	
	1	1	1,00	0,00		1	5	3,75	3,58		6	7	6,75	0,25		7	7	7,00	0,00		7	7	7,00	0,00	
	1	1	1,00	0,00		2	6	3,93	4,00		6	7	6,58	0,47		7	7	7,00	0,00		7	7	7,00	0,00	
Média Geral	1	1	1,00	0,00		2	5	3,08	2,50		4	6	5,04	0,99		5	6	6,00	0,57		6	7	6,50	0,18	

Tabela 24 – Controle (experimento sem a aplicação de fungicidas): Mínimo (mín), máximo (máx), média e variância (var) das cinco avaliações de severidade (S1, S2, S3, S4 e S5: notas de 1 a 7) da ferrugem asiática, para os genitores e adicionais, realizadas no experimento auxiliar. Soja, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Genótipos	S1 (notas)					S2 (notas)					S3 (notas)					S4 (notas)					S5 (notas)				
	Min	Máx	Média	Var		Min	Máx	Média	Var		Min	Máx	Média	Var		Min	Máx	Média	Var		Min	Máx	Média	Var	
	1	2	1,85	0,36	1	3	2,05	0,81	3	6	4,75	1,58	6	6	6,00	0,00	6	6	6,00	0,00	6	6	6,00	0,00	
Genitores Exóticos																									
Bing nan	1	3	1,75	0,92	2	4	2,55	1,00	5	6	5,75	0,25	6	7	6,25	0,25	6	7	6,50	0,33					
Kinoshita	1	2	1,50	0,33	1	2	1,50	0,33	4	6	4,75	0,92	5	6	5,75	0,25	5	6	5,75	0,25					
Orba	1	2	1,75	0,25	1	4	2,25	1,58	5	6	5,75	0,25	6	6	6,00	0,00	6	7	6,25	0,25					
Shira Nuhi																									
Médias	1	2	1,71	0,46	1	3	2,09	0,93	4	6	5,25	0,75	6	6	6,00	0,13	6	7	6,13	0,21					
Genitores Adaptados																									
BRS-154	2	4	2,40	0,64	6	6	6,00	0,00	7	7	6,90	0,04	7	7	6,90	0,04	7	7	6,90	0,04					
BRS-232	1	2	1,60	0,24	3	6	5,20	2,56	6	7	6,55	0,20	6	7	6,80	0,08	6	7	6,80	0,08					
Conquista	2	3	2,40	0,24	6	6	6,00	0,00	6	7	6,75	0,25	6	7	6,75	0,25	6	7	6,75	0,25					
IAC-100	1	4	2,70	1,56	2	6	4,50	3,67	6	7	6,70	0,23	7	7	6,95	0,01	7	7	6,95	0,01					
Pintado	1	3	2,00	0,67	5	6	5,75	0,25	6	7	6,50	0,33	6	7	6,50	0,33	6	7	6,50	0,33					
Médias	1	3	2,22	0,67	4	6	5,49	1,30	6	7	6,68	0,21	6	7	6,78	0,14	6	7	6,78	0,14					
Adicionais																									
BR-16	1	2	1,85	0,36	6	6	6,00	0,00	7	7	7,00	0,00	7	7	7,00	0,00	7	7	7,00	0,00					
IAS-5	1	2	1,70	0,39	2	6	4,75	3,58	6	7	6,75	0,25	7	7	7,00	0,00	7	7	7,00	0,00					
OC-4	1	2	1,60	0,24	2	6	3,90	3,59	5	7	6,25	0,92	7	7	7,00	0,00	7	7	7,00	0,00					
Médias	1	2	1,72	0,33	3	6	4,88	2,39	6	7	6,67	0,39	7	7	7,00	0,00	7	7	7,00	0,00					
Média Geral	1	3	1,93	0,52	3	5	4,20	1,45	6	7	6,20	0,44	6	7	6,58	0,10	6	7	6,62	0,13					

Tabela 25 - Impact Duo & Opera: Resumo da análise de variância individual para os caracteres avaliados do cruzamento Conquista x Orba no experimento principal. Soja, progênies F_{3,2}, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios				
		NDM (dias)	APM (cm)	VA ^t (notas)	AC ^t (notas)	PG ^t (g m ⁻²)
Repetições	1	16,82 ns	85,03 ns	2,261 **	0,014 ns	5,94 ns
Genótipos	81	37,56 **	703,78 **	0,058 ns	0,106 ns	14,50 *
Parcelas de Progênies (PR)	79	38,47 **	701,17 **	0,059 ns	0,106 **	14,11 **
Progênies	39	54,26 **	907,95 **	0,084 *	0,149 **	9,84 ns
Recíprocos/Progênies	40	22,24 **	479,04 **	0,037 ns	0,062 ns	18,80 **
Parcelas de Genitores (GE)	1	0,29 ns	1492,66 **	0,014 ns	0,156 ns	51,37 *
PR vs GE	1	2,07 ns	106,10 ns	0,008 ns	0,044 ns	10,18 ns
Resíduo	81	4,60	204,11	0,047	0,074	9,10
CV (%)		1,49	11,78	15,85	17,83	22,49
Média dos dados transformados		143,99	121,29	1,36	1,53	13,42

ns, *, ** : não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

^t : Dados transformados para $(x + 0,5)^{0,5}$.

Tabela 26 - Impact Duo & Opera: Comparações entre as médias* do caráter produtividade de grãos (PG) nas progênie e genitores do cruzamento Conquista x Orba no experimento principal. Soja, progênie F_{3,2}, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Progênie	Recíproco 1	Média PG (g. m ⁻²)	Recíproco 2	Média PG (g m ⁻²)
1	221-625-03	275,68 a	221-618-02	166,47 b
2	221-317-07	143,98 b	221-325-09	307,59 a
3	221-207-03	192,81 a	221-211-02	77,13 b
4	221-317-08	139,40 b	221-325-12	213,47 a
5	221-207-01	169,86 b	221-125-12	115,82 b
6	221-207-10	202,04 a	221-325-07	76,32 b
7	221-207-12	282,02 a	221-211-08	182,52 b
8	221-107-08	253,38 a	221-325-01	127,93 b
9	221-207-08	239,02 a	221-125-06	234,34 a
10	221-317-01	186,70 b	221-211-05	66,24 b
11	221-534-11	298,53 a	221-325-02	238,63 a
12	221-107-11	113,03 b	221-514-10	101,45 b
13	221-317-09	130,64 b	221-125-11	236,16 a
14	221-317-11	248,15 a	221-404-01	202,28 a
15	221-207-06	154,52 b	221-404-02	337,92 a
16	221-405-04	54,84 b	221-211-03	111,01 b
17	221-107-06	340,12 a	221-514-04	245,65 a
18	221-625-09	269,98 a	221-125-05	193,88 b
19	221-107-04	160,64 b	221-618-09	107,03 b
20	221-317-06	256,85 a	221-125-04	134,51 b
21	221-317-03	202,95 a	221-325-05	210,37 a
22	221-625-01	176,44 b	221-618-01	224,75 a
23	221-625-06	171,37 b	221-618-05	245,41 a
24	221-207-09	245,64 a	221-211-07	164,35 b
25	221-625-04	281,41 a	221-618-03	208,95 a
26	221-534-10	118,10 b	221-514-09	298,43 a
27	221-207-02	92,41 b	221-211-01	153,15 b
28	221-207-11	142,81 b	221-211-11	294,29 a
29	221-107-10	129,34 b	221-125-09	143,94 b
30	221-534-12	111,97 b	221-514-12	340,21 a
31	221-317-05	87,10 b	221-325-06	168,78 b
32	221-625-08	228,17 a	221-618-08	298,92 a
33	221-534-09	171,67 b	221-514-08	101,81 b
34	221-317-02	116,41 b	221-325-03	202,16 a
35	221-107-03	130,08 b	221-125-01	119,94 b
36	221-405-02	245,89 a	221-514-01	120,61 b
37	221-405-03	81,89 b	221-514-03	240,78 a
38	221-107-09	302,15 a	221-125-07	114,67 b
39	221-207-07	210,02 a	221-211-04	116,93 b
40	221-405-01	270,70 a	221-404-05	93,64 b
	Médias	193,77	Médias	186,62
Genitores:				
	Conquista	342,37 a		
	Orba	127,74 b		
	Médias	171,62		

*: Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 27 - Derosal: Resumo da análise de variância individual para os caracteres avaliados do cruzamento Conquista x Orba no experimento principal. Soja, progênie F_{3;2}, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/1/2007

Fontes de Variação		G.L.	Quadrados Médios																			
			NDM (dias)	APM (cm)	VA ^t (notas)	AC ^t (notas)	PG ^t (g m ⁻²)	S1 ^t (notas)	S2 ^t (notas)	S3 ^t (notas)	S4 ^t (notas)	S5 ^t (notas)										
Repetições		1	7,24	ns	191,27	ns	2 ⁻³	ns	0,01	ns	0,72	ns	0,11	**	0,80	**	7,92	**	5,38	**	0,23	**
Genótipos		81	23,12	ns	267,20	ns	0,01	ns	0,09	**	14,07	**	0,01	ns	0,02	ns	0,14	ns	0,13	*	0,01	ns
Parcelas de Progenies (PR)		79	23,51	ns	273,57	ns	0,01	ns	0,09	*	14,21	**	0,01	ns	0,02	ns	0,14	*	0,12	ns	0,01	ns
Progenies		39	24,17	ns	370,15	*	0,01	ns	0,10	*	12,83	**	0,01	ns	0,03	*	0,22	**	0,20	**	0,01	ns
Recíprocos/Progenies		40	22,87	ns	179,41	ns	0,01	ns	0,08	ns	15,76	**	0,01	ns	0,02	ns	0,06	ns	0,05	ns	0,01	ns
Parcelas de Genitores (GE)		1	1,99	ns	24,06	ns	1 ⁻⁴	ns	0,48	**	13,18	ns	3,59 ³⁶	ns	3 ⁻⁵	ns	0,51	*	0,41	*	0,03	ns
PR vs GE		1	12,95	ns	6,39	ns	0,01	ns	3 ⁻³	ns	4,06	ns	3 ⁻³	ns	1 ⁻³	ns	0,27	ns	0,14	ns	0,03	ns
Resíduo		81	20,56		234,03		0,01		0,06		6,41		0,01		0,02		0,10		0,09		0,01	
CV (%)			3,22		17,63		6,64		14,93		23,43		7,16		11,77		16,30		13,69		3,89	
Média dos dados transformados			139,95		86,77		1,27		1,58		10,80		1,25		1,31		1,94		2,17		2,57	

ns, *, ** : não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.
t : Dados transformados para $(x + 0,5)^{0,5}$.

Tabela 28 - Derosal: Comparações entre as médias* das avaliações de severidade da ferrugem asiática (S2, S3, S4 e S5: notas de 1 a 7) e produtividade de grãos (PG) nas progênies e genitores do cruzamento Conquista x Orba no experimento principal. Soja, progênies F_{3,2}, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

(continua)

Progénie	Recíproco 1	Média S2 (notas)	Média S3 (notas)	Média ajustada			Recíproco 2	Média S2 (notas)	Média S3 (notas)	Média ajustada		
				S4 (notas)	Média PG (g m ⁻²)	(notas)				S4 (notas)	Média PG (g m ⁻²)	(notas)
1	221-625-03	1,30 a	4,00 a	5,13 a	95,98 b		221-618-02	1,50 a	4,00 a	4,63 a	91,63 b	
2	221-317-07	1,50 a	3,50 a	4,13 a	86,19 b		221-325-09	1,00 b	4,50 a	4,63 a	107,88 b	
3	221-207-03	1,00 a	4,50 a	4,88 a	56,62 b		221-211-02	1,50 a	6,00 a	6,88 a	106,80 b	
4	221-317-08	2,00 a	4,00 a	4,38 a	62,47 b		221-325-12	1,00 b	2,00 b	2,38 a	78,97 b	
5	221-207-01	1,50 a	4,50 a	4,63 a	88,80 b		221-125-12	2,00 a	4,00 a	5,13 a	40,58 b	
6	221-207-10	1,50 a	5,50 a	5,63 a	132,83 a		221-325-07	1,00 b	4,00 a	4,63 a	149,80 a	
7	221-207-12	1,50 a	3,50 a	4,63 a	242,21 a		221-211-08	1,50 a	5,00 a	5,13 a	118,73 a	
8	221-107-08	1,00 a	2,00 a	3,38 a	156,45 a		221-325-01	1,00 b	3,50 a	4,13 a	139,53 a	
9	221-207-08	1,50 a	4,00 a	5,13 a	200,00 a		221-125-06	1,00 b	4,00 a	5,88 a	65,93 b	
10	221-317-01	1,00 a	4,00 a	3,62 a	123,49 a		221-211-05	2,00 a	4,00 a	4,13 a	36,52 b	
11	221-534-11	1,00 a	1,50 a	3,63 a	166,80 a		221-325-02	1,00 b	2,00 b	3,12 a	206,39 a	
12	221-107-11	1,00 a	3,50 a	2,87 a	161,59 a		221-514-10	1,00 b	2,00 b	3,13 a	197,99 a	
13	221-317-09	1,00 a	2,50 a	4,38 a	84,34 b		221-125-11	1,10 b	3,00 b	4,37 a	107,55 b	
14	221-317-11	1,50 a	4,00 a	5,38 a	145,04 a		221-404-01	1,00 b	2,00 b	2,88 a	129,30 a	
15	221-207-06	1,00 a	3,50 a	6,63 a	205,19 a		221-404-02	1,50 a	4,50 a	4,88 a	220,07 a	
16	221-405-04	1,50 a	2,50 a	3,38 a	155,46 a		221-211-03	1,50 a	4,00 a	6,13 a	159,98 a	
17	221-107-06	1,50 a	4,00 a	4,88 a	191,56 a		221-514-04	1,00 b	2,50 b	2,38 a	177,83 a	
18	221-625-09	1,00 a	2,50 a	3,38 a	226,16 a		221-125-05	1,50 a	3,50 a	3,88 a	93,27 b	
19	221-107-04	1,00 a	3,00 a	3,38 a	196,51 a		221-618-09	1,00 b	2,50 b	3,88 a	75,16 b	
20	221-317-06	1,00 a	4,00 a	5,63 a	137,39 a		221-125-04	1,50 a	3,50 a	3,38 a	80,17 b	
21	221-317-03	1,00 a	3,50 a	4,87 a	128,99 a		221-325-05	2,00 a	4,50 a	4,87 a	228,37 a	
22	221-625-01	1,50 a	3,50 a	4,12 a	129,15 a		221-618-01	1,00 b	3,50 a	3,62 a	195,28 a	
23	221-625-06	1,00 a	4,50 a	5,13 a	17,31 b		221-618-05	1,00 b	2,50 b	6,13 a	122,81 a	

(conclusão)

Progênie	Recíproco 1	Média ajustada				Recíproco 2	Média ajustada				Média PG (g m ⁻²)
		Média S2 (notas)	Média S3 (notas)	Média S4 (notas)	Média PG (g m ⁻²)		Média S2 (notas)	Média S3 (notas)	Média S4 (notas)	Média PG (g m ⁻²)	
24	221-207-09	1,00 a	3,50 a	4,38 a	76,25 b	221-211-07	1,00 b	4,00 a	4,38 a	52,40 b	
25	221-625-04	1,00 a	2,00 a	3,88 a	222,04 a	221-618-03	1,00 b	4,50 a	5,38 a	81,61 b	
26	221-534-10	1,00 a	2,50 a	3,08 a	42,14 b	221-514-09	1,00 b	2,00 b	3,38 a	190,22 a	
27	221-207-02	1,50 a	3,50 a	5,88 a	67,69 b	221-211-01	1,00 b	4,50 a	5,88 a	138,86 a	
28	221-207-11	1,00 a	6,00 a	5,88 a	108,28 b	221-211-11	1,50 a	5,50 a	5,38 a	76,55 b	
29	221-107-10	1,00 a	3,00 a	5,12 a	144,75 a	221-125-09	1,00 b	2,00 b	2,62 a	167,27 a	
30	221-534-12	1,10 a	2,00 a	4,88 a	61,78 b	221-514-12	1,10 b	3,00 b	4,88 a	297,99 a	
31	221-317-05	1,00 a	2,00 a	3,13 a	117,90 a	221-325-06	1,50 a	1,50 b	2,63 a	181,52 a	
32	221-625-08	1,50 a	4,50 a	3,87 a	179,51 a	221-618-08	1,50 a	4,00 a	3,87 a	102,14 b	
33	221-534-09	1,00 a	4,00 a	4,38 a	74,54 b	221-514-08	1,00 b	3,50 a	3,88 a	116,92 a	
34	221-317-02	1,00 a	2,00 a	5,63 a	59,50 b	221-325-03	1,00 b	2,50 b	5,13 a	77,03 b	
35	221-107-03	1,50 a	4,00 a	3,88 a	82,06 b	221-125-01	1,10 b	4,50 a	4,88 a	55,89 b	
36	221-405-02	1,00 a	4,00 a	4,63 a	187,22 a	221-514-01	1,00 b	3,00 b	3,63 a	113,06 b	
37	221-405-03	1,00 a	3,00 a	4,63 a	33,46 b	221-514-03	1,50 a	2,50 b	4,13 a	240,36 a	
38	221-107-09	1,50 a	3,00 a	4,13 a	132,71 a	221-125-07	2,50 a	3,50 b	4,13 a	36,79 b	
39	221-207-07	1,40 a	3,00 a	3,38 a	106,12 b	221-211-04	1,50 a	2,00 b	3,38 a	82,52 b	
40	221-405-01	1,00 a	2,00 a	1,37 a	129,01 a	221-404-05	1,00 b	2,50 b	2,37 a	34,97 b	
	Médias	1,21	3,40	4,38	125,38	Médias	1,27	3,40	4,25	126,69	
Genitores											
	Conquista	1,28 b	6,00 a	6,63 a	183,30 a						
	Orba	1,25 b	2,88 b	3,63 a	97,23 b						
	Médias	1,27	4,44	5,13	140,27						

*: Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 29 - Impact Duo & Opera: Resumo da análise de variância individual para os caracteres avaliados do cruzamento IAC-100 x Kinoshita no experimento principal. Soja, progêneses F_{3:2}, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios				
		NDM (dias)	APM (cm)	VA ^t (notas)	AC ^t (notas)	PG ^t (g m ⁻²)
Repetições	1	154,31 **	318,67 ns	0,164 *	0,026 ns	6,69 ns
Genótipos	81	10,27 ns	410,06 ns	0,030 ns	0,015 ns	9,50 ns
Parcelas de Progêneses (PR)	79	10,46 *	404,72 ns	0,030 ns	0,015 ns	9,65 ns
Progêneses	39	16,28 **	385,53 ns	0,043 ns	0,016 ns	7,52 ns
Recíprocos/Progêneses	40	4,79 ns	423,42 ns	0,018 ns	0,014 ns	11,73 ns
Parcelas de Genitores (GE)	1	0,52 ns	698,81 ns	2 ⁻⁵ ns	3 ⁻⁶ ns	5,80 ns
PR vs GE	1	4,95 ns	543,24 ns	0,005 ns	1 ⁻⁵ ns	1,38 ns
Resíduo	81	7,19	348,63	0,027	0,046	10,14
CV (%)		1,91	15,24	12,00	10,89	23,09
Média dos dados transformados		140,24	122,51	1,37	1,29	13,79

ns, * ** : não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

^t : Dados transformados para $(x + 0,5)^{0,5}$.

Tabela 30 - Derosal: Resumo da análise de variância individual para os caracteres avaliados do cruzamento IAC-100 x Kinoshita no experimento principal. Soja, progênies F_{3,2}, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios																	
		NDM (dias)	APM (cm)	VA ^t (notas)	AC ^t (notas)	PG ^t (g m ⁻²)	S2 ^t (notas)	S3 ^t (notas)	S4 ^t (notas)	S5 ^t (notas)									
Repetições	1	13,34	ns	100,39	ns	0,27 *	0,02	ns	3,26	ns	0,01	ns	0,13	ns	1 ⁻³	ns	0,23	ns	
Genótipos	81	14,21	ns	232,52	ns	0,04	ns	0,05	ns	8,81	ns	0,01	ns	0,10	ns	0,16	ns	0,08	ns
Parcelas de Progenies (PR)	79	14,44	ns	238,39	ns	0,04	ns	0,05	**	9,01	ns	0,01	ns	0,10	ns	0,17	ns	0,09	ns
Progenies	39	9,19	ns	203,94	ns	0,05	ns	0,04	ns	7,60	ns	0,01	ns	0,12	ns	0,26 *	0,10	ns	ns
Reciprocals/Progenies	40	19,57 *		271,98	ns	0,02	ns	0,05 *		10,37	ns	0,01	ns	0,07	ns	0,07	ns	0,07	ns
Parcelas de Genitores (GE)	1	2,50	ns	0,61	ns	0,01	ns	3 ⁻³	ns	0,37	ns	1 ⁻³⁵	ns	4 ⁻³	ns	2 ⁻⁴	ns	0,06	ns
PR vs GE	1	7,50	ns	0,19	**	0,02	ns	0,01	ns	1,44	ns	2 ⁻⁴	ns	3 ⁻³	ns	4 ⁻³	ns	0,01	ns
Residuo	81	12,54		206,98		0,05		0,03		8,58		0,01		0,10		0,15		0,07	
CV (%)		2,54		16,29		15,98		13,71		22,83		6,65		20,90		21,21		11,62	
Média dos dados transformados		139,61		88,30		1,34		1,35		12,82		1,24		1,48		1,81		2,31	

ns, * ** : não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

^t : Dados transformados para $(x + 0,5)^{0,5}$.

Tabela 31 - Derosal: Comparações entre as médias* da 4ª avaliação de severidade da ferrugem asiática (S4: notas de 1 a 7) nas progênie e genitores do cruzamento IAC-100 x Kinoshita no experimento principal. Soja, progênie F_{3;21}, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Média ajustada S4			Média ajustada S4		
Progênie	Recíproco 1	(notas)	Recíproco 2	(notas)	
1	221-605-01	0,90 a	221-626-07	1,40 a	
2	221-410-05	5,90 a	221-431-08	3,40 a	
3	221-203-07	2,15 a	221-219-02	3,65 a	
4	221-410-06	2,90 a	221-431-12	1,40 a	
5	221-203-04	4,55 a	221-121-12	3,05 a	
6	221-410-04	2,65 a	221-431-06	2,15 a	
7	221-502-02	3,15 a	221-219-10	2,65 a	
8	221-328-03	3,90 a	221-308-07	3,40 a	
9	221-328-01	3,15 a	221-121-08	4,40 a	
10	221-132-05	3,90 a	221-219-08	4,55 a	
11	221-203-10	3,05 a	221-308-08	4,15 a	
12	221-328-05	3,65 a	221-525-12	2,25 a	
13	221-502-07	1,65 a	221-121-11	2,80 a	
14	221-203-03	1,80 a	221-525-01	2,15 a	
15	221-410-07	2,15 a	221-525-03	3,55 a	
16	221-410-08	4,05 a	221-219-03	2,30 a	
17	221-203-08	4,30 a	221-525-09	3,15 a	
18	221-605-02	3,15 a	221-121-07	2,15 a	
19	221-132-03	2,15 a	221-626-12	2,15 a	
20	221-605-10	3,15 a	221-626-11	1,65 a	
21	221-132-06	4,90 a	221-121-06	1,80 a	
22	221-132-02	1,80 a	221-308-12	3,55 a	
23	221-328-07	4,05 a	221-626-10	0,90 a	
24	221-502-10	2,40 a	221-219-09	3,15 a	
25	221-605-07	2,40 a	221-626-08	2,15 a	
26	221-203-11	3,65 a	221-626-04	3,90 a	
27	221-502-06	2,90 a	221-525-11	3,40 a	
28	221-203-05	2,40 a	221-219-01	2,90 a	
29	221-328-02	5,40 a	221-308-02	3,90 a	
30	221-203-02	3,05 a	221-121-10	3,05 a	
31	221-502-08	2,15 a	221-626-02	2,15 a	
32	221-410-01	3,05 a	221-431-05	2,55 a	
33	221-605-08	3,65 a	221-525-10	1,65 a	
34	221-502-04	1,65 a	221-308-10	1,40 a	
35	221-328-06	1,40 a	221-121-02	5,40 a	
36	221-132-01	3,40 a	221-525-07	3,90 a	
37	221-410-12	3,90 a	221-525-08	1,80 a	
38	221-502-01	2,80 a	221-121-09	3,40 a	
39	221-203-09	2,15 a	221-219-07	1,65 a	
40	221-410-09	3,65 a	221-525-04	2,65 a	
	Médias	3,08	Médias	2,79	
	Genitores				
	IAC-100	2,93 a			
	Kinoshita	2,88 a			
	Médias	2,91			

*: Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade

Tabela 32 – Resumo da análise de variância conjunta para os caracteres avaliados do cruzamento Conquista x Orba nos experimentos principais.
Soja, Progenies F_{3,2}, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Fontes de Variação		G.L.	Quadrados Médios																				
			NDM (dias)	APM (cm)	VA ^t (notas)	AC ^t (notas)	PG ^t (g m ⁻²)	S1 ^t (notas)	S2 ^t (notas)	S3 ^t (notas)	S4 ^t (notas)	S5 ^t (notas)											
Repetições/Fungicida			2	12,03	ns	138,15	ns	1,13	**	0,01	ns	3,33	ns	0,06	**	0,40	**	3,96	**	2,69	**	0,11	**
Fungicidas (F)			1	1245,13	**	92858,76	**	0,66	**	0,21	ns	509,42	**	0,06	**	0,57	**	41,77	**	72,79	**	148,71	**
Genótipos (G)			81	31,26	**	537,94	**	0,03	ns	0,11	**	20,83	**	4 ⁻³	ns	0,01	ns	0,07	*	0,06	*	0,01	ns
Parcelas de Progenies (PR)			79	32,39	**	529,64	**	0,03	ns	0,11	**	20,60	**	4 ⁻³	ns	0,01	ns	0,07	**	0,06	**	0,01	ns
Progenies			39	38,75	**	659,71	**	0,05	**	0,15	**	13,47	**	0,01	**	0,01	ns	0,11	**	0,10	**	0,01	ns
Recíprocos/Progenies			40	25,76	**	433,26	**	0,02	ns	0,07	ns	28,22	**	2 ⁻³	ns	0,01	ns	0,03	ns	0,03	ns	0,01	ns
Parcelas de Genitores (GE)			1	0,38	ns	568,86	ns	0,01	ns	0,59	**	58,30	**	1,21 ⁻³⁶	ns	1 ⁻⁵	ns	0,25	*	0,20	*	0,01	ns
PR vs GE			1	12,82	ns	80,71	ns	6,21 ⁻⁶	ns	0,01	ns	13,27	ns	1 ⁻³	ns	1 ⁻³	ns	0,13	ns	0,07	ns	0,01	ns
F x G			81	28,92	**	446,18	**	0,03	ns	0,08	ns	7,61	ns	4 ⁻³	ns	0,01	ns	0,07	*	0,06	*	0,01	ns
F x PR			79	29,60	**	445,04	**	0,03	ns	0,09	**	7,72	ns	4 ⁻³	ns	0,01	ns	0,07	**	0,06	**	0,01	ns
F x GE			1	1,89	ns	947,87	**	0,01	ns	0,04	ns	6,26	ns	-	-	1 ⁻⁵	ns	0,25	*	0,20	*	0,01	ns
F x (PR vs GE)			1	2,27	ns	29,26	ns	0,01	ns	0,04	ns	0,62	ns	1 ⁻³	ns	1 ⁻³	ns	0,13	ns	0,07	ns	0,01	ns
Resíduo Médio			162	12,68		219,55		0,03		0,06		7,71		4 ⁻³		0,01		0,05		0,04		0,01	
CV (%)				2,51		14,28		12,32		16,37		22,97		5,12		8,60		14,13		12,37		3,73	
Média dos dados transformados				141,94		103,76		1,31		1,55		12,09		1,24		1,27		1,58		1,70		1,90	

ns, * ** : não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

t : Dados transformados para $(x + 0,5)^{0,5}$.

- : Não houve diferença.

Tabela 33 - Resumo da análise de variância conjunta para os caracteres avaliados do cruzamento IAC-100 x Kinoshita nos experimentos principais. Soja, progênies F_{3,2}, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios								
		NDM (dias)	APM (cm)	VA ¹ (notas)	AC ¹ (notas)	PG ¹ (g m ⁻²)	S2 ¹ (notas)	S3 ¹ (notas)	S4 ¹ (notas)	S5 ¹ (notas)
Repetições/Fungicida	2	83,83 **	209,53 ns	0,22 **	0,02 ns	4,98 ns	2 ³ ns	0,06 ns	5 ⁴ ns	0,12 *
Fungicidas (F)	1	32,42 ns	95998,05 **	0,08 ns	0,29 **	76,78 **	0,02 *	5,53 **	28,16 **	96,20 **
Genótipos (G)	81	13,08 ns	315,07 ns	0,03 ns	0,03 ns	9,40 ns	3 ³ ns	0,05 ns	0,08 ns	0,04 ns
Parcelas de Progenies (PR)	79	13,22 **	315,57 ns	0,03 ns	0,03 ns	9,58 ns	3 ³ ns	0,05 ns	0,08 **	0,04 ns
Progenies	39	13,41 *	289,87 ns	0,04 ns	0,03 ns	8,32 ns	3 ³ ns	0,06 ns	0,13 ns	0,05 ns
Reciprocals/Progenies	40	13,04 ns	340,62 ns	0,02 ns	0,03 ns	10,81 ns	3 ³ ns	0,04 ns	0,04 ns	0,04 ns
Parcelas de Genitores (GE)	1	2,66 ns	329,09 ns	0,01 ns	2 ³ ns	4,56 ns	7 ³⁶ ns	2 ³ ns	1 ⁴ ns	0,03 ns
PR vs GE	1	12,33 ns	261,46 ns	2 ³ ns	3 ³ ns	3 ⁴ ns	1 ⁴ ns	1 ³ ns	2 ³ ns	2 ³ ns
F x G	81	11,40 ns	327,51 ns	0,03 ns	0,03 ns	8,91 ns	3 ³ ns	0,05 ns	0,08 ns	0,04 ns
F x PR	79	11,68 ns	327,54 ns	0,04 ns	0,03 ns	4,62 ns	3 ³ ns	0,05 ns	0,08	0,04 ns
F x GE	1	0,37 ns	370,33 ns	0,01 ns	1 ³ ns	1,62 ns	- -	2 ³ ns	1 ⁴	0,03 ns
F x (PR vs GE)	1	0,13 ns	281,97 ns	0,02 ns	4 ³ ns	2,83 ns	1 ⁴ ns	1 ³ ns	2 ³	3 ³ ns
Resíduo Médio	162	9,86	277,81	0,04	0,03	9,36	3 ³	0,05	0,07	0,04
CV (%)		2,24	15,81	14,09	12,44	22,99	4,74	16,20	17,89	10,73
Média dos dados transformados		139,92	105,41	1,36	1,32	13,31	1,23	1,35	1,52	1,77

ns, *, ** : não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

t : Dados transformados para $(x + 0,5)^{0,5}$.

- : Não houve diferença.

Tabela 34 - Impact Duo & Opera: Resumo da análise de variância individual para os caracteres avaliados nos genitores e adicionais no experimento auxiliar. Soja, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios				
		NDM (dias)	APM (cm)	VA ^t (notas)	AC ^t (notas)	PG ^t (g m ⁻²)
Repetições	3	0,62 ns	93,72 ns	0,021 ns	0,050 *	3,78 ns
Genótipos	11	113,71 **	841,95 **	0,045 *	0,041 *	33,29 *
Genitores Exóticos (E)	3	19,32 **	1277,72 **	0,029 ns	0,084 **	37,37 **
Genitores Adaptados (A)	4	144,39 **	773,72 **	0,070 *	0,045 *	17,19 **
Adicionais (AD)	2	0,65 ns	54,33 ns	0,026 ns	0,006 ns	11,05 ns
E vs A vs AD	2	371,75 **	1112,40 **	0,041 ns	2 ⁻⁴ ns	82,95 **
Resíduo	33	0,60	65,28	0,020	0,015	3,85
CV (%)		0,56	9,30	9,76	9,38	14,05
Média dos dados transformados		138,19	86,84	1,37	1,32	13,96

ns, *, ** : não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

^t : Dados transformados para $(x + 0,5)^{0,5}$.

Tabela 35 - Derosal: Resumo da análise de variância individual para os caracteres avaliados nos genitores e adicionais no experimento auxiliar. Soja, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados Médios															
		NDM (dias)	APM (cm)	VA ^t (notas)	AC ^t (notas)	PG ^t (g m ⁻²)	S2 ^t (notas)	S3 ^t (notas)	S4 ^t (notas)	S5 ^t (notas)							
Repetições	3	19,88	ns	22,16	ns	0,036	ns	2,89	ns	0,70	**	0,04	ns	0,08	*	0,03	*
Genótipos	11	67,10	**	793,00	**	0,065	*	14,34	**	0,37	**	0,89	**	0,27	**	0,06	**
Genitores Exóticos (E)	3	34,65	ns	849,08	**	0,006	ns	16,63	*	0,05	ns	0,03	ns	0,04	ns	0,01	ns
Genitores Adaptados (A)	4	54,90	*	1126,08	**	0,019	ns	5,80	ns	0,07	ns	0,08	ns	0,01	ns	0,01	ns
Adicionais (AD)	2	30,67	ns	114,77	ns	0,015	ns	28,18	**	0,01	ns	0,01	ns	2 ⁻³²	ns	5 ⁻³⁴	ns
E vs A vs AD	2	175,71	**	826,10	**	0,298	**	14,33	ns	1,84	**	4,70	**	1,40	**	0,30	**
Resíduo	33	14,58		55,90		0,025		4,41		0,12		0,06		0,03		0,01	
CV (%)		2,79		8,42		11,64		17,32		19,04		10,60		6,31		2,93	
Média dos dados transformados		136,95		88,83		1,37		12,12		1,83		2,3		2,53		2,64	

ns, *, ** : não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.
^t : Dados transformados para $(x + 0,5)^{0,5}$.

Tabela 36 - Controle (experimento sem a aplicação de fungicidas): Resumo da análise de variância individual para os caracteres avaliados nos genitores e adicionais no experimento auxiliar. Soja, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Fontes de Variação		G.L.	Quadrados Médios																	
			NDM (dias)	APM (cm)	VA ^t (notas)	AC ^t (notas)	PG ^t (g m ⁻²)	S1 ^t (notas)	S2 ^t (notas)	S3 ^t (notas)	S4 ^t (notas)	S5 ^t (notas)								
Repetições		3	24,16	ns	44,49	ns	0,031	ns	0,01	ns	0,12	ns	0,31	*	0,02	ns	2 ⁻³	ns	3 ⁻³	ns
Genótipos		11	159,79	**	858,21	**	0,019	ns	0,17	**	9,56	**	0,05	ns	0,72	**	0,10	**	0,03	**
Genitores Exóticos (E)		3	29,16	ns	1230,45	**	0,013	ns	0,31	**	12,93	**	0,01	ns	0,07	ns	0,06	*	0,01	ns
Genitores Adaptados (A)		4	81,68	**	539,00	**	0,025	ns	0,14	**	8,39	*	0,06	ns	0,09	ns	3 ⁻³	ns	4 ⁻⁴	ns
Adicionais (AD)		2	1,01	ns	139,08	ns	0,028	ns	3 ⁻³	ns	15,88	**	0,01	ns	0,24	*	0,02	ns	4 ⁻³⁴	ns
E vs A vs AD		2	670,75	**	1657,37	**	0,003	ns	0,21	**	0,30	ns	0,14	ns	3,44	**	0,44	**	0,15	**
Resíduo		33	10,84		68,26		0,014		0,02		2,55		0,05		0,07		0,02		4 ⁻³	0,01
CV (%)			2,43		8,70		9,09		9,56		14,34		14,20		12,78		5,32		2,35	2,62
Média dos dados transformados			135,63		94,99		1,29		1,42		11,15		1,54		2,11		2,58		2,66	2,67

ns, * ** : não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

^t : Dados transformados para $(x + 0,5)^{0,5}$.

Tabela 37 - Impact Duo & Opera: Comparações entre as médias* do caráter produtividade de grãos (PG) dos genitores e adicionais no experimento auxiliar. Soja, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Genótipos		Média PG (g m ⁻²)
Genitores Exóticos	Bing nan	115,88 b
	Kinoshita	244,09 a
	Orba	59,74 b
	Shira Nuhi	118,17 b
	Médias	134,47
Genitores Adaptados	BRS-154	283,84 a
	BRS-232	239,31 a
	Conquista	347,22 a
	IAC-100	161,70 b
	Pintado	266,25 a
	Médias	259,66
Adicionais	BR-16	173,64 b
	IAS-5	236,91 a
	OC-4	143,76 b
	Médias	184,77

*: Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 38 - Derosal: Comparações entre as médias* das avaliações de severidade da ferrugem asiática (S2, S3, S4 e S5: notas de 1 a 7) e do caráter produtividade de grãos (PG) dos genitores e adicionais no experimento auxiliar. Soja, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Testemunhas		Média S2 (notas)	Média S3 (notas)	Média ajustada S4 (notas)	Média S5 (notas)	Média PG (g m ⁻²)
Genitores Exóticos	Bing nan	1,25 b	2,50 b	4,75 b	5,50 b	88,31 a
	Kinoshita	1,50 b	2,25 b	3,75 b	6,00 b	172,36 a
	Orba	2,00 a	2,00 a	4,25 a	5,50 a	78,40 a
	Shira Nuhi	1,75 a	2,75 a	4,75 a	5,75 a	161,32 a
	Médias	1,63	2,38	4,38	5,69	128,62
Genitores Adaptados	BRS-154	3,75 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a	215,78 a
	BRS-232	4,25 a	6,50 a	6,75 a	7,00 a	126,76 a
	Conquista	3,60 a	6,50 a	6,75 a	7,00 a	152,51 a
	IAC-100	3,00 a	5,25 a	6,50 a	6,50 a	209,71 a
	Pintado	4,00 a	6,00 a	6,50 a	6,75 a	161,32 a
	Médias	3,72	6,25	6,70	6,85	173,22
Adicionais	BR-16	4,00 a	6,25 a	7,00 a	7,00 a	140,43 a
	IAS-5	4,05 a	6,75 a	7,00 a	7,00 a	230,87 a
	OC-4	3,75 a	6,75 a	7,00 a	7,00 a	86,76 a
	Médias	3,08	5,04	7,00	7,00	152,69

*: Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 39 - Controle: Comparações entre as médias* das avaliações de severidade da ferrugem asiática (S1, S2, S3, S4 e S5: notas de 1 a 7) dos genitores e adicionais no experimento auxiliar. Soja, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Testemunhas		Média S1 (notas)	Média S2 (notas)	Média S3 (notas)	Média ajustada S4 (notas)	Média S5 (notas)
Genitores Exóticos	Bing nan	1,85 a	2,05 b	4,75 c	6,00 b	6,00 b
	Kinoshita	1,75 a	2,55 b	5,75 b	6,25 b	6,50 b
	Orba	1,50 a	1,50 b	4,75 c	5,75 b	5,75 b
	Shira Nuhi	1,75 a	2,25 b	5,75 b	6,00 b	6,25 b
	Médias	1,71	2,09	5,25	6,00	6,13
Genitores Adaptados	BRS-154	2,40 a	6,00 a	6,90 a	6,90 a	6,90 a
	BRS-232	1,60 a	5,20 a	6,55 a	6,80 a	6,80 a
	Conquista	2,40 a	6,00 a	6,75 a	6,75 a	6,75 a
	IAC-100	2,70 a	4,50 a	6,70 a	6,95 a	6,95 a
	Pintado	2,00 a	5,75 a	6,50 a	6,50 a	6,50 b
	Médias	2,22	5,49	6,68	6,78	6,78
Adicionais	BR-16	1,85 a	6,00 a	7,00 a	7,00 a	7,00 a
	IAS-5	1,70 a	4,75 a	6,75 a	7,00 a	7,00 a
	OC-4	1,60 a	3,90 a	6,25 a	7,00 a	7,00 a
	Médias	1,72	4,88	6,67	7,00	7,00

*: Médias seguidas pela mesma letra em cada coluna não diferem entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Tabela 40 – Resumo da análise de variância conjunta para os caracteres avaliados nos genitores e adicionais nos experimentos auxiliares. Soja, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Fontes de Variação		Quadrados Médios																	
G.L.	NDM (dias)	APM (cm)	VA ^t (notas)	AC ^t (notas)	PG ^t (g m ⁻²)	S1 ^t (notas)	S2 ^t (notas)	S3 ^t (notas)	S4 ^t (notas)	S5 ^t (notas)									
Repetições/F	9	14,88	ns	0,02	ns	0,03	ns	2,51	ns	0,04	*	0,34	**	0,02	ns	0,03	**	0,01	**
Fungicidas (F)	2	83,05	**	0,10	**	0,12	**	71,03	**	1,59	**	9,92	**	24,61	**	30,25	**	32,69	**
Genótipos (G)	11	304,20	**	0,05	**	0,29	**	35,57	**	0,02	ns	0,67	**	0,51	**	0,15	**	0,05	**
Genitores Exóticos (E)	3	80,98	**	0,03	ns	0,68	**	49,32	**	3 ⁻³	ns	0,02	ns	0,04	ns	0,01	ns	0,02	ns
Genitores Adaptados (A)	4	236,19	**	0,06	*	0,15	**	14,69	**	0,02	ns	0,08	ns	0,03	ns	0,01	ns	4 ⁻³	ns
Adicionais (AD)	2	14,36	ns	0,01	ns	0,03	ns	40,04	**	2 ⁻³	ns	0,11	ns	3 ⁻³	ns	2,49 ⁻³²	ns	2,30 ⁻³²	ns
E vs A vs AD	2	1061,63	**	0,09	*	0,23	**	60,46	**	0,05	ns	3,39	**	2,67	**	0,82	**	0,26	**
F x G	22	17,12	*	0,04	**	0,04	*	10,11	**	0,02	ns	0,21	**	0,24	**	0,07	**	0,02	**
Resíduo Médio	99	8,70		0,02		0,02		3,65		0,02		0,06		0,03		0,01		4 ⁻³	
CV (%)	2,15		8,81	10,25	10,87	15,32	9,49	14,79						7,94		4,64		2,76	
Média dos dados transformados	136,91		90,23	1,34	1,37	12,47	1,33	1,72						2,04		2,14		2,18	

ns, *, ** : não significativo, significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

t[†] : Dados transformados para (x + 0,5)^{0,5}.

Tabela 41 – Heterose dos caracteres avaliados dos cruzamentos Orba x Conquista, IAC-100 x Kinoshita e seus respectivos recíprocos nos experimentos principais, com os fungicidas Impact Duo & Opera e Derosal. Soja, progêneses F_{3,2}, ESALQ, Piracicaba, SP, semeadura em 12/11/2007

Fungicida	Cruzamento	HETEROSE (%)									
		NDM	APM	VA	AC	PG	S1	S2	S3	S4	S5
Impact Duo & Opera	RECÍPROCO 1	0	18	-29	110	-70	-	-	-	-	-
	RECÍPROCO 2	4	29	-25	108	-82	-	-	-	-	-
	MÉDIA RECÍPROCOS	2	24	-27	109	-76	-	-	-	-	-
IAC-100 x Kinoshita	RECÍPROCO 1	2	36	34	2	84	-	-	-	-	-
	RECÍPROCO 2	4	49	43	11	28	-	-	-	-	-
	MÉDIA RECÍPROCOS	3	43	38	6	56	-	-	-	-	-
Derosal	MÉDIA GERAL RECÍPROCOS	3	33	6	58	-10	-	-	-	-	-
	RECÍPROCO 1	4	8	38	-28	-50	35	-17	-94	-58	-25
	RECÍPROCO 2	7	4	38	-27	-46	25	2	-94	-68	-30
	MÉDIA RECÍPROCOS	5	6	38	-27	-48	30	-8	-94	-63	-27
	RECÍPROCO 1	3	3	-45	3	-33	-	16	64	24	29
	RECÍPROCO 2	5	-5	-32	-48	-2	-	2	9	-15	9
	MÉDIA RECÍPROCOS	4	-1	-39	-23	-17	-	9	37	4	19
	MÉDIA GERAL RECÍPROCOS	5	3	0	-25	-33	30	1	-29	-29	-4

-: sem sintomas da ferrugem asiática