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

**Potencial de cruzamentos de soja em gerações iniciais de endogamia para
produtividade de grãos e reação à ferrugem**

Gabriela Antônia de Freitas Rocha

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em
Ciências. Área de concentração: Genética e
Melhoramento de Plantas

**Piracicaba
2016**

Gabriela Antônia de Freitas Rocha
Engenheira Agrônoma

**Potencial de cruzamentos de soja em gerações iniciais de endogamia para
produtividade de grãos e reação à ferrugem**

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

Tese apresentada para obtenção do título de Doutora em
Ciências. Área de concentração: Genética e
Melhoramento de Plantas

Piracicaba
2016

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

Rocha, Gabriela Antônia de Freitas

Potencial de cruzamentos de soja em gerações iniciais de endogamia para
produtividade de grãos e reação à ferrugem / Gabriela Antônia de Freitas Rocha. - -
Piracicaba, 2016.

145 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. *Glycine max* 2. *Phakopsora pachyrhizi* 3. Dialelo parcial 4. Efeito ferrugem
5. Capacidade combinatória I. Título

CDD 633.34
R672p

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

AGRADECIMENTOS

“A Deus, pela proteção, por ser meu guia nesta jornada e por sempre providenciar conquistas em minha vida. Aos meus pais, Eloy Alves de Freitas Filho e Zildinéa Rocha Freitas, pelo amor, pela confiança, pela dedicação, por todos os valores que me ensinaram e, acima de tudo, por acreditarem nos meus sonhos. As minhas irmãs, Manuela de Lurdes Rocha Freitas Nunes, Ana Flávia de Freitas Rocha e Graziela Maria de Freitas Rocha, pela amizade e apoio nos momentos difíceis. Aos meus sobrinhos, Júlia Agnes Freitas Nunes e Arthur Hiero Freitas Nunes, pelo carinho e pela torcida. Ao meu namorado Pedro Henrique Rodrigues de Moraes Martinez pelo incentivo, paciência e amor. Aos meus familiares pelo apoio. Às amigas de república pela amizade durante essa trajetória. Aos meus amigos por sempre me apoiarem e torcerem pelo meu sucesso.

Ao meu orientador Natal Antonio Vello pela orientação, confiança e oportunidade de aprendizado. À Universidade de São Paulo, por meio da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e do Departamento de Genética, por uma excelente estrutura de ensino e pesquisa que fizeram parte e foram de suma importância para a minha formação acadêmica durante o doutorado. Aos professores do Departamento de Genética, em especial do Programa de Pós-Graduação em “Genética e Melhoramento de Plantas” (PPG-GMP) pelos ensinamentos, durante esses quatro anos. A CAPES (07/2012 a 12/2014) e ao CNPq (01/2015 a 04/2016) pela concessão das bolsas de estudos e pelo financiamento das pesquisas, indispensáveis à realização deste trabalho. A todos os técnicos do Departamento de Genética pela grande ajuda na realização destas pesquisas e pelo bom ambiente que me proporcionaram durante esse período. Um especial agradecimento à equipe do Setor de Genética Aplicada às Espécies Autógamas (SGAEA), representada pelos técnicos Antonio Roberto Cogo, Claudinei Antonio Didoné e Marcos Custódio Nekatschalow, pelo apoio indispensável e constante.

A amiga, doutoranda, Fernanda Aparecida Castro Pereira pela parceria e amizade. Aos amigos do SGAEA, doutorandos, José Ribamar de Assunção Filho, Felipe Maniero Nazato e Elesandro Bornhofen; doutores Nelson Enrique Casas-Leal, Philip Traldi Wysmierski e Renato Sérgio Batista Carvalho; mestrando Fernando Garcia Espolador e Renan Silva e Souza; estagiário Álex Junior Zanchet Bordignon pela amizade e colaboração na realização dos experimentos. À amiga Bruna Mendes de Oliveira, ao Prof. Dr. Roland Vencovsky e ao Dr. Fernando Toledo pela valiosa colaboração nas análises. A todos que participaram, direta ou indiretamente, desse trabalho e da minha formação profissional, muito obrigada.”

“Nós devemos ser a mudança que queremos ver no mundo”

Mahatma Gandhi

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO.....	15
2 OBJETIVOS.....	17
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1 Ferrugem asiática da soja	19
3.1.1 Histórico da doença	19
3.1.2 Agente etiológico e ciclo de vida	19
3.1.3 Sintomatologia.....	20
3.1.4 Métodos de controle	21
3.1.5 Controle genético.....	23
3.1.5.1 Resistência genética.....	23
3.1.5.2 Tolerância	24
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
4.1 Materiais genéticos	27
4.2 Avanço da geração F ₁	27
4.3 Experimentação	28
4.3.1 Geração F ₂	28
4.3.2 Geração F ₃	28
4.3.3 Geração F ₄	29
4.4 Caracteres avaliados	29
4.4.2 Número de dias para a maturidade (NDM)	29
4.4.3 Altura da planta na maturidade (APM)	29
4.4.4 Acamamento (AC).....	30
4.4.5 Valor agrônômico (VA)	30
4.4.6 Estande (ES)	30
4.4.7 Produtividade de grãos (PG)	30
4.4.8 Peso de cem sementes (PCS).....	30
4.4.9 Efeito ferrugem (EF)	31
4.4.10 Reação à ferrugem asiática	32
4.4.10.1 Severidade da doença (SD)	32
4.4.10.2 Gráficos da reação à ferrugem.....	32

4.5 Parâmetros genéticos.....	33
4.5.1 Herdabilidade.....	33
4.5.2 Heterose	34
4.5.3 Depressão por endogamia	34
4.6 Caracterização dos locais experimentais.....	35
4.7 Análises estatístico-genéticas.....	35
4.7.1 Ajuste das médias baseado nas testemunhas.....	35
4.7.2 Análises de variância	36
4.7.3 Testes de médias	37
4.7.4 Análise dialélica de Griffing	37
4.7.5 Análises de variância individuais nos anos agrícolas 2013/14 e 2014/15	38
4.7.6 Análises de variância dos manejos de fungicidas em 2013/14 e 2014/15	39
4.7.7 Análises de variância da severidade da ferrugem nos manejos de fungicidas em 2013/14	40
4.7.8 Análises de variância da severidade da ferrugem em 2014/15	41
4.7.9 Análises de variância conjunta dos manejos de fungicidas em 2013/14 e 2014/15	41
4.7.10 Significância do efeito ferrugem.....	42
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1 Aspectos gerais	45
5.2 Análises estatísticas.....	46
5.2.1 Análises de variâncias e testes de médias (Scott e Knott) em 2012/13	46
5.2.1.1 Heterose e depressão por endogamia	48
5.2.1.2 Herdabilidade no sentido amplo e variância genética.....	50
5.2.1.3 Análise dialélica	50
5.2.1.4 Estimativas da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação do dialelo parcial 8 x 8 pelo método 4 de Griffing na geração F_2	51
5.2.2 Análises de variâncias (ANAVA) do ano agrícola 2013/14	53
5.2.2.1 Reação à ferrugem asiática da soja	57
5.2.3 Análises de variâncias (ANAVA) do ano agrícola 2014/15	59
5.2.3.1 Reação à ferrugem asiática da soja	62
5.2.4 Análises de variâncias (ANAVA) dos anos agrícolas 2013/14 e 2014/15	64
5.2.5 Relação dos genitores e cruzamentos quanto ao alto desempenho agrônômico e reação à ferrugem asiática	66
6 CONCLUSÕES	69

REFERÊNCIAS	71
ANEXOS	79

RESUMO

Potencial de cruzamentos de soja em gerações iniciais de endogamia para produtividade de grãos e reação à ferrugem

A utilização de genótipos de soja tolerantes é uma alternativa muito promissora no manejo da ferrugem asiática da soja (FAS), uma vez que a resistência qualitativa mostra-se instável devido à grande variabilidade do patógeno. Este estudo objetivou avaliar o potencial de populações formadas por 64 cruzamentos biparentais (gerações F₂, F₃ e F₄) de um dialelo parcial 8 x 8 para produtividade de grãos (PG) e tolerância à ferrugem. Quinze genitores compreenderam linhagens experimentais desenvolvidas pelo Departamento de Genética/ESALQ/USP e um genitor envolveu uma cultivar comercial. Em 2012/13, dois experimentos foram conduzidos: o primeiro com as populações dos 64 cruzamentos (geração F₂) e três testemunhas comuns, enquanto que o segundo envolveu os 16 genitores e as mesmas três testemunhas comuns. Em 2013/14 e 2014/15, a fim de se estimar o efeito ferrugem (EF), ou seja, o nível de tolerância dos genótipos, por meio da diferença entre as médias ajustadas de PG e peso de cem sementes (PCS), foram conduzidos quatro experimentos, sendo dois com as populações dos 64 cruzamentos (gerações F₃ e F₄) e outros dois com os 16 genitores; cada dupla de experimentos compreendeu dois manejos distintos de doenças com fungicidas. No manejo O&P foram feitas duas aplicações sucessivas de Opera e uma de Priori Xtra, para o controle da ferrugem e outras doenças de fim de ciclo (DFC); no manejo D foram feitas aplicações de Derosal para controle de DFC, exceto a ferrugem. No estádio R₅, cinco plantas competitivas de cada parcela foram avaliadas para a severidade, enquanto que no estádio R₈, cada parcela foi avaliada para caracteres agrônômicos. Os dados obtidos foram analisados (programas computacionais R e Genes). A análise dialélica apresentou significância ($p < 0,001$) dos quadrados médios de CGC e CEC. Para PG, considerando os parâmetros genéticos (heterose, herdabilidade, depressão por endogamia, CGC e CEC), os melhores genitores foram USP 02-16.122 (2), USP 04-17.027 (4), USP 04-17.039 (5), USP 231-4124-04 (6), USP 04-17.011 (10), USP 231-2228-01 (11), USP 231-2224-12 (13) e USP 231-2222-12 (16); tais genitores devem possuir maiores quantidades de genes favoráveis e com complementações genéticas apropriadas, com destaque de USP 04-17.027 (4). Oito (12,5%) cruzamentos sobressaíram com alto desempenho agrônômico. A avaliação da severidade foi mais eficiente com o aumento da infecção (NF2). Os genitores USP 04-18.092 (1) e TMG INOX (9) foram resistentes à ferrugem. Com base nas perdas de PG e PCS, os genitores mais tolerantes foram USP 02-16.122 (2), USP 02-16.045 (3), USP 04-17.027 (4), USP 231-2132-04 (12), USP 231-1228-09 (15) e USP 231-2222-12 (16). Ao considerar em conjunto PG e PCS, quinze (23%) cruzamentos revelaram-se tolerantes ou resistentes de acordo com o contraste entre EF e NF2, respectivamente. Concluiu-se que houve forte associação entre CGC e CEC para os destaques reportados; a tolerância estimada pelo PCS e PG apresentaram baixa correlação entre si; assim, a combinação dos dois parâmetros melhorou a eficiência da seleção para tolerância. Ganhos adicionais em PG e tolerância à ferrugem poderão ser obtidos com a seleção entre e dentro de cruzamentos a partir da geração F₅.

Palavras-chave: *Glycine max*; *Phakopsora pachyrhizi*; Dialelo parcial; Efeito ferrugem; Capacidade combinatória

ABSTRACT

Potential of soybean crosses in early generations of inbreeding for seed yield and reaction to rust

The use of tolerant soybean genotypes is a very promising alternative for the management of Asian soybean rust (FAS), since qualitative resistance proves to be unstable due to the high variability of the pathogen. This study aimed evaluate the potential of populations composed of 64 two-parental crosses (F_2 , F_3 and F_4 generations) of a partial diallel 8 x 8 to seed yield (PG) and tolerance to rust. Fifteen parents understood experimental lines developed by the Department of Genetics / ESALQ / USP and one parent involved a commercial cultivar. In 2012/13, two experiments were conducted: the first with the populations of the 64 crosses (F_2) and three common checks, while the second involved 16 parents and the same three common checks. In 2013/14 and 2014/15, it was estimated the rust effect (EF), or the tolerance level of the genotypes using the difference between the adjusted mean of seed yield (PG) and one hundred-seeds weight (PCS), four experiments were conducted, two with populations of 64 crosses (generations F_3 and F_4) and two with 16 parents; each pair of experiments comprised two different managements of diseases with fungicides. In the management O&P has been made two successive applications of Opera and Priori Xtra in order to control rust and other late season leaf diseases (DFC). In the management D, applications of Derosal were made to control DFC, except rust. In R_5 stage, five competitive plants from each plot were evaluated for rust severity, while at the R_8 stage, each plot was evaluated for agronomic traits. The data were analyzed through the software R and Genes. The diallel analysis showed significance ($p < 0.001$) of mean squares of GCA (general combining ability) and SCA (specific combining ability). For PG, considering the genetic parameters (heterosis, heritability, inbreeding depression, GCA and SCA), the best parents were USP 02-16.122 (2), USP 04-17.027 (4), USP 04-17.039 (5), USP 231-4124-04 (6), USP 04-17.011 (10), USP 231-2228-01 (11), USP 231-2224-12 (13) and USP 231-2222-12 (16); these parents must have larger amounts of favorable genes and appropriate genetic complementation, particularly USP 04-17.027 (4). Eight (12.5%) crosses stood out with high agronomic performance. The assessment of severity was more efficient with the increase of infection (NF2). The parents USP 04-18.092 (1) and TMG INOX (9) were resistant to FAS. Based on PG and PCS losses, the most tolerant parents were USP 04-18.092 (1), USP 02-16.122 (2), USP 02-16.045 (3), USP 04-17.027 (4), USP 231-3225-11 (7), USP 231-2132-04 (12) e USP 231-1228-09 (15). By considering together PG and PCS, fifteen (23%) crosses revealed tolerance or resistance to rust, according to the estimates of the EF and NF2, respectively. It was found a strong association between GCA and SCA for the reported genotypes. The estimated tolerance by PCS and PG showed low correlation between each other; thus, the combination of the two parameters improved selection efficiency for tolerance. Further gains in PG and rust tolerance may be obtained from the selection among and within crosses in the generation F_5 .

Keywords: *Glycine max*; *Phakopsora pachyrhizi*; Partial diallel; Rust effect; Combining ability

1 INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é originária da Ásia, onde é cultivada há milhares de anos, e é a leguminosa mais importante cultivada no mundo.

No Brasil, a primeira introdução e avaliação de germoplasma de soja foram feitas no Estado da Bahia a 12°S de latitude, em 1882. O germoplasma era proveniente dos Estados Unidos, na época cultivado mais como planta forrageira e não era adaptado a baixas latitudes; devido a estas razões, não foi bem sucedido neste início no Brasil. Em 1891, novas cultivares foram introduzidas e testadas em São Paulo a 23°S de latitude, com uma produção razoável de forragem e grãos. Entretanto, foi no Rio Grande do Sul, a 30°S de latitude, o estado brasileiro em que a soja obteve o maior êxito inicial de cultivo, devido à semelhança de latitude com a região sul dos EUA, de onde era proveniente a maior parte do material genético então disponível no país (MIYASAKA; MEDINA, 1981; EMBRAPA, 2004). A partir de 1950, com a crescente demanda por óleos comestíveis, houve apoio governamental e a cultura foi definitivamente estabelecida no Brasil. Em meados da década de 1960, a soja passou a ser utilizada no sistema de rotação de culturas com o trigo, começando a mostrar índices econômicos de área cultivada e produção a partir dos anos 70 (MIYASAKA, 1982).

A soja possui alto teor de óleo (cerca de 20%) e proteínas (próximo de 40%), componentes que somados representam aproximadamente 60% do peso seco total das sementes. Assim, a principal utilização dos grãos de soja é na indústria como fonte de óleo comestível (alimentação humana) e de proteína para a alimentação animal (BURTON, 1997; YADAV, 1996). O uso da soja como fonte alternativa de combustível, o biodiesel da soja, também vem crescendo recentemente (EMBRAPA SOJA, 2009).

Com uma área estimada de 33,2 milhões de hectares e uma produção de 101 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2016), o Brasil se destaca como o segundo maior produtor de soja, ficando atrás apenas dos EUA, que apresentou na safra de 2015/16 uma estimativa de produção de 107 milhões de toneladas (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA, 2016).

Entre os diversos fatores que podem limitar o cultivo da soja está a ocorrência de doenças nas lavouras, principalmente as doenças fúngicas, que em casos extremos podem acarretar perdas de até 100% na produtividade da lavoura (ALMEIDA et al., 2005). A ferrugem asiática (FAS) é atualmente a doença mais limitante da cultura da soja, pois sobre condições climáticas favoráveis causa sérios prejuízos à cultura devido ao seu poder destrutivo e a sua agressividade (FURTADO, 2007). Assim, vários métodos de controle são

aplicados objetivando diminuir os danos da FAS na produção de soja. Por ser causada por um fungo facilmente disseminado pelo vento, exige vigilância, treinamento e capacitação contínua na identificação precoce da doença.

Atualmente, o método de controle mais usado é o tratamento químico com o uso de fungicidas de ação protetora e curativa, entretanto, isso aumenta os custos de produção e diminui o retorno econômico da cultura ao produtor. O desenvolvimento de genótipos portadores de genes de efeito maior (resistência vertical a FAS) tem sido um grande desafio para a pesquisa, uma vez que o fungo *Phakopsora pachyrhizi* possui várias raças com genes múltiplos de virulência (CALVO et al., 2008; MAPHOSA et al., 2012), fato que pode facilitar a “quebra” da resistência dos genótipos de soja.

Alguns trabalhos têm relatado a existência de variação do germoplasma de soja brasileiro quanto à resistência horizontal ao fungo *P. pachyrhizi* (JULIATTI et al., 2004; OLIVEIRA et al., 2005). A resistência horizontal, normalmente controlada por muitos genes, cada qual conferindo um pequeno efeito, é um tipo de resistência efetivo contra um número maior de raças do fungo e sua ação consiste em reduzir a taxa de desenvolvimento da doença. No entanto, a quantificação desse modo de resistência é mais difícil, limitando o seu uso (HARTMAN et al., 2005).

Devido à instabilidade da resistência vertical e as dificuldades para a quantificação da resistência horizontal, o estudo da tolerância tem sido utilizado como estratégia de melhoramento para evitar reduções significativas de produtividade com a incidência da FAS. A tolerância de plantas a doenças é resultado de características quantitativas herdáveis específicas da planta, normalmente controlada por vários genes e eficaz contra um número maior de raças do fungo. Embora o patógeno consiga infectar, colonizar e multiplicar-se na planta hospedeira, a tolerância faz com que esta suporte a doença sem perdas severas em produtividade ou qualidade similar à planta sadia (AGRIOS, 2005). Reduções em produtividade normalmente são utilizadas para mensurar o nível de tolerância e, assim, quanto menor a redução maior a tolerância. Deste modo, cultivares tolerantes podem demandar menor número de aplicações de fungicidas, reduzindo os custos de produção, facilitando o manejo e causando menor impacto ambiental (GARCIA et al., 2008).

Diante do exposto, esta pesquisa tem por finalidade avaliar a reação (tolerância ou resistência) a FAS de plantas de populações formadas por cruzamentos biparentais nas gerações F₂, F₃ e F₄ de soja, a fim de se detectar e selecionar possíveis genótipos promissores para serem utilizados em programas futuros visando-se alta produtividade e tolerância à ferrugem.

2 OBJETIVOS

Essa pesquisa tem como objetivo a identificação de genótipos (genitores e cruzamentos) de soja com alto desempenho agrônômico, principalmente em produtividade de grãos e a estimação da reação à ferrugem (FAS) de plantas de populações nas gerações F_2 , F_3 e F_4 de cruzamentos dialélicos, por meio da avaliação da severidade da ferrugem (resistência) e do efeito ferrugem (EF, tolerância) estimado por meio da perda de produtividade de grãos (PG) e da redução do tamanho das sementes avaliado pelo peso de cem sementes (PCS), em dois manejos de doenças com aplicações de fungicidas diversos, em dois anos agrícolas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Ferrugem asiática da soja

3.1.1 Histórico da doença

A ferrugem asiática da soja (FAS) que tem como agente etiológico o fungo biotrófico *Phakopsora pachyrhizi* (Sydow & Sydow) foi descrita pela primeira vez no Japão, em 1902. Por volta de 1934, o patógeno passou a ser encontrado em vários outros países asiáticos e também na Austrália (BROMFIELD; HARTWIG, 1980). Na Índia foi reportado pela primeira vez em 1951 (SHARMA; MEHTA, 1996). Em 1994, o patógeno foi detectado no Hawaii (KILLGORE; HEU, 1994). Também foi confirmada a sua presença no continente africano em vários países das regiões sul e central, em 1996. A primeira constatação foi em Uganda em 1996 (KAWUKI et al., 2003). Em 1998 foi detectado no Zimbábue e na Zâmbia e em 2001 na África do Sul (PRETORIUS et al., 2001; HENNING; GODOY, 2006). Esta rápida dispersão da FAS pelo mundo é atribuída à facilidade de disseminação dos esporos de *P. pachyrhizi* pelos ventos (FREIRE et al., 2008; GOELLNER et al., 2010).

No Brasil, a FAS foi detectada pela primeira vez durante a safra 2000/2001, no estado do Paraná. Em 2002, a doença já estava disseminada em 60% da área de cultivo do país e no ano seguinte em 90% da área (YORINORI et al., 2005). Na safra de 2004/2005, ela foi observada em praticamente todas as regiões produtoras, com exceção de Roraima (HENNING; GODOY, 2006). De acordo com Smiderle (2010), Roraima é o único estado do país cujas lavouras de soja ainda estão isentas da doença.

3.1.2 Agente etiológico e ciclo de vida

O fungo *Phakopsora pachyrhizi* pertence ao filo *Basidiomycota*, classe *Urediniomycetes*, ordem *Uredinales* e família *Phakopsoraceae*. Este fungo é biotrófico, ou seja, inteiramente dependente de células vivas para sobreviver, podendo infectar folhas, caules, frutos e hastes da planta de soja.

O ciclo de vida de *P. pachyrhizi* inicia-se com os esporos, denominados uredósporos, os quais são produzidos em estruturas reprodutivas denominadas urédias e são transportados pelo vento por vários quilômetros em poucos dias. Em períodos de entressafra, estes uredósporos são depositados em plantas de soja voluntárias ou em outros hospedeiros, cujas

sementes germinam após a colheita. Essa “ponte verde” é essencial para a ocorrência de epidemias da doença, visto que este fitopatógeno é biotrófico (ZAMBOLIM, 2006).

Em condições adequadas, temperatura entre 18 e 26°C e período mínimo de molhamento foliar de seis horas, os uredósporos germinam formando um tubo germinativo. O crescimento do tubo germinativo é encerrado pela formação de um apressório globoso, que apresenta aproximadamente o mesmo tamanho de um uredósforo (GOELLNER et al., 2010). A penetração direta no tecido hospedeiro inicia-se com a formação de uma estrutura afunilada, denominada de cone apressorial, dentro do apressório. Este cone é contíguo com a parede celular da hifa de penetração formada dentro da célula epidérmica, também denominada de vesícula transepidermal (BROMFIELD, 1984). As células da epiderme penetradas pelo fungo tornam-se desorganizadas e necrosadas (KEOGH et al., 1980).

A hifa de penetração cresce através da célula epidérmica e atinge o espaço intercelular, sendo separada da hifa primária que emerge por um septo (KOCH et al., 1983). A hifa primária se ramifica formando hifas secundárias. Estas hifas em contato com células do mesófilo diferenciam-se em células mãe do haustório. A formação do haustório primário é observada de 24 a 48h após o primeiro contato entre os uredósporos e o hospedeiro suscetível, (KOCH et al., 1983) (Figura 1).

3.1.3 Sintomatologia

Os sintomas da FAS podem ocorrer em qualquer estágio do desenvolvimento da cultura. As lesões são mais comuns na base e na borda dos folíolos das folhas do terço médio inferior da planta, ou seja, as folhas mais velhas. Nessa área o microclima é favorável à germinação, penetração e infecção dos tecidos foliares pelo patógeno.

As lesões se caracterizam por pontos minúsculos (1 a 2 mm) mais escuros que o tecido sadio, apresentando saliências na face abaxial da folha. Com o desenvolvimento da infecção as lesões tendem a apresentar um formato angular e podem atingir 2 a 5 mm de diâmetro, podendo aparecer em pecíolos, vagens e caules, sendo, porém, mais comuns na superfície foliar (FURTADO, 2007; HARTMAN et al., 2011; CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2014). À medida que aumenta a quantidade de lesões, ocorre amarelecimento generalizado das folhas e, conseqüentemente, desfolha prematura; esse efeito é potencializado se as condições ambientais forem favoráveis. Isso acarretará na redução do número de vagens por planta, no número de grãos por vagem, no tamanho e peso dos grãos. As perdas na produtividade variam em função da intensidade da infecção e da fase em que

ocorrem os primeiros sintomas; quanto mais precoce for a ocorrência da doença na lavoura, maiores serão os danos e as perdas (YANG et al., 1991).

Na soja são comumente descritos três tipos de reação em resposta à infecção por *P. pachyrhizi*: lesões castanho-claras, que apresentam muitas urédias e abundante esporulação (tipo TAN), que indica uma interação compatível entre a planta e o patógeno, sendo o genótipo de soja que apresenta este tipo de lesão classificado como suscetível; lesões de coloração castanho-avermelhada com pouca ou nenhuma esporulação (tipo *reddish-brown* ou RB), encontrada em genótipos resistentes; e a reação de imunidade, caracterizada pela ausência total de sintomas de infecção, ou pela presença de pontuações de coloração verde-clara, denominadas de *flecks* (reação IF), que podem se tornar necrosadas (BROMFIELD et al., 1980; MONTEROS et al., 2007; TWIZEYIMANA et al., 2008; GOELLER et al., 2010; MILES et al., 2011).

3.1.4 Métodos de controle

A FAS é uma doença que sob condições climáticas favoráveis causa sérios prejuízos à cultura. Assim, vários métodos de controle são aplicados objetivando diminuir os danos na produção de soja. Por ser causada por um fungo facilmente disseminado pelo vento, exige vigilância, treinamento e capacitação contínua na identificação precoce da doença. Existem algumas estratégias de manejo da FAS que visam minimizar as perdas em produtividade nas lavouras de soja, entre elas: (i) o controle químico com o uso de fungicidas, (ii) a adoção do vazio sanitário, (iii) uso de cultivares de ciclo precoce, (iv) adequação da densidade de plantio e (v) uso de cultivares resistentes (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004; ZAMBOLIM, 2006; DEL PONTE et al., 2009; CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2012b).

Atualmente, o método de controle mais eficiente é o tratamento químico com fungicidas. Contudo, a utilização de fungicidas aumenta o custo total da produção em aproximadamente 4,0%, por hectare, como observado na safra 2015/2016 no estado do Mato Grosso do Sul, diminuindo assim o retorno econômico da cultura ao produtor (EMBRAPA, 2016).

Outra estratégia utilizada no manejo desta doença é o vazio sanitário, uma medida preventiva, em que se preconiza um período de 60 a 90 dias com a ausência total de plantas de soja durante o período de entressafra. Essa medida visa reduzir o inóculo inicial de *P. pachyrhizi*, retardando o desenvolvimento da doença (DEL PONTE et al., 2009). Esta prática

teve início em 2006 nos estados de Mato Grosso, Goiás e Tocantins e, atualmente, é praticada em 11 estados brasileiros produtores de soja (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2011).

O uso de cultivares de ciclo precoce têm como objetivo escapar do período de maior risco para a ocorrência da doença e evitar que a cultura fique exposta por mais tempo no campo (CONSÓRCIO ANTIFERRUGEM, 2012a). Além disso, o uso de populações de plantas que favoreçam o bom arejamento foliar e um maior contato dos fungicidas com o interior do dossel da cultura auxiliam no controle mais efetivo da FAS.

Embora o controle químico ainda seja a principal maneira de reduzir os danos provocados pela FAS, a utilização de cultivares de soja resistentes ou tolerantes à ferrugem compreende a melhor alternativa para o controle da doença devido a fatores como a redução dos custos, à facilidade de manejo e ao menor impacto ambiental (GARCIA et al., 2008).

No Brasil, cultivares resistentes foram disponibilizadas para o plantio comercial a partir da safra 2009/2010. Na safra 2011/12 seis cultivares de soja resistentes a FAS foram disponibilizadas para os produtores. Destas, cinco cultivares foram desenvolvidas pela Tropical Melhoramento e Genética (Soja Inox), das quais duas cultivares são convencionais (TMG 801 e TMG 803) e 3 cultivares transgênicas (TMG 7161RR, TMG 7188RR e TMG 7262RR). Uma cultivar convencional (BRSGO 7560) foi desenvolvida pela parceria entre Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), a Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAGRO) do estado de Goiás e o Centro Tecnológico para Pesquisas Agropecuárias (CTPA) (FREITAS, 2011; TROPICAL MELHORAMENTO & GENÉTICA, 2012).

Recentemente, a empresa Limagrain lançou no mercado a cultivar transgênica LG 60163 IPRO que é altamente tolerante a FAS (LG SEMENTES, 2016). Concomitantemente, a Tropical Melhoramento & Genética (TMG) tem conquistado um mercado significativo com o lançamento de várias cultivares com alto potencial produtivo através da Tecnologia Inox®. Na safra 2015/2016, a TMG lançou as cultivares TMG 7062IPRO e TMG 7060IPRO que apresentam a junção da Tecnologia Inox® com a Tecnologia Intacta RR2 PRO™, resistente às lagartas e ao glifosato. Além dessas, a TMG produz as cultivares TMG 7062 IPRO, 7060 IPRO e 7262 RR destinadas ao Sul do País, todas com Tecnologia Inox. Essa tecnologia oferece ao produtor maior segurança no controle da FAS, pois a característica de resistência à ferrugem permite à planta maiores condições de conviver com a doença no campo (TROPICAL MELHORAMENTO & GENÉTICA, 2016).

3.1.5 Controle genético

3.1.5.1 Resistência genética

O método mais recomendado para o controle da ferrugem asiática é a resistência genética, tanto por reduzir o custo de produção como para prevenir impactos ao meio ambiente.

A resistência é uma reação de defesa do hospedeiro, resultante da soma de fatores que tendem a diminuir a agressividade do agente causal. Como resulta de fatores variáveis, a resistência apresenta-se também variável, dando origem a plantas imunes numa extremidade e completamente suscetíveis na outra. O termo imune é tomado em sentido absoluto, pois imunidade se traduz por incapacidade de estabelecimento de relações entre patógeno e hospedeiro, o que resulta na inexistência do processo de doença. Já os termos resistente e suscetível são relativos e quantitativos, pois dimensionam o processo de doença (CAMARGO; BERGAMIN FILHO, 1995). Assim, resistência e suscetibilidade resultam em, respectivamente, menor ou maior desenvolvimento do patógeno nos tecidos do hospedeiro.

A resistência vertical, também denominada de resistência de genes de efeito maior ou raça-específica, é geralmente controlada por um (resistência monogênica) ou poucos genes (resistência oligogênica) e ela atua reduzindo o inóculo inicial do patógeno. A resistência vertical pode ser facilmente utilizada em programas de melhoramento genético, devido ao fato de ser condicionada por genes com efeito principal e a transferência destes genes de um genótipo resistente para outro suscetível pode ser realizada pelo método dos retrocruzamentos. No entanto, esse tipo de resistência pode ser facilmente quebrada, em razão da ampla variabilidade genética das populações do patógeno. Por isso, a melhor estratégia de manejo da doença seria o uso de cultivares com mais de um gene de resistência (piramidação de genes), visando aumentar a longevidade de mercado das cultivares resistentes (UNFRIED et al., 2010).

Na soja, até o momento, foram mapeados seis genes dominantes que conferem resistência a *P. pachyrhizi*: *Rpp1*, *Rpp4* e *Rpp6* no grupo de ligação G (LG-G); *Rpp2* no LG-J; *Rpp3* no LG-C2; e *Rpp5* no LG-N (RAY et al., 2009; GOELLNER et al., 2010; LI et al., 2012). O gene do loco *Rpp1* foi inicialmente descrito no acesso PI 200492 (MCLEAN e BYTH, 1980), o *Rpp2* no acesso PI 230970 (BROMFIELD; HARTWIG, 1980), o *Rpp3* no acesso PI 462312 (BROMFIELD; MELCHING, 1982), o *Rpp4* no acesso PI 459025 (HARTWIG, 1986), o *Rpp5* nos acessos PI 200456, PI 200526 e PI 471904 (GARCIA et

al.,2008) e o *Rpp6* no acesso PI 567102B (LI et al., 2012). Além desses genes dominantes um gene recessivo (CALVO et al., 2008) e dois genes com epistasia complementar (MAPHOSA et al., 2012) também foram mapeados.

Em 2001, quando a doença foi primeiramente relatada no Brasil, todos os genes de resistência eram efetivos contra o fungo. No entanto, em 2003, um novo isolado encontrado no Mato Grosso suplantou a resistência das PIs 200492 e 462312, que apresentam os genes *Rpp1* e *Rpp3* (ARIAS et al., 2008; GARCIA et al., 2008; LEMOS et al., 2011). Yamanaka et al. (2010), avaliando a resposta de diferentes genótipos de soja inoculados com três populações de *P. pachyrhizi* (duas originárias do Brasil e uma do Japão), concluíram sobre a existência de diferenças na virulência das populações, sendo as originárias do Brasil mais virulentas que a proveniente do Japão. Também encontraram evidências de que está ocorrendo a quebra da resistência conferida por genes de efeito maior, em especial do gene *Rpp2* dos acessos PI 230970 e PI 417125, e que está havendo mudanças na virulência dentro das populações do patógeno existentes no país.

Outro importante mecanismo genético é a resistência horizontal, denominada também de raça-inespecífica, parcial e duradoura é, em geral, poligênica e é efetiva contra muitas raças do patógeno. Seu principal efeito é sobre a velocidade da epidemia, ou seja, ela desacelera sua evolução reduzindo a taxa de infecção (VAN DER PLANK, 1966). Portanto, este tipo de resistência é mais estável, pois para que o patógeno consiga superá-la, seriam necessárias mutações em vários locos (CAMARGO; BERGAMIN FILHO, 1995). No entanto, por causa de seu provável controle poligênico e também pela dificuldade maior em se avaliar e quantificar a taxa de desenvolvimento da doença, a resistência horizontal foi pouco explorada em programas de melhoramento (TSCHANZ; TSAI, 1983).

3.1.5.2 Tolerância

A tolerância refere-se à capacidade intrínseca ou adquirida de uma planta em suportar um ataque do patógeno sem que ocorram danos significativos em sua produção. A planta tolerante não consegue prevenir o estabelecimento nem limitar o crescimento do patógeno, deste modo, fenotipicamente é igual a uma planta suscetível, porém apresenta produtividade comparável à de uma planta sadia (CAMARGO; BERGAMIN FILHO, 1995). Dessa forma, a tolerância pode ser determinada como a capacidade da planta em tolerar o desenvolvimento do patógeno sem apresentar redução significativa na produtividade e qualidade do produto

(SCHAFER, 1971). O controle genético da tolerância para FAS ainda não é bem conhecido, mas existem evidências de herança poligênica (UNFRIED, 2007; ARAÚJO, 2009).

A utilização de tolerância como forma de controle da FAS pode ser uma alternativa viável, visto que a resistência qualitativa (resistência vertical) tem-se mostrado instável, em função da grande variabilidade do fungo.

Cabe ressaltar que a avaliação de tolerância é mais fácil de ser realizada do que a de resistência, pois segundo Tschanz e Wang (1985), a produtividade pode ser avaliada de modo mais fácil e acurada e relacionada com tolerância, do que a avaliação de severidade relacionada com resistência. Linhagens tolerantes a FAS podem ser selecionadas, a partir de populações segregantes sob ataque severo da doença, simplesmente pela seleção para produtividade de grãos.

A importância da obtenção de cultivares tolerantes decorre do fato de que elas suportam a doença sem afetar drasticamente sua produtividade em comparação com plantas não tolerantes, assim reduzem o custo de controle da doença pois demandam de menor número de aplicação de fungicidas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Materiais genéticos

Inicialmente, procedeu-se a escolha dos genitores com base no objetivo principal do estudo de desenvolver populações segregantes para tolerância à ferrugem asiática da soja (*P. pachyrhizi* Sydow & Sydow). Para a obtenção do dialelo parcial 8 x 8, utilizou-se 16 linhagens genitoras, classificadas em dois grupos de oito genitores cada. O primeiro grupo é formado por oito genitores com tolerância a um complexo de doenças (ênfase em resistência ao cancro da haste e ao nematoide de cisto) e alto teor de óleo. Já os oito genitores do segundo grupo apresentam tolerância ao mesmo complexo de doenças e também à ferrugem asiática da soja (FAS).

No ano agrícola 2010/2011 foram realizados os cruzamentos biparentais para a obtenção do dialelo parcial 8 x 8, denominado de programa 42. As hibridações foram realizadas em casa de vegetação pela equipe do Setor de Genética Aplicada às Espécies Autógamas (SGAEA), Departamento de Genética, ESALQ/USP, em Piracicaba – SP.

As linhagens USP 04-18.092 (1), USP 02-16.122 (2), USP 02-16.045 (3), USP 04-17.027 (4), USP 04-17.039 (5), USP 231-4124-04 (6), USP 231-3225-11 (7), USP 231-4112-01 (8) (Grupo 1) foram cruzadas com as linhagens TMG INOX (9), USP 04-17.011 (10), USP 231-2228-01 (11), USP 231-2132-04 (12), USP 231-2224-12 (13), USP 231-6101-10 (14), USP 231-1228-09 (15), USP 231-2222-12 (16) (Grupo 2) gerando um total de 64 cruzamentos (Tabela 1). Todas essas linhagens, com exceção da TMG INOX, foram desenvolvidas no SGAEA.

Foram utilizadas marcas morfológicas como cor de flor e cor de pubescência para confirmar os híbridos obtidos.

A semeadura dos genitores para os cruzamentos foi realizada em vasos com uma mistura de três partes de terra e uma parte de adubo orgânico e após a germinação foi feito um desbaste, deixando-se duas plantas por vaso.

4.2 Avanço da geração F₁

No ano agrícola 2011/2012 foi realizado o avanço da geração F₁ para F₂, iniciando-se com a semeadura das sementes F₁ em bandejas de isopor para a obtenção das mudas. O transplante das mudas foi realizado no campo com espaçamento de 0,80 m x 0,80 m. As plantas F₁ foram colhidas individualmente e debulhadas para obtenção das sementes F₂.

4.3 Experimentação

4.3.1 Geração F₂

O experimento do ano agrícola 2012/2013 foi conduzido em blocos ao acaso, com dez repetições subdivididas em dois conjuntos experimentais com três testemunhas comuns (CB 07-958-B, BRS 133, IAC-100). Cada conjunto envolveu 32 cruzamentos e as três testemunhas comuns (Figura 2). Cinquenta sementes F₂ foram semeadas na parcela experimental que correspondeu a uma fileira de 3,0 m (2,0 m semeados + 1,0 m caminho) x 0,5 m, ou seja, 1,5 m². Após a germinação, foi feito o desbaste do excesso de plântulas, obtendo-se um estande de dez plantas por metro linear de sulco. No total das dez repetições, cada cruzamento foi representado por aproximadamente 200 plantas F₂. Os genitores foram testados em um experimento adicional delineado em blocos ao acaso com quatro repetições; cada repetição foi formada pelos 16 genitores e pelas mesmas três testemunhas comuns. Essas testemunhas comuns possibilitaram comparações dos genitores com os cruzamentos. Os tratamentos foram sorteados dentro de cada conjunto e a ordem dos conjuntos também foi aleatorizada dentro de cada repetição. No total, foram semeadas 640 parcelas de cruzamentos e 64 parcelas de genitores, além das três testemunhas.

4.3.2 Geração F₃

A geração F₃ foi conduzida pelo método da descendência de sementes múltiplas (MSD ou Multiple Seed Descent) em 2013/14. Para cada cruzamento dialélico foi feita uma mistura equitativa de 50 sementes F₃ colhidas de cada planta F₂. Em seguida, uma amostra de sementes F₃ de cada cruzamento foi semeada na parcela experimental que correspondeu a uma fileira de 3,0 m (2,0 m semeados + 1,0 m caminho) x 0,5 m, ou seja, 1,5 m². A geração F₃ foi avaliada em dois experimentos instalados na mesma área experimental na ESALQ-sede: no primeiro experimento, foi feito o controle da ferrugem e das demais doenças de fim de ciclo (DFC), por meio de aplicações sucessivas de fungicidas (triazóis e estrobilurinas; por exemplo, Opera[®] seguido por Priori Xtra[®]); já no segundo experimento, foi feito o controle das DFC exceto a ferrugem, por meio de pulverizações com fungicida do grupo dos benzimidazóis, no caso o Derosal (Figura 3). Essa estratégia tem sido empregada com resultados positivos por alguns autores como, por exemplo, Araújo e Vello (2010); Vello e Carvalho (2013) com a finalidade de se estimar o efeito da FAS.

Além do efeito ferrugem foram avaliados em 2013/14 os caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), valor agrônômico (VA), acamamento (AC), estande (ES), produtividade de grãos (PG) e peso de cem sementes (PCS), descritos no item 4.4 a seguir.

4.3.3 Geração F₄

A geração F₄ foi conduzida e avaliada em 2014/15 de maneira semelhante ao que foi antes descrito para a geração F₃, por meio do método da descendência de sementes múltiplas (MSD) e a partir de uma mistura equitativa de sementes F₄ colhidas em cada planta F₃. Novamente foram instalados dois experimentos em uma mesma área experimental na ESALQ-sede: no primeiro experimento, foi feito o controle da ferrugem e das demais doenças de fim de ciclo (DFC), por meio de aplicações sucessivas de fungicidas (triazóis e estrobilurinas; por exemplo, Opera[®] seguido por Priori Xtra[®]); já no segundo experimento, foi feito o controle das DFC exceto a ferrugem, por meio de pulverizações com fungicida do grupo dos benzimidazóis, no caso o Derosal (Figura 3). Também de maneira semelhante ao antes descrito para a geração F₃, foi estimado o efeito da FAS. Os mesmos caracteres agrônômicos avaliados na geração F₃ foram avaliados nesta geração F₄, os quais são relatados a seguir.

4.4 Caracteres avaliados

4.4.1 Número de dias para o florescimento (NDF)

O número de dias para o florescimento (NDF) corresponde ao intervalo em dias entre a data da semeadura e a data do florescimento de 50% das plantas da área útil da parcela.

4.4.2 Número de dias para a maturidade (NDM)

O número de dias para a maturidade (NDM) compreendeu o período entre a semeadura da soja e o estágio fenológico R₈ (maturação) (FEHR; CAVINESS, 1977).

4.4.3 Altura da planta na maturidade (APM)

A altura da planta na maturidade (APM) correspondeu à distância em centímetros, do colo da planta até a inserção da última vagem na época em que a planta atingiu a maturidade, ou seja, no estágio reprodutivo R₈.

4.4.4 Acamamento (AC)

O acamamento (AC) envolveu uma escala visual de notas variando de 1 (100% de plantas eretas na parcela) a 5 (100% de plantas acamadas na parcela) (SEDIYAMA et al., 1993).

4.4.5 Valor agronômico (VA)

O valor agronômico (VA) foi avaliado no estágio R₈ através de escala visual de notas, variando de 1 (plantas agronomicamente inadequadas) até 5 (plantas agronomicamente excepcionais). A nota é subjetiva, pois reúne em um índice visual vários caracteres observados na parcela, relacionados principalmente com a arquitetura das plantas, quantidade de ramificações, número de vagens, altura de inserção da primeira vagem, vagens bem granadas e distribuídas uniformemente ao longo de toda a planta, altura, vigor e sanidade das plantas.

4.4.6 Estande (ES)

O estande foi avaliado de acordo com uma escala visual de notas variando de 1 (parcela com muitas falhas) até 5 (parcela bem uniforme e completa de plantas).

4.4.7 Produtividade de grãos (PG)

Todas as plantas da área útil de cada parcela foram colhidas e debulhadas individualmente nas gerações F₂ e F₃, enquanto na geração F₄ as plantas da parcela foram trilhadas em conjunto. As sementes obtidas passaram por uma pré-secagem em ambiente de laboratório, com ventilação e à sombra, até a estabilização da umidade em aproximadamente 13%. A seguir, foi realizada a pesagem das sementes, sendo os dados obtidos (g.parcela⁻¹) transformados para kg ha⁻¹.

4.4.8 Peso de cem sementes (PCS)

O peso de cem sementes (PCS) foi obtido através da retirada de amostras de 100 sementes sadias do material colhido na parcela, efetuando-se a pesagem em uma balança de precisão (AS5500C, Marte ®, Brasil). O PCS é uma medida aproximada do tamanho das sementes e também pode ser utilizado para medir o efeito ferrugem, uma vez que a redução do tamanho das sementes é um dos sintomas causados pela ferrugem (TICHAGWA, 2004).

4.4.9 Efeito ferrugem (EF)

O efeito ferrugem (EF) foi estimado para cada genótipo, por meio da diferença entre as médias ajustadas de PG e PCS obtidas nos dois experimentos vizinhos com manejos distintos de doenças utilizando fungicidas, sendo: a) manejo 1, com aplicações sucessivas de fungicidas que controlam a ferrugem e outras doenças de fim de ciclo (DFC), por exemplo Opera[®] seguido por Priori Xtra[®]); b) manejo 2, com aplicações de fungicida que controla as DFC exceto a ferrugem, no caso o Derosal. Foram realizadas três aplicações de fungicidas em todos os experimentos. As aplicações foram realizadas na fase reprodutiva das plantas, sendo a primeira aplicação realizada entre os estádios R₁ e R₂ (FEHR; CAVINESS, 1977), mesmo com a ausência de sintomas da ferrugem no campo.

Nos anos agrícolas 2013/14 e 2014/15, o manejo 1 foi feito com o fungicida Opera[®] (Piraclostrobina 133 g/L e Epoxiconazol, 50 g/L, BASF) nas duas primeiras aplicações e com o fungicida Priori Xtra[®] (Azoxistrobina 200 g/L e Ciproconazol 80 g/L, Syngenta) na terceira aplicação. O manejo 2 foi sempre feito com aplicações do fungicida Derosal[®] 500 SC (Carbendazim, 500 g/L, Bayer).

Para cada genótipo, a diferença entre as médias ajustadas de PG e PCS nos dois experimentos com manejos distintos de fungicidas, estimou o efeito ferrugem (EF), representado pela seguinte expressão:

$$EF = \overline{Derosal^{®}} - \overline{(Opera^{®} \& Priori Xtra^{®})}$$

Valores de EF próximos de zero indicaram reação de tolerância a FAS, enquanto que valores negativos diferentes de zero indicaram reação de sensibilidade a FAS.

A taxa de reação à ferrugem (TRF%) sobre a PG e sobre o PCS baseada no efeito ferrugem foi calculada pela seguinte expressão:

$$TRF\% = \left(\frac{EF}{\overline{Derosal^{®}}} \right) \times 100$$

4.4.10 Reação à ferrugem asiática

4.4.10.1 Severidade da doença (SD)

O termo incidência refere-se à frequência de plantas doentes em uma amostra ou população, enquanto que severidade é a porcentagem da área de tecido coberto por sintomas. Já a intensidade pode ser expressa como incidência ou severidade, requerendo esclarecimento prévio. Assim, a severidade é mais apropriada para quantificar doenças foliares como a FAS (AMORIM, 1995).

A severidade da doença (SD) foi medida por meio de uma amostra aleatória de cinco plantas de cada parcela nos experimentos com aplicação do fungicida Derosal[®] (controla as doenças de fim de ciclo, exceto a FAS). A avaliação foi realizada por notas visuais variando de 1 (folhas com até 0,6% de área infectada) a 6 (folhas com até 78,5% de área infectada), baseando-se na escala diagramática proposta por Godoy et al. (2006) (Figura 4). Dentro desta escala de 1 a 6, os genótipos com notas entre 1 e 2 foram considerados resistentes, com notas entre 2 e 3 moderadamente resistentes, com notas entre 3 e 4 moderadamente suscetíveis e com notas entre 4 e 6 suscetíveis.

No experimento do ano agrícola 2013/14 também foi avaliada a severidade no manejo de doenças com aplicações sucessivas de Opera[®] e Priori Xtra[®] (controla a ferrugem e as demais doenças de fim de ciclo).

Em 2013/14, a primeira avaliação (NF1) das cinco plantas de cada parcela nas duas repetições dos dois manejos de doenças foi realizada nos dias 25 e 26/02/2014 (92 e 93 dias após a semeadura) e a segunda avaliação (NF2) foi realizada nos dias 12 e 13/03/2014 (107 e 108 dias após a semeadura). Em 2014/15, a primeira avaliação (NF1) das cinco plantas de cada parcela nas quatro repetições com o manejo 2 de doenças (sem o controle da ferrugem), foi realizada nos dias 24, 25 e 26/02/2015 (106, 107 e 108 dias após a semeadura). A segunda avaliação (NF2) foi realizada nos dias 5 e 6/03/2015 (115 e 116 dias após a semeadura).

4.4.10.2 Gráficos da reação à ferrugem

Gráficos foram gerados para visualizar a classificação dos diferentes genótipos em resistentes, moderadamente resistentes, moderadamente tolerantes, tolerantes, não-tolerantes e suscetíveis. Essa distinção da reação a FAS nos genótipos testados pôde ser realizada através

do contraste entre o EF (eixo Y), para PG e PCS, com as NF2 (eixo X). A representação gráfica utilizada pode ser observada na Figura 5.

Desta forma, os grupos formados foram caracterizados da seguinte forma: resistentes (apresentaram notas entre 1 e 2 para reação a FAS e baixa perda de PG e PCS); moderadamente resistentes (apresentaram notas entre 2 e 3 para reação a FAS e baixa perda de PG e PCS); moderadamente tolerantes (apresentaram notas entre 3 e 4 para reação a FAS e baixa perda de PG e PCS); tolerantes (apresentaram notas entre 4 e 6 para reação a FAS e baixa perda de PG e PCS); não-tolerantes (apresentaram notas entre 1 e 3 para reação a FAS e alta perda de PG e PCS) e suscetíveis (apresentaram notas entre 3 e 6 para reação a FAS e alta perda de PG e PCS).

4.5 Parâmetros genéticos

4.5.1 Herdabilidade

O coeficiente de herdabilidade no sentido amplo, em porcentagem, foi estimado a partir das variâncias fenotípicas, genéticas e ambientais pela seguinte expressão:

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

Em que:

h_a^2 : é a herdabilidade no sentido amplo;

σ_F^2 : é a variância fenotípica;

σ_E^2 : é a variância ambiental;

σ_G^2 : é a variância genética.

A herdabilidade define-se como a proporção herdável da variabilidade total (FALCONER; MACKAY, 1996). Essa é uma medida da influência genética e informa que parte da variação em um fenótipo pode ser atribuída à variação no genótipo, possibilitando estimativas como o ganho genético esperado com a seleção (ALLARD, 1999). A herdabilidade no sentido amplo corresponde à proporção da variabilidade observada ocasionada por efeitos dos genes (CARVALHO et al., 2001).

4.5.2 Heterose

A heterose ou vigor híbrido é o fenômeno pelo qual os descendentes provenientes de cruzamentos apresentam melhor desempenho do que a média de seus genitores. Assim, a heterose foi calculada em porcentagem para o caráter PG e estimada de acordo com Vencosvsky 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:

$$h(\%) = \frac{2(\overline{F_2} - \overline{MP})}{\overline{MP}} .100$$

Em que:

$h(\%)$: é a heterose em porcentagem;

$\overline{F_2}$: é a média do caráter na geração F_2 ;

$\overline{MP}$: é a média do caráter nos genitores.

A heterose será mais pronunciada quanto mais divergente, ou seja, quanto mais diferentes geneticamente forem os genitores envolvidos no cruzamento.

4.5.3 Depressão por endogamia

A depressão por endogamia refere-se à perda de vigor na descendência ocasionado pelo aparecimento de genes deletérios e letais em condição homozigótica. Assim, sua estimativa foi obtida de acordo com Vencosvsky e Barriga (1992), pela seguinte expressão:

$$\bar{P} - \bar{S}_1 = \frac{1}{2} \hat{d}$$

Em que:

$\bar{P}$: é a média do caráter em uma população panmítica;

$\bar{S}_1$: é a média do caráter nas progênes S_1 , correspondente à geração F_2 no caso desta pesquisa;

$\hat{d}$: é a depressão endogâmica.

4.6 Caracterização dos locais experimentais

Os experimentos foram conduzidos na ESALQ, em área com solo do tipo Nitossolo Vermelho Eutroférico típico, textura argilosa, A moderado (NVef1), popularizado como Terra Roxa, e situa-se dentro da sede da ESALQ/USP.

As coordenadas geográficas do município de Piracicaba são 22°42'30'' de latitude Sul e 47°39'00'' de longitude oeste, com altitude média de 546 m acima do nível do mar. O clima da região é do tipo subtropical úmido – Cwa, conforme classificação de Köppen, com verão chuvoso e inverno seco e precipitações médias anuais de 1230 mm. As temperaturas médias mensais variam de 25,4°C no verão a 17,9°C no inverno, com temperatura média anual de 21,6°C.

O preparo do solo foi similar para todos os experimentos. O solo foi arado e gradeado de acordo com o sistema de cultivo convencional. A adubação mineral utilizada foi da fórmula 4-20-20, de acordo com as recomendações técnicas. Foram aplicados herbicidas pré e pós-emergentes para o controle de plantas daninhas, de acordo com o manejo convencional de soja. Foi utilizada irrigação suplementar por aspersão logo após a semeadura e durante o ciclo da cultura, quando necessário. O controle de insetos foi realizado com uma combinação de controle biológico e controle químico, quando necessário.

4.7 Análises estatístico-genéticas

4.7.1 Ajuste das médias baseado nas testemunhas

As análises dos dados obtidos foram realizadas com auxílio do Programa Computacional R e do Programa Estatístico Genes (CRUZ, 2001; R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011). A análise inicial foi útil para determinar a necessidade de ajuste pela análise de variância das testemunhas comuns dentro dos conjuntos experimentais. Dessa forma, a uniformidade ambiental foi testada dentro dos conjuntos. Na ocorrência de desuniformidade, os cruzamentos e genitores tiveram seus valores ajustados pelas testemunhas comuns. Para esta análise foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

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

Em que:

Y_{ijk} : é o valor observado referente à testemunha 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 i , sendo ($i = 1, 2$ e 3);

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

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

r_j : é o efeito aleatório da repetição j , sendo ($j = 1, 2, \dots, 10$);

$e_{(ijk)}$: 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 .

Quando foi constatado que as fontes de variação conjuntos ou a interação testemunhas x conjuntos foram significativas, foi realizado o ajuste das médias. Para tanto, foi calculado um índice de ajuste para cada conjunto, obtido pela diferença entre a média das testemunhas em um dado conjunto e a média geral das testemunhas em todos os conjuntos (PIMENTEL GOMES, 2000).

4.7.2 Análises de variância

Com as médias ajustadas, as análises de variância foram feitas segundo o delineamento experimental de blocos ao acaso:

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + r_j + e_{(ij)} + d_{(ij)k}$$

Em que:

Y_{ijk} : é o valor observado referente à planta k do genótipo i e na repetição j ;

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

g_i : é o efeito aleatório do genótipo i , sendo ($i = 1, 2, \dots, 64$);

r_j : é o efeito aleatório da repetição j , sendo ($j = 1, 2, \dots, 10$);

$e_{(ij)}$: é o efeito aleatório do resíduo experimental da parcela que recebeu o genótipo i na repetição j , admitindo-se que os resíduos são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 ;

$d_{(ij)k}$: é o efeito aleatório da planta k dentro da parcela ij , ($k = 1, 2, \dots, 20$).

4.7.3 Testes de médias

Foi utilizado o teste de comparações múltiplas e agrupamento de médias de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade, cuja significância é formulada sobre o teste de qui-quadrado (χ^2).

A principal vantagem em sua utilização ocorre pelo fato de 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).

4.7.4 Análise dialélica de Griffing

A definição de cruzamento dialélico dada por Griffing (1956) apresenta esse tipo de cruzamento como sendo o conjunto das p^2 combinações híbridas possíveis de serem obtidas com p genitores. As metodologias de análise dialélica têm por finalidade analisar o delineamento genético, provendo de estimativas de parâmetros úteis na seleção de genitores para hibridações e no entendimento dos efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Dialelos parciais envolvem dois grupos de genitores distintos (I e J) e um número menor de seus respectivos cruzamentos, razão pela qual têm sido usados para superar a principal limitação dos dialelos completos, ou seja, o grande número de cruzamentos (GERALDI; MIRANDA FILHO, 1988), além de realizar cruzamento de materiais com características complementares.

Modelos adaptados foram sugeridos por Geraldi e Miranda Filho (1988), semelhantes ao modelo de Gardner e Eberhart (1966), envolvendo I genitores do Grupo 1, J genitores do Grupo 2 e IJ cruzamentos.

A análise dialélica foi realizada após a obtenção das médias dos cruzamentos em cada parcela, na geração F_2 . Para estimar os efeitos da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação, os dados foram analisados de acordo com o método 4 do modelo I de Griffing (1956), ou seja, são incluídos na análise dialélica apenas os híbridos.

O efeito da CGC está relacionado a genes de efeitos aditivos, enquanto a CEC a genes de efeitos não aditivos, sobretudo aos diferentes tipos de dominância gênica. Além disso, a

estimativa da CGC é um importante indicador para determinar se a frequência de genes favoráveis no genitor é elevada (CRUZ; VENCovsky, 1989). Já a CEC fornece informações a respeito dos cruzamentos geneticamente superiores, sendo consequência da complementação gênica (distância genética) entre os genitores.

Essa estimação foi realizada através do Programa Estatístico Genes (CRUZ, 2001) para um dialelo parcial, a fim de se predizer o potencial e a capacidade de combinação dos cruzamentos.

A análise de variância do dialelo foi realizada utilizando-se o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : média do cruzamento envolvendo o i-ésimo genitor do grupo 1 e o j-ésimo genitor do grupo 2;

μ : média geral do dialelo;

g_i : efeito da capacidade geral de combinação do i-ésimo genitor do grupo 1;

g_j : efeito da capacidade geral de combinação do j-ésimo genitor do grupo 2;

s_{ij} : efeito da capacidade específica de combinação do cruzamento entre os genitores i e j; e

e_{ij} : erro experimental médio.

Nesse modelo é considerado que $s_{ij} = s_{ji}$.

4.7.5 Análises de variância individuais nos anos agrícolas 2013/14 e 2014/15

Inicialmente, análises de variância foram realizadas com as testemunhas comuns para averiguar a necessidade de ajustes dos dados entre os diferentes conjuntos experimentais, a fim de minimizar diferenças ambientais dentro de cada repetição. Para tanto foi utilizado o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijklm} = \mu + t_i + h_l + th_{(il)} + t(rh)_{ijl} + c(rh)_{kjl} + e_{ijkl} + d_{ijklm}$$

Em que:

Y_{ijklm} : é o valor observado referente à testemunha i dentro do conjunto k na repetição j e no experimento h;

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

t_i : é o efeito fixo da testemunha i, sendo (i = 1, 2 e 3);

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

h_l : é o efeito aleatório do experimento l, sendo ($l = 1, 2, 3$ e 4)

$th_{(il)}$: é o efeito da interação da testemunha i com o experimento l;

$t_i(rh)_{jl}$: é o efeito das testemunhas i na repetição j e no experimento l;

$c_k(rh)_{jl}$: é o efeito do conjunto k na repetição j e no experimento l;

e_{ijkl} : é o efeito aleatório do resíduo experimental da parcela que recebeu a testemunha i dentro do conjunto k na repetição j e no experimento l, admitindo-se que os resíduos são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 ;

d_{ijklm} : é o efeito aleatório do resíduo experimental da planta m na parcela que recebeu a testemunha i dentro do conjunto k na repetição j e no experimento l, admitindo-se que os resíduos são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 .

A significância da fonte de variação “conjuntos/repetições/experimentos” e ou da interação conjuntos x testemunhas indicou a necessidade de ajuste das médias para reduzir a variação ambiental dentro de cada conjunto experimental. Dessa forma, foi obtido um índice de correção calculado para cada conjunto obtido pela diferença da média das testemunhas de um dado conjunto e a média geral das testemunhas (PIMENTEL GOMES, 2000).

Posteriormente aos ajustes de médias, quando necessário, as análises de variância foram realizadas de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + r_j + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : é o valor observado referente à parcela do genótipo i e na repetição j;

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

g_i : é o efeito aleatório do genótipo i, sendo ($i = 1, 2, \dots 64$);

r_j : é o efeito aleatório da repetição j, sendo ($j = 1, 2, 3, 4$);

$e_{(ij)}$: é o efeito aleatório do resíduo experimental da parcela que recebeu o genótipo i na repetição j, admitindo-se que os resíduos são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 .

4.7.6 Análises de variância dos manejos de fungicidas em 2013/14 e 2014/15

A análise conjunta considerando os dois manejos de fungicidas foi realizada de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + r_j + f_k + (gf)_{ik} + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} : é o valor observado referente à parcela do genótipo i , na repetição j , no manejo de fungicida k ;

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

g_i : é o efeito aleatório do genótipo i , sendo ($i = 1, 2, \dots, 64$);

r_j : é o efeito aleatório da repetição j , sendo ($j = 1, 2, 3, 4$);

f_k : é o efeito aleatório do fungicida k , sendo ($k = 1, 2$);

gf_{ik} : é o efeito da interação do genótipo i com o fungicida k ;

e_{ijk} : é o efeito aleatório do resíduo experimental da parcela que recebeu o genótipo i na repetição j com o manejo de fungicida k , admitindo-se que os resíduos são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 .

4.7.7 Análises de variância da severidade da ferrugem nos manejos de fungicidas em 2013/14

A análise conjunta das notas de ferrugem (NF1 e NF2) considerando os dois manejos de fungicidas foi realizada conforme o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + g_i + r_j + f_k + (gf)_{ik} + e_{ijkl} + d_{ijkl}$$

Em que:

Y_{ijkl} : é o valor observado referente à planta l do genótipo i e na repetição j , no manejo de fungicida k ;

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

g_i : é o efeito aleatório do genótipo i , sendo ($i = 1, 2, \dots, 64$);

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

f_k : é o efeito aleatório do fungicida k , sendo ($k = 1, 2$);

gf_{ik} : é o efeito da interação do genótipo i com o fungicida k ;

$e_{(ij)}$: é o efeito aleatório do resíduo experimental da parcela que recebeu o genótipo i na repetição j no manejo de fungicida k , admitindo-se que os resíduos são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 ;

$d_{(ij)k}$: é o efeito aleatório da planta l dentro da parcela ij , ($l = 1, 2, 3, 4, 5$).

4.7.8 Análises de variância da severidade da ferrugem em 2014/15

A análise de variância das notas de ferrugem (NF1 e NF2) considerando somente o manejo de fungicida 2 (sem controle da ferrugem) foi realizada conforme o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + r_j + e_{ij} + d_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} : é o valor observado referente à planta k do genótipo i e na repetição j;

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

g_i : é o efeito aleatório do genótipo i, sendo (i = 1, 2, ... 64);

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

$e_{(ij)}$: é o efeito aleatório do resíduo experimental da parcela que recebeu o genótipo i na repetição j, admitindo-se que os resíduos são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 ;

$d_{(ij)k}$: é o efeito aleatório da planta k dentro da parcela ij, (k = 1, 2, 3, 4, 5).

4.7.9 Análises de variância conjunta dos manejos de fungicidas em 2013/14 e 2014/15

A análise conjunta considerando os dois manejos de fungicidas e o dois anos agrícolas (2013/14 e 2014/15) foi realizada conforme o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + g_i + r_j(fa)_{kl} + f_k + (gf)_{ik} + a_l + (ga)_{il} + gfa_{ikl} + e_{ijkl}$$

Em que:

Y_{ijkl} : é o valor observado referente à parcela do genótipo i, na repetição j, no manejo de fungicida k e no ano agrícola l;

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

g_i : é o efeito aleatório do genótipo i, sendo (i = 1, 2, ... 64);

$r_j(fa)_{kl}$: é o efeito aleatório da repetição j dentro do fungicida k e ano l, sendo (j = 1, 2, 3, 4);

f_k : é o efeito aleatório do fungicida k, sendo (k = 1, 2);

gf_{ik} : é o efeito da interação do genótipo i com o fungicida k;

a_l : é o efeito aleatório do ano l, sendo (l = 1, 2);

ga_{il} : é o efeito da interação do genótipo i com o ano l ;

fa_{kl} : é o efeito da interação do fungicida k com o ano l ;

gfa_{ikl} : é o efeito da interação do genótipo i com o fungicida k com o ano l ;

e_{ijkl} : é o efeito aleatório do resíduo experimental da parcela que recebeu o genótipo i na repetição j com o manejo de fungicida k no ano agrícola l , admitindo-se que os resíduos são independentes e normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 .

É importante ressaltar que a fonte de variação cruzamentos ao ser analisada conjuntamente nos dois anos agrícolas, contém um efeito de confundimento referente às gerações, pois nos dois anos agrícolas os cruzamentos estavam em gerações precoces (F_3 e F_4) e, conseqüentemente, ainda deve existir algum grau de heterogeneidade genética entre as duas gerações.

4.7.10 Significância do efeito ferrugem

Foi utilizado o teste para duas amostras dependentes (dados pareados), recomendado quando o mesmo grupo de elementos é submetido a algum tipo de tratamento em duas situações distintas (ou dois tempos distintos) (ANDRADE; OGLIARI, 2013). O objetivo foi saber se um determinado tratamento realizado fez com que o resultado final tenha sido alterado. As hipóteses testadas foram:

$$H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0 \quad vs \quad H_1 : \begin{matrix} \mu_1 - \mu_2 < 0 \\ \mu_1 - \mu_2 \neq 0 \\ \mu_1 - \mu_2 > 0 \end{matrix}$$

A estatística do teste é dada por:

$$T = \frac{\bar{d} - \mu_0}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}}$$

Em que:

$\bar{d}$: é a média das diferenças entre os dois grupos, dada por:

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n di = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_{i1} - Y_{i2}), \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$\bar{d} = \bar{Y}_1 - \bar{Y}_2$$

S_d : é o desvio padrão das diferenças entre os dois grupos, dado por:

$$S_d^2 = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n d_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n d_i)^2}{n} \right]$$

Portanto, observa-se que a diferença para o teste para igualdade de duas médias independentes está no cálculo da variância, que é feito considerando-se todas as diferenças entre as observações dependentes.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Aspectos gerais

As condições climáticas registradas nos três anos agrícolas (2012/13, 2013/14 e 2014/15) estão apresentadas no Gráfico 1. Em 2012/13 as condições pluviométricas e a temperatura atingiram níveis adequados ao desenvolvimento da cultura, enquanto que em 2013/14 ocorreu uma forte seca que foi prejudicial ao desenvolvimento da ferrugem asiática avaliada nesse ano através dos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem; manejo 2 – sem controle da ferrugem). Assim, irrigações complementares foram realizadas para o bom desenvolvimento da cultura. As condições apresentadas em 2014/15 também foram favoráveis ao desenvolvimento da cultura e da ferrugem asiática.

No primeiro ano agrícola (2012/13), o índice pluviométrico acumulado do mês de novembro ao mês de março foi de 781 mm e a umidade relativa média do ar em janeiro, fevereiro e março foram de 83,9%, 82,3% e 82,0%, respectivamente. Neste mesmo período, as temperaturas mensais variaram de 19,2°C a 31,7°C (ESALQ, 2015).

Já no segundo ano agrícola (2013/14), o índice pluviométrico acumulado do mês de novembro ao mês de março foi de 485 mm, menor que o ano anterior. Além disso, a umidade relativa média do ar em janeiro, fevereiro e março foram de 68,8%, 64,6% e 77,5%, respectivamente. Neste mesmo período, as temperaturas mensais variaram de 19,3°C a 33,7°C (ESALQ, 2015). Como as condições adequadas ao surgimento e desenvolvimento da ferrugem asiática são temperatura entre 18 e 26°C, umidade relativa do ar de 75% a 80% e período mínimo de molhamento foliar de seis horas, as condições climáticas observadas não foram favoráveis ao surgimento da doença. Wysmierski (2015) também observou uma baixa incidência de ferrugem asiática devido a fatores climáticos no mesmo local e no mesmo ano agrícola.

No último ano agrícola (2014/15), o índice pluviométrico acumulado do mês de novembro ao mês de março foi de 902 mm. Além disso, a umidade relativa média do ar em janeiro, fevereiro e março foram de 72,0%, 84,0% e 85,7%, respectivamente. Neste mesmo período, as temperaturas mensais variaram de 19,9°C a 33,7°C (ESALQ, 2015). Estas condições ambientais observadas no terceiro ano agrícola são bem mais próximas às daquelas do primeiro ano e muito diferentes daquelas do segundo ano; com isto, foram muito mais favoráveis ao desenvolvimento do patógeno e à manifestação da ferrugem.

5.2 Análises estatísticas

5.2.1 Análises de variâncias e testes de médias (Scott e Knott) em 2012/13

O resultado da análise de variância das três testemunhas (CB 07-958-B, BRS 133, IAC-100) no experimento com as populações dos cruzamentos (EC), necessário para o ajuste dos conjuntos conforme proposto por Federer (1956) está apresentado na Tabela 3. Esta análise testa apenas o efeito das testemunhas no delineamento escolhido. Dessa forma, se reduz o desvio padrão residual através do ajuste pelas testemunhas comuns, aumentando assim a precisão experimental (PIMENTEL GOMES, 2000). Observou-se que nem o efeito de conjuntos e nem da interação testemunhas x conjuntos foram significativos para os quatro caracteres avaliados, ou seja, não houve necessidade de nenhum ajuste das médias dos caracteres. Resultados similares foram observados por Vieira (2009) que também não detectou heterogeneidade dentro das repetições. Além disso, os coeficientes de variação (CVs) para os quatro caracteres foram baixos, oscilando de 0,990% para número de dias para maturidade (NDM) a 20,5% para produtividade de grãos (PG) (RAMALHO et al., 2012). Assim, o delineamento em blocos ao acaso foi considerado para as análises.

Boa precisão experimental foi observada nos experimentos com os genitores (EG, Tabela 4) e nos EC (Tabela 5) para os quatro caracteres. Coeficientes de variação (CVs) oscilando de 1,43% (NDF) a 24,0% (PG), e de 2,74% (NDF) a 22,0% (PG) foram observados nos respectivos experimentos. A ocorrência de CVs mais elevados observados para PG nos dois experimentos é considerado aceitável, pois se trata de um caráter quantitativo, para o qual é comum existir influência ambiental mais expressiva. Esses valores estão de acordo com os encontrados na literatura para experimentação em melhoramento de plantas (RAMALHO et al., 2012) e especialmente em melhoramento de soja (CARVALHO, 2015).

Os resultados das análises de variâncias (Tabelas 4 e 5) mostraram diferenças significativas ($p < 0,001$) pelo teste F para os quatro caracteres no EC, sendo eles número de dias para o florescimento (NDF), número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM) e produtividade de grãos (PG). Já no EG, o teste F só não foi significativo para PG. Assim, pode-se dizer que existe variabilidade genética tanto entre os genitores como entre os cruzamentos.

As médias gerais dos quatro caracteres nos EG e EC foram comparadas através do teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade, e estão apresentadas nas Tabelas de 7 a 11.

A média de PG apresentada pelo EC (Tabela 8) foi de 3017 kg/ha⁻¹ e a do EG (Tabela 7) foi de 2960 kg/ha⁻¹. Observou-se que os genitores que apresentaram as melhores capacidades médias de combinação (CMC), ou seja, médias superiores à média geral do dialelo foram USP02-16.122 (2), USP04-17.027 (4), USP04-17.039 (5), USP231-4124-04 (6), USP04-17.011 (10), USP231-2228-01 (11), USP231-2224-12 (13), USP231-2222-12 (16). A superioridade das médias desses oito genitores é decorrente de sua boa capacidade de combinação, permitindo elevada média de PG dos cruzamentos em que esses genitores estiveram envolvidos no esquema dialélico. As médias dos oito cruzamentos envolvendo cada um dos genitores listados anteriormente permitiram que eles contribuíssem para elevar a média experimental, e apresentaram produtividade superior à média geral de 12, 197, 189, 162, 166, 237, 67 e 145 kg/ha⁻¹, respectivamente. Analisando os dados da população de cada cruzamento, verificou-se que as combinações 4x13 (USP04-17.027 x USP231-2224-12), 8x11 (USP231-4112-01 x USP231-2228-01), 5x10 (USP04-17.039 x USP04-17.011), 2x16 (USP02-16.122 x USP231-2222-12), 6x10 (USP231-4124-04 x USP04-17.011) e 5x16 (USP04-17.039 x USP231-2222-12) foram as que apresentaram maiores médias de PG, indicando boa capacidade específica de combinação (CEC) entre eles e, também, reforçam a evidência dos genitores listados anteriormente apresentarem boa capacidade média de combinação. A partir do teste de Scott e Knott foi possível separar os cruzamentos em dois grupos (a e b). O grupo “a” contém 28 cruzamentos com médias variando de 3063 a 4040 kg/ha⁻¹, já o grupo “b” foi constituído por 36 cruzamentos com médias variando de 1995 a 3030 kg/ha⁻¹.

A variância encontrada dentro de genitores é a medida da variância ambiental, já que os genitores são linhagens. Ao contrário da variância fenotípica dentro de cruzamentos que apresenta os componentes de variância genética e ambiental. Na Tabela 6 está apresentada a análise de variância dentro de cruzamentos para PG, por meio da qual se constatou que 12 cruzamentos apresentaram variância genética significativa. Seis desses cruzamentos têm como um dos genitores o genitor USP 04-17.027 (4), fato que reforça a existência de alelos favoráveis nesse genitor, que combinam satisfatoriamente com os outros genitores.

Para NDF, as médias dos cruzamentos variaram de 44 a 49 dias, e a dos genitores de 48 a 53 dias (Tabelas 7 e 9). Os cruzamentos 4 x14 (USP 04-17.027 x USP 231-2224-12), 4x11 (USP 04-17.027 x USP 231-2228-01) e 4x13 (USP 04-17.027 x USP 231-2224-12) foram os que apresentaram maior período vegetativo (49, 49 e 48 dias, respectivamente) referindo-se ao grupo “a” do teste de Skott e Knott. Portanto, essas médias condizem com as

médias elevadas dos seus genitores USP 04-17.027 (53 dias), USP 231-2224-12 (50 dias), USP 231-2228-01 (50 dias) e USP 231-2224-12 (49 dias). Entre os genitores, o que apresentou maior média de combinação com os outros genitores foi o USP 04-17.027 (4) com média geral de 47 dias, enquanto o TMG INOX (9) apresentou menor média geral de combinação de 44 dias (Tabela 9). No caso do genitor USP 04-17.027 (4) é possível que este apresente genes para período juvenil longo (LOPES, 2002). Os genitores que apresentaram médias superiores à média do dialelo foram USP 04-17.027 (4), USP 231-4112-01 (8), USP 231-2228-01 (11), USP 231-2224-12 (13), USP 231-2224-12 (14) e USP 231-2222-12 (16). As médias observadas referem-se a materiais de ciclo precoce e semi-precoce, ou seja, fazem parte dos grupos de maturação VI e VII.

Verifica-se nas Tabelas 7 e 10 que para NDM as médias apresentadas pelos cruzamentos variaram de 114 [(1x9) USP 04-18.092 x TMG INOX] a 135 dias [(7x16) USP 231-3225-11 x USP 231-2222-12], enquanto que os genitores apresentaram média variando de 110 [TMG INOX (9)] a 128 dias [USP 04-17.027 (4), USP 231-3225-11 (7), USP 231-6101-10 (14) e USP 231-1228-09 (16)]. Os cruzamentos que tiveram como genitor TMG INOX (9) foram os mais precoces (118 dias), enquanto os que tiveram como genitores USP 04-17.027 (4), USP 231-3225-11 (7), USP 231-2132-04 (12), USP 231-2224-12 (13), USP 231-6101-10 (14) e USP 231-1228-09 (16) foram mais tardios com média geral acima da média do dialelo (124 dias).

Em relação à APM, os cruzamentos apresentaram médias oscilando de 63,56 [(8x9) USP 231-4112-01 x TMG INOX] a 132,5 cm [(5x14) USP 04-17.039 x USP 231-6101-10]. As médias dos genitores oscilaram de 55 [USP 231-1228-09 (15)] a 145 cm USP 04-17.027 (4) (Tabelas 8 e 11). Os cruzamentos que tiveram como genitores USP 04-17.027 (4) ou USP 04-17.039 (5) apresentaram as maiores médias gerais, bem acima da média do dialelo (91,8 cm). Portanto, esses genitores possuem hábito de crescimento indeterminado, além de também possuírem período vegetativo longo, pois conseguiram atingir alturas elevadas.

5.2.1.1 Heterose e depressão por endogamia

As estimativas de heterose e depressão por endogamia para PG estão apresentadas na Tabela 12. Por se tratar de um caráter quantitativo, observou-se grande variação nas estimativas desses dois parâmetros entre e dentro dos cruzamentos, o que revela ampla variabilidade genética e diferentes contribuições médias de cada genitor (SEDIYAMA et al., 1981).

As estimativas de heterose indicam quanto os cruzamentos produziram a mais em relação à média dos genitores, tendo variado de -52,9% [(8x9) USP 231-4112-01 x TMG INOX] a 66,5% [(8x11) USP 231-4112-01 x USP 231-2228-01]. A média geral foi de 4,55%, ou seja, as médias das populações tendem a serem superiores a dos pais. Observou-se que a maior contribuição média foi do genitor USP 231-1228-09 (15) com 178% e a menor foi do genitor USP 231-2224-12 (13) com -80,5%. Medeiros (2009) observou para PG heterose variando de -60% a 229% com média geral de 44%, ou seja, a média das populações tenderam a ser superiores à média dos pais.

Segundo Freire Filho (1988) verifica-se que a heterose possui um valor limitado para o melhoramento da soja, devido a dificuldades para realização de número suficiente de cruzamentos e a obtenção de pequeno número de sementes por cruzamento. Apesar disso, é evidente que o uso do vigor híbrido tem potencial para promover um considerável aumento na produtividade. Assim, 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).

Quando na sua máxima expressão ($F=1$) a endogamia confere a um genótipo a capacidade de fixação genética. Em outras palavras, a descendência é idêntica à planta mãe. A variação da depressão por endogamia foi de -18,0% [(8x9) USP 231-4112-01 x TMG INOX] a 12,5% [(8x11) USP 231-4112-01 x USP 231-2228-01]. Os cruzamentos que apresentaram maiores valores de depressão por endogamia para PG foram 12,5% [(8x11) USP 231-4112-01 x USP 231-2228-01], 9,88% [(5x15) USP 04-17.039 x USP 231-1228-09], 9,84% [(4x12) USP 04-17.027 x USP 231-2132-04] e 9,73% [(4x13) USP 04-17.027 x USP 231-2224-12]. Isso sugere que esses cruzamentos apresentaram declínio de produtividade quando autofecundados, o que correspondeu, a uma redução de 473, 324, 345 e 393 kg/ha⁻¹, respectivamente, em 2013/14.

De acordo com os resultados obtidos para heterose e para depressão por endogamia, existe certa evidência de herança aditiva e de dominância para o caráter. Sabe-se que efeitos de dominância estão intimamente relacionados com a endogamia.

Assim, a endogamia presente nesses cruzamentos poderá incrementar a variância genética aditiva e a herdabilidade, podendo então serem utilizados em futuros programas de melhoramento genético (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992).

5.2.1.2 Herdabilidade no sentido amplo e variância genética

A herdabilidade é um parâmetro de grande importância para o melhoramento genético, pois expressa a porcentagem da variância fenotípica que é devida às variações de natureza genética. A existência da variabilidade genética na população é o principal fator para o sucesso de um programa de melhoramento. Esse coeficiente indica a proporção relativa da variabilidade genética disponível a ser explorada pela seleção artificial (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

Para fins de melhoramento genético, a herdabilidade no sentido restrito é a mais adequada, uma vez que considera somente a aditividade, que é a porção herdável da variância genética. No entanto, a herdabilidade no sentido amplo é importante para plantas de propagação vegetativa, nas quais o genótipo é herdado integralmente pelos descendentes, e ou para as plantas de autofecundação, pois em gerações avançadas de endogamia, espera-se que a herdabilidade no sentido amplo e no sentido restrito sejam praticamente iguais (HANSON, 1963).

Os cruzamentos que apresentaram os maiores valores de herdabilidade foram 66,6% [(4x13) USP 04-17.027 x USP 231-2224-12], 65,9% [(1x15) USP 04-18.092 x USP 231-1228-09] e 60,0% [(4x9) USP 04-17.027 x TMG INOX] (Tabela 13). Assim, esses cruzamentos respondem melhor a seleção, pois as melhores plantas têm maior probabilidade de gerar indivíduos superiores dentro de cada cruzamento. Cruzamentos com herdabilidades em torno de 70% já foram encontradas por Vieira (2009). O genitor que apresentou a maior média geral no dialelo foi o USP 04-17.027 (4) (54,2%) e o que apresentou a menor média geral foi o USP 02-16.045 (3) (8,79%). Em 15,6% dos cruzamentos a variação ambiental foi maior do que a genética, pois tais cruzamentos apresentaram herdabilidades negativas.

5.2.1.3 Análise dialélica

Na Tabela 14 estão os resultados da análise de variâncias obtidos para avaliar as capacidades geral (CGC) e específicas de combinação (CEC) entre os genitores segundo modelo de Griffing (1956) para NDF, NDM, APM e PG. O resíduo foi dividido pelo número de repetições já que o modelo trabalhou com as médias dos cruzamentos (CRUZ, 2001).

A análise revelou que os valores de CGC e CEC tanto para o grupo I (oito linhagens com tolerância a um complexo de doenças e alto teor de óleo) quanto para o grupo II (oito linhagens com tolerância a um complexo de doenças e a FAS) foram significativas ($p < 0,001$)

pelo teste F para os quatro caracteres avaliados. A significância dos quadrados médios de CGC e CEC indicam que a variabilidade existente é decorrente da ação tanto dos efeitos aditivos dos genes (CGC) quanto dos efeitos não aditivos, ou seja, efeitos de dominância e ou efeitos epistáticos dos genes (CEC) (GRIFFING, 1956).

5.2.1.4 Estimativas da capacidade geral (CGC) e específica (CEC) de combinação do dialelo parcial 8 x 8 pelo método 4 de Griffing na geração F₂

Na Tabela 15 estão apresentadas as CGC dos genitores e as CEC entre os cruzamentos para PG. No grupo I, os genitores que se destacaram foram USP 04-17.027 (4) e USP 04-17.039 (5) e no grupo II o USP 231-2228-01 (11), fato que sugere uma maior concentração de alelos favoráveis para produção de grãos nesses genitores. Os genitores USP 231-4124-04 (6), USP 04-17.011 (10) e USP 231-1228-09 (16) também são promissores, pois apresentaram altas e positivas estimativas de *gi*. O genitor que apresentou a menor concentração de alelos favoráveis foi o TMG INOX (9).

O efeito da CEC sugere o desvio de um híbrido em relação ao que seria esperado com base na CGC de seus genitores. Se o valor absoluto da CEC for alto, o sinal indicará se o cruzamento apresentou melhor (sinal positivo) ou pior (sinal negativo) resultado do que o esperado pela CGC (CRUZ; CARNEIRO, 2003).

De acordo com a Tabela 15, o maior valor de *sij* ocorreu no cruzamento (4x13) USP 04-17.027 x USP 231-2224-12 que também apresentou média alta entre os cruzamentos. Apesar do genitor USP 231-2224-12 (13) não apresentar um alto valor de CGC como o genitor USP 04-17.027 (4), a complementariedade dos locos gerou uma combinação melhor do que o esperado com base na CGC dos respectivos genitores.

Os cruzamentos (2x16) USP 02-16.122 x USP 231-2222-12, (5x14) USP 04-17.039 x USP 231-6101-10, (1x15) USP 04-18.092 x USP 231-1228-09 e (3x14) USP 02-16.045 x USP 231-6101-10 também tiveram altos valores de CEC, sendo suas médias altas e não diferindo significativamente da média do cruzamento com maior valor de *sij* (Tabela 8). Esses cruzamentos também apresentaram os maiores valores de heterose, embora com variações nas ordens de classificação, com exceção do (2x16) USP 02-16.122 x USP 231-2222-12 que apresentou valores positivos intermediários de heterose.

Também na Tabela 15 estão os cruzamentos que apresentaram os menores valores de *sij* que são (5x13) USP 04-17.039 x USP 231-2224-12, (8x9) USP 231-4112-01 x TMG INOX, (7x15) USP 231-3225-11 x USP 231-1228-09 e (1x16) USP 04-18.092 x USP 231-

2222-12. Nota-se que os genitores que participaram desses cruzamentos apresentaram baixos valores de CGC, exceto para o (5x13) USP 04-17.039 x USP 231-2224-12 em que os dois genitores apresentaram alto e moderado valores de CGC. Isso sugere que apesar dos genitores possuírem alta frequência de alelos favoráveis, a combinação entre eles não foi satisfatória, ou que os efeitos de dominâncias e epistasia possam ter influenciado na expressão dos genes para produção de grãos.

As estimativas da CGC dos genitores e as CEC entre os cruzamentos para NDF estão apresentadas na Tabela 16. O genitor que apresentou maior valor de CGC foi o USP 04-17.027 (4) e pertence ao grupo I, assim os cruzamentos com esse genitor apresentaram maior fase vegetativa, podendo considerá-lo como fonte de alelos favoráveis ao período juvenil longo. Já o genitor TMG INOX (9) pertencente ao grupo II foi o que apresentou menor valor de CGC, portanto os cruzamentos com tal genitor possuem período vegetativo mais reduzido.

De acordo com a Tabela 16, o maior valor de *sij* ocorreu no cruzamento (4x14) USP 04-17.027 x USP 231-6101-10 que também apresentou média alta (Tabela 9) entre os cruzamentos o menor valor de *sij* ocorreu no cruzamento (2x14) USP 02-16.122 x USP 231-6101-10. A justificativa do genitor USP 231-6101-10 (14) estar presente nos cruzamentos com maior e menor valor de *sij*, se deve as diferentes combinações possíveis dos alelos para NDF com os respectivos genitores.

Para NDM as estimativas da CGC dos genitores e as CEC dos cruzamentos estão apresentadas na Tabela 17. O genitor que apresentou maior valor de CGC foi o USP 231-3225-11 (7) e pertence ao grupo I, assim os cruzamentos com esse genitor foram mais tardios (média de 127 dias). Já o genitor TMG INOX (9) pertencente ao grupo II foi o que apresentou menor valor de CGC, portanto os cruzamentos com tal genitor foram mais precoces (média de 118 dias).

O maior valor de *sij* ocorreu no cruzamento (3x15) USP 02-16.045 x USP 231-1228-09 que também apresentou média alta (125 dias, Tabela 10) entre os cruzamentos e o menor valor de *sij* ocorreu no cruzamento (5x16) USP 04-17.039 x USP 231-2222-12 (Tabela 17).

Os efeitos da CGC dos genitores e da CEC dos cruzamentos para APM, mostrados na Tabela 18, revelam que os genitores USP 04-17.027 (4) e USP 04-17.039 (5) foram os que apresentaram maiores valores de CGC, sugerindo aumento na altura das plantas em que tais genitores participam. O genitor USP 02-16.045 (3) foi o que apresentou menor valor de CGC, portanto confere baixa estatura às plantas dos cruzamentos que participa. As médias apresentadas na Tabela 11 confirmam os resultados observados.

5.2.2 Análises de variâncias (ANAVA) do ano agrícola 2013/14

De acordo com a metodologia descrita por Carbonell (1995) e Rocha (1998), a análise de resíduos através de Gráficos permitiu verificar se as pressuposições da ANAVA são atendidas. Após este procedimento foi realizado o teste de Shapiro-Wilk (1965) para verificar a normalidade dos dados. Para os dados que não apresentaram normalidade, foi verificada a homogeneidade de variâncias através dos testes de Bartlett (1937). Desta forma, nessa geração, os dados referentes aos caracteres (VA, AC e ES) foram transformados para $(x + 1,0)^{0,5}$, no intuito de ajustar os dados à distribuição normal e estabilizar as variâncias.

Na Tabela 19 observa-se a análise de variância das testemunhas para verificar a necessidade do ajuste das médias nos conjuntos, de acordo com Federer (1956). O objetivo do ajuste pelas testemunhas comuns é reduzir o desvio padrão residual e aumentar a precisão experimental (PIMENTEL GOMES, 2000).

Nessa análise, os experimentos das testemunhas com as populações dos cruzamentos (EC) e os experimentos das testemunhas com os genitores (EG) foram divididos em quatro experimentos, de acordo com os dois manejos de doenças (manejo 1 – com o controle da ferrugem ou manejo 2 – sem o controle da ferrugem). Assim, os experimentos um e dois referem-se aos EC com manejo 1 e 2, respectivamente. Enquanto os experimentos três e quatro referem-se aos EG com manejo 1 e 2, respectivamente. A análise foi significativa para a fonte de variação testemunhas para cinco dos sete caracteres, não sendo significativa para VA e PG.

O efeito de testemunhas/repetições/experimento foi não significativo para cinco dos sete caracteres, mostrando-se significativo para PG ($p < 0,01$) e PCS ($p < 0,001$). Já o efeito de conjunto/repetições/experimento foi não significativo para seis dos sete caracteres, sendo significativo para AC ($p < 0,01$), nesse caso foi necessário o ajuste das médias desse caráter por meio de uma correção ambiental. Também não houve significância para a fonte de variação experimentos (E) para seis dos sete caracteres, com significância para PCS ($p < 0,05$), portanto pode se dizer que existe homogeneidade ambiental entre os quatro experimentos. Desse modo, o efeito de conjuntos foi desconsiderado e a análise foi realizada considerando o delineamento em blocos ao acaso. Os coeficientes de variação (CVs) oscilaram de 1,27% a 19,6% para NDM e PG, respectivamente, ou seja, os experimentos apresentaram boa precisão experimental.

As análises individuais dos quatro experimentos (EG ou EC) nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com o controle da ferrugem ou manejo 2 – sem o controle da ferrugem) foram significativas para a maioria dos caracteres e apresentaram CVs oscilando de 2,00% a 29,5%, respectivamente, para NDM e PG (Tabelas 20 a 23). Como relatado no item 4.2.1, o CV mais elevado da PG é admissível, pois se trata de um caráter quantitativo, para o qual é comum existir influência ambiental mais expressiva.

As análises conjuntas dos dois experimentos (EG e EC) de acordo com o manejo de doenças aplicado (manejo 1 – com o controle da ferrugem ou manejo 2 – sem o controle da ferrugem) estão apresentadas nas Tabelas 24 e 25. Os dois experimentos apresentaram boa precisão experimental, com CVs oscilando de 2,15% (NDM) a 29,6% (PG).

Nos experimentos com o manejo 1 (Tabela 24), na análise de variância a fonte de variação tratamentos foi significativa para os sete caracteres avaliados (NDM ($p < 0,001$), APM ($p < 0,001$), VA ($p < 0,001$), AC ($p < 0,001$), ES ($p < 0,05$), PG ($p < 0,05$) e PCS ($p < 0,001$)), ou seja, existem diferenças entre genitores e cruzamentos ou dentro deles. Os genitores foram em média mais precoces (125 dias), com plantas mais baixas (86,6 cm) e mais produtivos (2154 kg.ha^{-1}) do que os cruzamentos (128 dias; 94,5 cm e 1855 kg.ha^{-1}). Além disso, obtiveram também melhores médias para VA, AC e ES em relação aos cruzamentos. Para a fonte de variação cruzamentos a análise só não foi significativa para ES e PG, enquanto que para o efeito de genitores só não houve significância para VA e PG. O contraste cruzamentos vs genitores foi significativo para todos os caracteres, menos para ES. Isso indica uma diferença entre os genitores e os cruzamentos que poderá ser explorada. Esses resultados estão de acordo com os obtidos nas análises individuais, entretanto nessa análise não houve significância para PG tanto para os genitores quanto para os cruzamentos.

Nos experimentos com o manejo 2 (Tabela 25), a análise de variância foi significativa para seis dos sete caracteres avaliados (NDM ($p < 0,001$), APM ($p < 0,001$), VA ($p < 0,001$), AC ($p < 0,05$), PG ($p < 0,001$) e PCS ($p < 0,001$)) menos ES, para a fonte de variação tratamentos. Da mesma forma que nos experimentos com o manejo 1, os genitores foram em média mais precoces (126 dias), com plantas mais baixas (91,6 cm) e mais produtivos (2567 kg.ha^{-1}) do que os cruzamentos (127 dias, 96,0 cm e 2054 kg.ha^{-1}). Além disso, obtiveram também melhores médias para VA e AC em relação aos cruzamentos. Para a fonte de variação cruzamentos a análise só não foi significativa para AC, ES e PG, da mesma forma que nas análises individuais. Enquanto que para o efeito de genitores só não houve significância para

VA e ES. O contraste cruzamentos vs genitores foi significativo para quatro dos sete caracteres, não sendo significativo para AC, ES e PCS.

A análise de variância do EG nos dois manejos de doenças (manejo 1 - com controle da ferrugem e manejo 2 - sem controle da ferrugem) foi não significativa para o efeito de fungicidas para os sete caracteres (Tabela 26). Da mesma forma, na Tabela 27 a análise de variância do EC nos dois manejos de fungicidas só foi significativa para o efeito de fungicidas para PCS ($p < 0,001$), ou seja, os cruzamentos apresentaram sementes maiores no manejo 1 (17,5 g) do que no manejo 2 (16,6 g). O fato da não significância para a maioria dos caracteres está relacionado com a baixa pluviosidade deste ano agrícola como relatado no item 4.1, resultando na diminuição da incidência de ferrugem asiática nos experimentos, e a não ocorrência de diferenças entre os dois manejos de doenças.

Na Tabela 28, verifica-se a análise de variância conjunta dos dois experimentos (EG e EC) nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 - sem controle da ferrugem). Foi observada boa precisão experimental para os sete caracteres, com CVS oscilando de 2,21% (NDM) a 28,3% (PG).

De acordo com a análise de variância não houve diferenças entre as médias dos dois manejos de doenças (efeito de fungicidas), pois a análise foi não significativa para os sete caracteres avaliados, sendo eles NDM, APM, VA, AC, ES, PG e PCS. Esse resultado confirma a baixa incidência ou a não ocorrência de ferrugem asiática nesse ano agrícola, como relatado nas análises anteriores.

A fonte de variação tratamentos (cruzamentos e genitores) foi significativa pelo teste F para NDM ($p < 0,001$), APM ($p < 0,001$), AC ($p < 0,001$) e PCS ($p < 0,001$), mostrando variabilidade entre cruzamento e genitores. Ao desdobrar tal fonte de variação, verificou-se significância dos mesmos caracteres para o efeito de cruzamentos. Por outro lado, a análise foi não significativa para todos os caracteres entre os genitores, ou seja, os genitores não apresentaram diferenças entre os dois manejos de doenças. Observou-se que para contraste cruzamentos vs genitores houve significância para NDM ($p < 0,001$), APM ($p < 0,001$), VA ($p < 0,001$), AC ($p < 0,05$), PG ($p < 0,001$) e PCS ($p < 0,001$) e nenhuma significância para ES. A partir deste efeito significativo do contraste, pode-se inferir que os genitores foram melhores dos que os cruzamentos para esses caracteres, pois apresentaram maiores médias. Já para ES, o comportamento dos cruzamentos foi semelhante ao dos genitores, devido a não significância, pelo teste F, do contraste cruzamentos vs genitores. Apenas o PCS apresentou significância ($p < 0,05$) para a interação tratamentos x fungicidas, sugerindo uma correlação

entre tamanho de semente com a ocorrência de ferrugem, ou simplesmente diferenças de tamanho entre os materiais. Na interação do contraste cruzamento vs genitores x fungicidas a análise foi significativa para NDM ($p < 0,05$), APM ($p < 0,05$) e PCS ($p < 0,001$), sendo não significativa para os outros quatro caracteres avaliados.

Nas Tabelas 29 e 30 estão apresentadas as análises de variância da severidade da doença (notas de ferrugem). As análises foram realizadas considerando os dois manejos de doenças (manejo 1 – com o controle da ferrugem e manejo 2 – sem o controle da ferrugem).

Como o objetivo deste trabalho era estudar a reação a FAS, a avaliação da severidade foi feita para confirmar a presença da doença no campo experimental e permitir a comparação de genótipos com níveis semelhantes de severidade (SCHAFER, 1971).

O teste F da ANAVA detectou significância para o efeito de genitores nas duas avaliações NF1 ($p < 0,01$) e NF2 ($p < 0,05$). Por outro lado, a análise foi não significativa para o efeito da interação genitores x fungicidas nas duas avaliações, sugerindo que não existiram diferenças entre os dois manejos de doenças, confirmando o que foi observado anteriormente para PG e PCS. O efeito dos cruzamentos apresentou significância somente para NF2 ($p < 0,001$) no EC. O efeito da interação cruzamentos x fungicidas foi não significativa para as duas avaliações (NF1 e NF2). Portanto, não houve diferença entre os dois manejos de doenças. Esse resultado confirma novamente a baixa incidência ou não ocorrência da ferrugem asiática nesse ano agrícola decorrente da seca estabelecida no período.

A média geral da primeira avaliação (NF1) dos genitores foi de 1,82, enquanto, os cruzamentos apresentaram média geral de 1,24. Comparando essas médias com a média das testemunhas em cada experimento que foram de 1,63 (EG) e 1,00 (EC), respectivamente, pode-se inferir que a severidade da doença estava muito baixa, pois de acordo com a escala diagramática de Godoy et al. (2006), notas variando de 1,00 a 2,00 correspondem de 0,600 a 2,00% de área foliar danificada (Figura 4). Oliveira et al. (2005) também observaram baixa severidade média na primeira avaliação da ferrugem com valores de 3,8% a 13,3%.

A segunda avaliação (NF2) apresentou média geral de 2,36 para o EG e média geral de 2,48 para o EC. As testemunhas apresentaram médias gerais de 2,03 no EG e de 1,95 no EC. Pode-se dizer que a doença progrediu pouco, pois a severidade da ferrugem manteve seus danos em torno de 2,00% de área foliar. Os CVs das NF1 e NF2 oscilaram de 10,6% a 17,3% nos dois experimentos, sugerindo boa precisão experimental. Wysmierski (2015) observou CVs% de 19,48% (NF1), 13,93% (NF2) e 12,96% (NF3), sendo que o valor elevado para a NF1 foi devido a maior dificuldade de avaliar a ferrugem em estágios

iniciais (tamanho reduzido e menor número de lesões). Com o passar do tempo, o número e tamanho das lesões aumentam e as plantas infectadas com o fungo servem com fonte de inóculo inicial natural.

5.2.2.1 Reação à ferrugem asiática da soja

As Tabelas 31 e 32 apresentam a classificação (do menor para o maior) dos genitores e das três testemunhas para o efeito ferrugem (EF) dos caracteres PG e PCS em módulo. Tanto para PG quanto para PCS, quanto mais próximo de zero for o EF, ou seja, quanto menos a ferrugem afetar o genótipo, maior é a tolerância. Observa-se que as classificações do EF entre PG e PCS foram diferentes entre si para os genitores.

Quando existe a presença da ferrugem asiática no campo espera-se que a PG seja igual ou menor que a PG na ausência da doença, no entanto nota-se que a perda na PG e PCS, ou seja, o EF apresentou valores positivos e negativos. Valores negativos correspondem à perda que as progênies tiveram em virtude da doença. Enquanto que para explicar as estimativas positivas do EF certas considerações devem ser feitas. Dentre os 16 genitores, sete apresentaram EF positivo para PG, sugerindo que no manejo 2 de doenças a PG foi maior. Provavelmente, ocorrências de variações ambientais dentro das repetições levaram a valores superestimados, especialmente para um caráter quantitativo como a PG, bastante influenciado pelo ambiente; além disso, os fungicidas podem ocasionar algumas reações fisiológicas nos genótipos gerando reações de incompatibilidade. Situações semelhantes também foram observadas em experimentos de campo por Marques (2014), Vieira (2009), Unfried (2007), Araújo (2009) e Wysmierski (2015). Para minimizar a ocorrência de estimativas positivas do EF a estratégia mais indicada seria aumentar o número de repetições nos dois manejos de doenças.

Pode-se observar que o EF para PG variou, em módulo, de 42 kg/ha⁻¹ (1,82%) a 883 kg/ha⁻¹ (28,0%) e que o ganho médio foi de 2 kg/ha⁻¹ (1,28%), enquanto que PCS variou, em módulo, de 0,05 g (0,340%) a 5,22 g (40,0%) apresentando perda média de 1,39 g (8,66%). Treze genitores apresentaram perdas significativas para o caráter PG e 11 genitores para PCS (Tabelas 31 e 32). Embora tenham sido observadas diferenças de PG e PCS não significativas em seis genitores, entre os dois manejos de doenças, essa característica não pode ser atribuída à tolerância, em função da baixa severidade observada nos experimentos desse ano agrícola. Portanto, esses resultados sugerem que esses seis genitores tiveram um melhor desempenho agrônômico decorrente de fatores de natureza genética ou fisiológica.

Diferenças de rendimento entre subparcelas de cultivares tratada e não tratada com fungicidas foram relatadas por Oliveira et al. (2005). Porém, esses autores observaram que as cultivares com diferenças de produtividade não significativas, também não puderam ser consideradas tolerantes, em vista da baixa severidade observada no ensaio.

Como já relatado, a tolerância é definida como a capacidade da planta em suportar o ataque do patógeno sem sofrer danos significativos na característica de interesse (SCHAFFER, 1971). Considerando que o mesmo nível de severidade da FAS foi observado na área experimental total, no experimento dos genitores para PG o genitor USP 02-16.122 (2) foi o mais tolerante com menor EF, enquanto que para PCS os genitores USP 231-1228-09 (15), USP 04-18.092 (1) e USP 231-3225-11 (7) foram os mais tolerantes, pois apresentaram EF de 0,050g (0,340%); 0,12g (0,820%) e 0,18g (0,980%), respectivamente, valores próximos de zero.

Podemos observar nas Tabelas 33 e 34 a classificação (do menor para o maior) dos cruzamentos de acordo com o efeito ferrugem (EF) para PG e PCS em módulo, junto às três testemunhas. Tanto para PG quanto para PCS, quanto mais próximo de zero for o EF, ou seja, quanto menos a ferrugem afetar o genótipo, maior é a tolerância. Observa-se que as classificações do EF entre PG e PCS foram diferentes entre si para os cruzamentos.

Pode-se notar que o EF para PG variou, em módulo, de 0,870 kg/ha⁻¹ (0,040%) a 1354 kg/ha⁻¹ (63,8%) e que o ganho médio foi de 81,9 kg/ha⁻¹ (1,94%), enquanto que para PCS variou, em módulo, de 0,010 g (0,030%) a 5,08 g (33,9%) apresentando perda média de 0,820 g (5,55%). O cruzamento (42) [(6x10) USP 231-4124-04 X USP 04-17.011] foi o mais tolerante com EF de 0,870 kg/ha⁻¹ (0,040%), ou seja, mesma produtividade de grão nos dois manejos de doenças. O cruzamento (15) [(2x15) USP 02-16.122 X USP 231-1228-09] foi o que apresentou maior EF em módulo [1354 kg/ha⁻¹ (63,8%)], no entanto, essa diferença refere-se a uma maior produtividade no experimento com o manejo 2 de doenças (sem controle da ferrugem). Esse fato pode ser explicado pelos efeitos fisiológicos dos diferentes fungicidas, os quais podem ter causado reações de incompatibilidade em alguns genótipos, ou mesmo, por fatores ambientais aleatórios. Para PCS o cruzamento considerado mais tolerante com EF de 0,010g (0,030%) foi o (47) [(6x15) USP 231-4124-04 X USP 231-1228-09], enquanto o menos tolerante foi o cruzamento (31) [(4x15) USP 04-17.027 X USP 231-1228-09] com perda média de 5,08 g (33,9%).

Portanto, considerando os resultados obtidos pode-se inferir que as diferenças observadas tanto para PG e PCS nos dois manejos de doenças se devem principalmente a fatores não relacionados à ferrugem asiática, pois como observado nas ANAVAs a ocorrência

de ferrugem nesse ano agrícola foi insignificante para discriminar genótipos tolerantes e não tolerantes.

5.2.3 Análises de variâncias (ANAVA) do ano agrícola 2014/15

Novamente, a análise de resíduos através de Gráficos permitiu verificar se as pressuposições da ANAVA são atendidas. Após este procedimento foi realizar o teste de Shapiro-Wilk (1965) para verificar a normalidade dos dados e o teste de Bartlett (1937) para verificar a homogeneidade de variância dos dados que não apresentaram normalidade. Desta forma, nessa geração, os dados referentes aos caracteres (VA, AC e ES) foram transformados de acordo com a fórmula $(x + 1,0)^{0,5}$, no intuito de ajustar os dados à curva da distribuição normal e estabilizar as variâncias.

Na Tabela 35 observa-se a análise de variância das testemunhas para verificar a necessidade do ajuste das médias nos conjuntos, de acordo com Federer (1956). O objetivo do ajuste pelas testemunhas comuns é reduzir o desvio padrão residual e aumentar a precisão experimental (PIMENTEL GOMES, 2000).

Semelhante à análise da geração F_3 , os experimentos com as populações dos cruzamentos (EC) e os experimentos com os genitores (EG) foram divididos em quatro experimentos, de acordo com os dois manejos de doenças. Assim, os experimentos um e dois referem-se aos EC com manejo 1 e 2, respectivamente. Enquanto os experimentos três e quatro referem-se aos EG com manejo 1 e 2, respectivamente. A análise de variância para a fonte de variação Testemunhas foi significativa para NDM ($p < 0,001$), AC ($p < 0,05$), PG ($p < 0,001$) e PCS ($p < 0,001$) e não significativa para VA e ES.

O efeito de testemunhas/repetições/experimentos foi não significativo para os sete caracteres, portanto existe homogeneidade ambiental entre os quatro experimentos. O efeito de conjunto/repetições/experimentos também foi não significativo para os sete caracteres, nesse caso o efeito de conjuntos foi desconsiderado e a análise foi realizada considerando o delineamento em blocos ao acaso. Os CVs oscilaram de 2,05% (NDM) a 25,0% (PG), ou seja, os experimentos apresentaram boa precisão experimental.

As análises individuais dos quatro experimentos (EG ou EC) nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com o controle da ferrugem ou manejo 2 – sem o controle da ferrugem) foram significativas para seis dos sete caracteres, não sendo significativa para ES nos quatro experimentos. Os CVs oscilaram, respectivamente, de 1,32% (NDM) a 26,0% (PG) (Tabelas

36 a 39). Como relatado no item 4.2.1, o CV mais elevado da PG é satisfatório, pois se trata de um caráter quantitativo com influência ambiental mais expressiva.

As análises individuais dos dois experimentos (EG e EC) de acordo com cada manejo de doenças aplicado (manejo 1 – com o controle da ferrugem ou manejo 2 – sem o controle da ferrugem) estão apresentadas nas Tabelas 40 e 41. Os dois experimentos apresentaram boa precisão experimental, com CVs oscilando de 1,35% (NDM) a 25,2% (PG). No experimento com o manejo 1 (Tabela 40), a análise de variância da fonte de variação tratamentos foi significativa para seis dos sete caracteres (NDM ($p<0,001$), APM ($p<0,001$), VA ($p<0,001$), AC ($p<0,001$), PG ($p<0,001$) e PCS ($p<0,001$)) não sendo significativa para ES, ou seja, existem diferenças entre genitores e cruzamentos ou dentro deles. Os genitores mostraram-se em média mais precoces (133 dias), com uma altura de planta inferior (77,8 cm) e melhores médias para VA e AC do que os cruzamentos (134 dias e 92,0 cm). Por outro lado, os cruzamentos apresentaram maiores médias de PG (3035 kg.ha⁻¹) e PCS (16,5 g) em relação aos genitores (2848 kg.ha⁻¹ e 16,1 g). A fonte de variação cruzamentos só não foi significativa para ES. Para o efeito de genitores houve significância para os sete caracteres avaliados. O contraste cruzamentos vs genitores foi significativa para cinco dos sete caracteres, menos para ES e PG. Isso nos leva a crer que a hibridação em esquemas dialélicos gera variabilidade genética, útil para programas de melhoramento.

No experimento com o manejo 2 (Tabela 41), a análise de variância foi significativa para seis dos sete caracteres (NDM ($p<0,001$), APM ($p<0,001$), VA ($p<0,001$), AC ($p<0,001$), PG ($p<0,001$) e PCS ($p<0,001$)) menos para ES, para a fonte de variação tratamentos. Semelhante ao manejo 1, os genitores mostraram-se em média mais precoces (131 dias), com uma altura de planta inferior (68,4 cm) e melhores médias para VA do que os cruzamentos (133 dias e 72,0 cm). Por outro lado, os cruzamentos apresentaram maiores médias de PG (2028 kg.ha⁻¹) e PCS (14,7 g) em relação aos genitores (1974 kg.ha⁻¹ e 14,4 g). Para ambas as fontes de variação cruzamentos e genitores as análises só não foram significativas para ES. O contraste cruzamentos vs genitores foi significativo para três dos sete caracteres, não sendo significativa para VA, AC, ES e PG. Portanto, os resultados obtidos para os dois manejos de doenças foram semelhantes aos obtidos nas análises individuais.

A análise de variância dos EG nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 - sem controle da ferrugem) foi significativa ($p<0,001$) para o efeito de fungicida em cinco dos sete caracteres menos para AC e ES (Tabela 42).

No manejo 1, os genitores mostraram-se em média mais tardios (133 dias), com plantas mais altas (77,8 cm) e com maiores PG e PCS (2848 kg.ha⁻¹ e 16,1 g) do que no manejo 2 (131 dias, 68,4 cm, 1974 kg.ha⁻¹ e 14,4 g). Da mesma forma, na Tabela 43 a análise de variância dos EC nos dois manejos de doenças foi significativa ($p < 0,01$) para o efeito de fungicidas para cinco dos sete caracteres menos VA e AC, ou seja, no manejo 1, os cruzamentos mostraram-se em média mais tardios (134 dias), com plantas mais altas (92,0 cm) e com maiores PG e PCS (3035 kg.ha⁻¹ e 16,5 g) do que no manejo 2 (133 dias; 72,0 cm; 2028 kg.ha⁻¹ e 14,7 g). Tal resultado revela a incidência de ferrugem asiática nos experimentos, pois existe diferença entre os dois manejos de doenças.

Na Tabela 44, verifica-se a análise de variância conjunta dos dois experimentos (EG e EC) nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 - sem controle da ferrugem). Foi observada boa precisão experimental para a maioria dos caracteres, com CVs oscilando entre 1,39% (NDM) a 25,3% (PG). Apesar da PG apresentar CV mais elevado que os outros caracteres, ainda é considerado satisfatório, pois se trata de um caráter quantitativo, para o qual é comum existir influência ambiental mais significativa. Esses valores estão de acordo com os encontrados na literatura para experimentação em melhoramento de plantas (RAMALHO et al., 2012).

De acordo com a análise de variância (Tabela 44) existem diferenças entre os dois manejos de doenças, pois a análise foi significativa para NDM ($p < 0,001$), APM ($p < 0,001$), AC ($p < 0,001$), PG ($p < 0,001$) e PCS ($p < 0,001$) para o efeito de fungicidas. O manejo 1 apresentou em média um ciclo maior (134 dias), plantas mais altas (89,2 cm), maiores valores de PG e PCS (2998 kg.ha⁻¹ e 16,4 g) do que o manejo 2 (133 dias; 71,3 cm; 2017 kg.ha⁻¹ e 14,6 g). A fonte de variação tratamentos (cruzamentos + genitores) foi significativa, pelo teste F, para NDM ($p < 0,001$), APM ($p < 0,001$), e PCS ($p < 0,001$), mostrando variabilidade entre cruzamento e genitores. Ao desdobrar tal fonte de variação, verificou-se significância dos mesmos três caracteres para o efeito de cruzamentos e dos caracteres APM e PCS para o efeito de genitores. Observou-se que o contraste cruzamentos vs genitores apresentou significância para NDM ($p < 0,001$), APM ($p < 0,001$), VA ($p < 0,001$), AC ($p < 0,001$) e PCS ($p < 0,001$) e nenhuma significância para ES e PG. A partir deste efeito significativo do contraste, pode-se inferir que os cruzamentos foram melhores dos que os genitores para esses caracteres, pois apresentaram maior média. Já para ES e PG, o comportamento dos cruzamentos foi semelhante ao dos genitores, devido a não significância, pelo teste F, do contraste cruzamentos vs genitores. Os caracteres NDM e PCS apresentaram significância ($p < 0,001$) e APM e PG significância ($p < 0,05$) para a interação tratamentos x

fungicidas, confirmando a variação dos tratamentos de acordo com o manejo de doenças estabelecido. Na interação do contraste cruzamento vs genitores x fungicidas a análise foi significativa para NDM ($p<0,05$), APM ($p<0,001$), VA ($p<0,001$) e AC ($p<0,001$), sendo não significativa para ES, PG e PCS.

Nas Tabelas 45 e 46 estão apresentadas as análises de variância da severidade da doença (notas de ferrugem). Através das análises percebe-se que existe variabilidade genética para tolerância ou resistência a FAS entre os genitores e entre os cruzamentos, pois apresentaram significância para NF1 ($p<0,001$) para tais fontes de variação. A média geral das NF1 dos genitores foi de 1,37, enquanto, os cruzamentos apresentaram média geral de 1,64. Comparando essas médias com a média das testemunhas em cada experimento que foram de 1,12 (manejo 1) e 1,39 (manejo 2), respectivamente, pode-se inferir que a severidade da doença ainda estava muito baixa, pois de acordo com a escala diagramática de Godoy et al. (2006), notas variando de 1,00 a 2,00 correspondem de 0,6 a 2,0% de área foliar danificada.

A segunda avaliação (NF2) apresentou média geral de 3,41 para o EG e média geral de 3,52 para EC. As testemunhas apresentaram médias gerais de 3,05 no EG e de 3,09 no EC. As análises de variância também foram significativas para NF2 ($p<0,001$) para as fontes de variação genitores e cruzamentos. Pode-se dizer que a doença progrediu consideravelmente, pois de acordo com Godoy et al. (2006), notas variando de 3 a 4 correspondem a danos de 7 a 18% de área foliar, o que compromete a fotossíntese e a produtividade da planta (Figura 4). Os CVs das NF1 e NF2 oscilaram de 10,6% a 17,3% nos dois experimentos, sugerindo boa precisão experimental.

5.2.3.1 Reação à ferrugem asiática da soja

A classificação (do menor para o maior) dos genitores para o efeito ferrugem (EF) dos caracteres PG e PCS em módulo, junto às três testemunhas estão apresentadas nas Tabelas 47 e 48. Tanto para PG quanto para PCS, quanto mais próximo de zero for o EF, ou seja, quanto menos a ferrugem afetar o genótipo, maior é a tolerância. Observa-se que as classificações do EF entre PG e PCS foram diferentes entre si para os genitores.

Pode-se considerar que o EF para PG variou, em módulo, de 175 kg/ha⁻¹ (13,2%) a 1786 kg/ha⁻¹ (153%) e que o acréscimo médio foi de 904 kg/ha⁻¹ (1,28%), enquanto que para PCS variou, em módulo, de 0,74 g (5,53%) a 3,13 g (30,6%) apresentando ganho médio de 1,75g (12,8%). Quinze genitores apresentaram perdas significativas para PG enquanto que

para PCS todos os genitores apresentaram perdas significativas, ou seja, observou-se uma menor PG e sementes com menor tamanho nos experimentos com o manejo 2 de doenças.

Os Gráficos 2 e 3 ilustram a distribuição dos genitores ao comparar o EF (perdas de PG e PCS) com a severidade da ferrugem (NF2). Considerando a mesma incidência da ferrugem na área experimental, para PG (Gráfico 2) os genitores USP 04-18.092 (1) e TMG INOX (9) foram os mais resistentes, o genitor USP 231-1228-09 (15) foi moderadamente resistente e os moderadamente tolerantes foram USP 02-16.122 (2), USP 02-16.045 (3), USP 04-17.027 (4), USP 231-2132-04 (12) e USP 231-2222-12 (16). Em relação à PCS (Gráfico 3), os genitores USP 04-18.092 (1) e TMG INOX (9) foram resistentes, os genitores USP 231-2228-01 (11) e USP 231-1228-09 (15) foram moderadamente resistentes e os moderadamente tolerantes foram USP 02-16.045 (3) e USP 04-17.027 (4).

Podemos observar nas Tabelas 49 e 50 a classificação (do menor para o maior) dos cruzamentos de acordo com o efeito ferrugem (EF) para os caracteres PG e PCS em módulo, junto às três testemunhas. Tanto para PG quanto para PCS, quanto mais próximo de zero for o EF, ou seja, quanto menos a ferrugem afetar o genótipo, maior é a tolerância. Observa-se que as classificações do EF entre PG e PCS foram diferentes entre si para os cruzamentos.

Pode-se observar que o EF para PG variou, em módulo, de 34 kg/ha⁻¹ (1,52%) a 2058 kg/ha⁻¹ (134%) e que o acréscimo médio foi de 996 kg/ha⁻¹ (51,8%), enquanto que para PCS variou, em módulo, de 0,120 g (0,730%) a 3,86 g (26,2%) apresentando ganho médio de 1,83g (12,8%). Sessenta e um (96,9%) e 62 (98,4%) cruzamentos apresentaram perdas significativas para PG e PCS, respectivamente, ou seja, observou-se uma menor PG e sementes com menor tamanho nos experimentos com o manejo 2 de doenças.

Os Gráficos 4 e 5 ilustram a distribuição dos cruzamentos de acordo com o EF (perdas de PG e PCS) e a severidade da ferrugem (NF2). De acordo com o Gráfico 4, para PG os cruzamentos que se mostraram moderadamente resistentes foram (1) [(1x9) USP 04-18.092 X TMG INOX] e (6) [(1x14) USP 04-18.092 X USP 231-6101-10]. Já os cruzamentos moderadamente tolerantes foram (2) [(1x10) USP 04-18.092 X USP 04-17.011], (5) [(1x13) USP 04-18.092 X USP 231-2224-12], (30) [(4x14) USP 04-17.027 X USP 231-6101-10], (37) [(5x13) USP 04-17.039 X USP 231-2224-12] e (38) [(5x14) USP 04-17.039 X USP 231-6101-10], enquanto que, os cruzamentos tolerantes foram (19) [(3x11) USP 02-16.045 X USP 231-2228-01], (44) [(6x12) USP 231-4124-04 X USP 231-2132-04] e (64) [(8x16) USP 231-4112-01 X USP 231-2222-12]. Para PCS (Gráfico 5), os cruzamentos moderadamente resistentes foram (49) [(7x9) USP 231-3225-11 X TMG INOX] e (51) [(7x11) USP 231-3225-11 X USP 231-2228-01], já os moderadamente tolerantes foram (27) [(4x11) USP 04-

17.027 X USP 231-2228-01], (28) [(4x12) USP 04-17.027 X USP 231-2132-04] e (36) [(5x12) USP 04-17.039 X USP 231-2132-04]. O cruzamento mais tolerante foi (64) [(8x16) USP 231-4112-01 X USP 231-2222-12].

Observa-se que a maioria dos cruzamentos nos Gráficos 4 e 5 se localizam no centro do Gráfico, entre as notas 3 e 4 de severidade. Os cruzamentos (17) [(3x9) USP 02-16.045 X TMG INOX] e (57) [(8x9) USP 231-4112-01 X TMG INOX] apresentaram menor nota de severidade, no entanto, são bastante sensíveis a ferrugem, pois apresentaram perdas elevadas e menor tamanho de sementes. Já os cruzamentos (36) [(5x12) USP 04-17.039 X USP 231-2132-04] e (10) [(2x10) USP 02-16.122 X USP 04-17.011] produziram mais no manejo 2 do que no manejo 1 de doenças, o que não era esperado. Um fator que pode ter contribuído para essa situação é a sensibilidade de alguns genótipos aos fungicidas do grupo dos triazóis como relatado por Unfried (2007).

Portanto, considerando os resultados obtidos pode-se inferir que as diferenças observadas tanto para PG e PCS nos dois manejos de doenças se devem principalmente a fatores relacionados à ferrugem asiática.

5.2.4 Análises de variâncias (ANAVA) dos anos agrícolas 2013/14 e 2014/15

Nas Tabelas 51 e 52 estão apresentadas as análises conjuntas dos dois anos agrícolas (2013/14 e 2014/15) para os experimentos com os genitores (EG) e os experimentos com as populações dos cruzamentos (EC), respectivamente, envolvendo os dois manejos de doenças. Os CVs dos experimentos oscilaram de 1,78% (NDM) a 27,5% (PG) o que sugere boa precisão experimental. A fonte de variação anos foi significativa ($p < 0,001$) para cinco dos sete caracteres, não sendo significativa para ES e PG nos EG, enquanto que nos EC somente não foi significativa para ES. Essa significância é decorrente da variação climática observada entre os dois anos agrícolas, sobretudo a seca ocorrida no ano agrícola 2013/14. Melo et al. (2015) também verificaram significância ($p < 0,05$) para o efeito de anos em todos os caracteres avaliados na análise conjunta ao longo de dois anos.

A fonte de variação fungicidas mostrou-se significativa ($p < 0,01$) para seis dos sete caracteres, exceto para ES nos EG e AC nos EC. Essa variação é devida principalmente aos experimentos de 2014/15, pois as análises individuais de 2013/14 não foram significativas para essa fonte de variação. O maior número de dias com chuva na safra 2010/11 também contribuiu para uma maior média de severidade, comparado à safra de 2009/10 em experimentos conduzidos por Melo et al. (2015).

As análises das interações duplas fungicidas x anos e genitores x anos nos EG mostrou-se significativa para quatro dos sete caracteres, exceto para ES, NDM e AC. Isso mostra que o ano pode afetar a incidência da ferrugem asiática na área experimental, ou seja, as condições climáticas interferem no estabelecimento ou não da doença. Além disso, os anos também afetaram o desempenho dos genótipos como retratado pela significância da interação genitores x anos.

Já a interação genitores x fungicidas foi não significativa para os sete caracteres avaliados. A ausência de significância para essa interação já era esperada, pois os genitores foram selecionados anteriormente para tolerância à FAS, reduzindo assim diferenças entre eles.

Nos EC a análise da interação dupla fungicidas x anos foi significativa para seis dos sete caracteres menos para VA, o que confirma a importância das condições climáticas favoráveis para a ocorrência da FAS, visto que em 2014/15 a pluviosidade foi maior que no ano anterior. Já a interação cruzamentos x anos foi significativa para quatro dos sete caracteres menos para VA, ES e PG, portanto pode-se dizer que as condições climáticas de cada ano interferem diretamente no desempenho dos genótipos. Melo et al. (2015) também observaram maior produtividade na safra 2010/11, em uma situação de maior severidade, devido às condições climáticas mais favoráveis ao desenvolvimento das plantas.

Por outro lado, a interação cruzamentos x fungicidas foi não significativa para os sete caracteres avaliados. Tal fato é devido aos cruzamentos terem sido realizados com genitores previamente selecionados para tolerância a ferrugem asiática. Além disso, como em 2013/14 a severidade da ferrugem asiática foi abaixo do esperado e no ano seguinte também não houve grande incidência, tal situação colaborou para a não significância dessa interação.

As análises das interações triplas tanto no EG como no EC foram não significativas para cinco dos sete caracteres, exceto para NDM e PCS.

A comparação entre as médias para os diferentes manejos de doenças, anos e genótipos de todos os caracteres avaliados estão apresentadas na Tabela 53. Comparando-se o manejo de doenças, observou-se que as médias no manejo 1 (com controle da ferrugem) foi superior ao manejo 2 (sem controle da ferrugem) para seis dos sete caracteres avaliados, menos para ES. Portanto, a FAS foi capaz de influenciar quase todos os caracteres avaliados, contribuindo assim para reduzir a PG. Ao confrontar as médias dos dois anos agrícolas, observou-se diferenças significativas para todos os caracteres menos ES. No ano 2014/15 as médias foram superiores para os caracteres NDM e PG, enquanto para APM, VA, AC e PCS as médias do ano 2013/14 foram maiores. Assim, pode-se afirmar que as condições climáticas

interferem diretamente no ciclo e na PG, tendo em vista as diferenças observadas em cada ano. Além disso, o nível de endogamia presente em cada geração também pode ter afetado tais características.

Por fim, ao comparar as médias entre os genótipos observou-se diferenças significativas para todos os caracteres menos ES. Os cruzamentos apresentaram médias superiores para NDM, APM, AC e PCS, enquanto os genitores mostraram médias superiores para VA e PG.

5.2.5 Relação dos genitores e cruzamentos quanto ao alto desempenho agrônômico e reação à ferrugem asiática

De acordo com todas as análises realizadas nos três anos agrícolas (2012/13, 2013/14 e 2014/15) que correspondem às gerações F₂, F₃ e F₄, respectivamente, destacaram-se os genitores e cruzamentos mais promissores para futuros programas de melhoramento de soja (Tabela 54), levando em consideração os critérios de classificação.

Considerando as estimativas dos parâmetros genéticos (herdabilidade, heterose, depressão por endogamia), das capacidades geral (CGC) e específicas (CEC) de combinação, pode-se dizer que os genitores que apresentaram os melhores desempenhos foram USP 02-16.122 (2), USP 04-17.027 (4), USP 04-17.039 (5), USP 231-4124-04 (6), USP 04-17.011 (10), USP 231-2228-01 (11), USP 231-2224-12 (13) e USP 231-2222-12 (16). Entretanto, deve-se dar um destaque maior ao genitor USP 04-17.027 (4) que apresentou as melhores estimativas para CGC, CEC, alta herdabilidade, período vegetativo longo, ciclo semitardio (131 dias) e altura elevada das plantas. O cruzamento mais promissor com as melhores estimativas para todos os parâmetros foi o (4x13) (USP 04-17.027 x USP 231-2224-12), ou seja, a combinação do genitor USP 04-17.027 (4) com o genitor USP 231-2224-12 (13) teve o melhor desempenho. Além desse, os cruzamentos (1x15) (USP 04-18.092 x USP 231-1228-09), (2x16) (USP 02-16.122 x USP 231-2222-12), (3x14) (USP 02-16.045 x USP 231-6101-10), (4x12) (USP 04-17.027 x USP 231-2132-04), (5x14) (USP 04-17.039 x USP 231-6101-10), (5x15) (USP 04-17.039 x USP 231-1228-09) e (8x11) (USP 231-4112-01 x USP 231-2228-01) também se destacaram.

Com relação ao efeito ferrugem (EF) e a severidade da doença para os caracteres PG e PCS os genitores que se mostraram resistentes e ou moderadamente resistentes foram USP 04-18.092 (1), TMG INOX (9), USP 231-2228-01 (11) e USP 231-1228-09 (15). Já os genitores que se mostraram mais tolerantes foram USP 02-16.122 (2), USP 02-16.045 (3),

USP 04-17.027 (4), USP 231-2132-04 (12) e USP 231-2222-12 (16). Os cruzamentos mais tolerantes não foram os mesmos nas duas gerações avaliadas (F_3 e F_4), tal fato é decorrente da influência climática observada no ano agrícola 2013/14. Lima et al. (2012) observaram que nos experimentos do ano agrícola em que a pressão da doença foi menor, a separação entre os genótipos com resistência e/ou tolerância à ferrugem asiática não foi tão eficiente quanto nos experimentos onde a pressão da doença foi maior. Portanto, os melhores cruzamento em 2013/14 foram (6x10) (USP 231-4124-04 x USP 04-17.011), (6x15) (USP 231-4124-04 x USP 231-1228-09) e (4x15) (USP 04-17.027 x USP 231-1228-09).

Em 2014/15 os cruzamentos moderadamente resistentes foram (1x9) (USP 04-18.092 x TMG INOX), (1x14) (USP 04-18.092 x USP 231-6101-10), (7x9) (USP 231-3225-11 x TMG INOX) e (7x11) (USP 231-3225-11 x USP 231-2228-01). Já os moderadamente tolerantes foram (1x10) (USP 04-18.092 x USP 04-17.011), (1x13) (USP 04-18.092 x USP 231-2224-12), (4x11) (USP 04-17.027 x USP 231-2228-01), (4x12) (USP 04-17.027 x USP 231-2132-04), (4x14) (USP 04-17.027 x USP 231-6101-10), (5x12) (USP 04-17.039 x USP 231-2132-04), (5x13) (USP 04-17.039 x USP 231-2224-12) e (5x14) (USP 04-17.039 x USP 231-6101-10). Enquanto que, os cruzamentos tolerantes foram (3x11) (USP 02-16.045 x USP 231-2228-01), (6x12) (USP 231-4124-04 x USP 231-2132-04) e (8x16) (USP 231-4112-01 x USP 231-2222-12). Nesse caso, a maioria dos genitores das combinações foram os destaques para a tolerância à ferrugem. Inclusive os genitores USP 231-2228-01 (11) USP 231-2132-04 (12) e USP 231-2222-12 (16) foram destaque em relação ao desempenho agrônômico. Assim, é possível dizer que a ferrugem não interferiu no desempenho dos genótipos em 2013/14, visto que não teve ocorrência considerável da doença. Enquanto que, no ano seguinte, a incidência da doença prejudicou o desempenho dos genótipos.

Deste modo, tais cruzamentos promissores poderão gerar linhagens e posteriormente, essas linhagens poderão receber genes maiores de resistência, por retrocruzamento, obtendo assim, linhagens com a combinação de resistência horizontal e vertical, recomendadas por Vanderplank (1968) e Camargo e Bergamin Filho (1995).

6 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem as seguintes conclusões:

- 1) A metodologia experimental utilizando dois manejos de doença para estimar o efeito ferrugem (EF) foi eficiente na identificação dos genitores e cruzamentos tolerantes à ferrugem;
- 2) As condições climáticas observadas em cada ano agrícola influenciaram diretamente na incidência da ferrugem e na identificação de genótipos tolerantes ou resistentes;
- 3) Considerando as estimativas do EF baseado na produtividade de grãos (PG) e no peso de cem sementes (PCS), os genótipos tolerantes foram diferentes entre os dois parâmetros, de maneira que a seleção para tolerância à ferrugem e alta produtividade de grãos foi mais eficiente com o uso combinado desses parâmetros;
- 4) O genitor USP 04-17.027 (4) destacou-se pelo maior potencial de gerar cruzamentos moderadamente tolerantes à ferrugem e com alto desempenho agrônômico;
- 5) Os genitores com os maiores valores de CGC para PG foram USP 04-17.027 (4), USP 04-17.039 (5) e USP 231-2228-01 (11);
- 6) Os cruzamentos mais promissores com alta CEC foram (4x13) USP 04-17.027 x USP 231-2224-12, (2x16) USP 02-16.122 x USP 231-2222-12, (5x14) USP 04-17.039 x USP 231-6101-10, (1x15) USP 04-18.092 x USP 231-1228-09 e (3x14) USP 02-16.045 x USP 231-6101-10;
- 7) O cruzamento com maior heterose foi (8x11) USP 231-4112-01 x USP 231-2228-01;
- 8) Os cruzamentos que apresentaram os maiores valores de herdabilidade foram: (4x13) USP 04-17.027 x USP 231-2224-12, (1x15) USP 04-18.092 x USP 231-1228-09 e (4x9) USP 04-17.027 x TMG INOX;
- 9) Os cruzamentos tolerantes à ferrugem foram (3x11) (USP 02-16.045 x USP 231-2228-01), (6x12) (USP 231-4124-04 x USP 231-2132-04) e (8x16) (USP 231-4112-01 x USP 231-2222-12).

REFERÊNCIAS

- AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 5th ed. Oxford: Academic Press, 2005. 922 p.
- ALLARD, R.W. **Principles of plant breeding**. 2nd ed. New York: John Wiley, 1999. 254p.
- ALMEIDA, A.M.R.; FERREIRA, L.P.; YORINORI, J.Y.; SILVA, J.F.V.; HENNING, A.A.; GODOY, C.V.; COSTAMILAN, L.M.; MEYER, M.C. Doença da soja. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIM FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. cap. 64, p. 569-588.
- AMORIM, L. Avaliação de doenças. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. cap. 32, p. 647-670.
- ANDRADE, D.F.; OGLIARI, P.J. **Estatística para as ciências agrárias e biológicas com noções de experimentação**. 3. ed. Florianópolis: Ed. UFSC, 2013. 475 p.
- 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.
- ARAÚJO, M.M.; VELLO, N. A. Characterization of soybean genotypes for Asian soybean rust reaction. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 10, p. 197-203, 2010.
- ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F.; PIPOLO, A.E.; CARNEIRO, G.E.S.; ABDELNOOR, R.V.; RACHID, B.F.; RIBEIRO, A.S. Desenvolvimento e estratégia de uso de cultivares resistentes no manejo da ferrugem da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 29., 2008, Campo Grande. **Ata...** Londrina: Embrapa Soja, 2008. p. 66-71. (Embrapa Soja. Documentos, 294).
- BARTLETT, M.S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceedings of the Royal Statistical Society**. Series A, London, v. 160, n. 901, p. 268-282, 1937.
- BROMFIELD, K.R. **Soybean rust**. St. Paul: American Phytopathological Society, 1984. 65 p. (Monograph, 11).
- BROMFIELD, K.R.; HARTWIG, E.E. Resistance to soybean rust and mode of inheritance. **Crop Science**, Madison, v. 20, p. 254-255, 1980.
- BROMFIELD, K.R.; MELCHING, J.S. Sources of specific resistance to soybean rust. **Phytopathology**, St. Paul, v. 72, p. 706, 1982.
- BURTON, J.W. Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 53, p. 171-186, 1997.
- 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.

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.

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.

CARVALHO, F.I.F.; SILVA, S.A.; KUREK, A.J.; MARCHIORO, V.S. **Estimativas e implicações da herdabilidade como estratégia de seleção**. Pelotas: UFPEL, 2001. 99 p.

CARVALHO, R.S. **Performance de cruzamentos de soja em gerações de avanço de endogamia para tolerância à ferrugem e precocidade**. 2015. 177 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Levantamento safra**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&>> Acesso em: 10 mar. 2016.

CONSORCIO ANTIFERRUGEM. **Histórico de ocorrência da ferrugem**: palestra padrão. 2011. Disponível em: <http://www.consorcioantiferrugem.net/portal/wp-content/uploads/2010/04/Palestra_CAF_2008_parte1_hist%C3%B3rico.ppt>. Acesso em: 12 set. 2014.

_____. **Epidemiologia**: palestra padrão. 2012a. Disponível em: <http://www.consorcioantiferrugem.net/portal/wp-content/uploads/2010/04/Palestra_CAF_2008_parte4_epidemiologia.ppt>. Acesso em: 23 set. 2012.

_____. **Práticas de manejo**. 2012b. Disponível em: <http://www.consorcioantiferrugem.net/portal/?page_id=69>. Acesso em: 08 jan. 2014.

_____. **Ciclo e epidemiologia**. 2014. Disponível em: <http://www.consorcioantiferrugem.net/portal/?page_id=67>. Acesso em: 21 out. 2014

CRUZ, C.D. **Programa GENES**: versão Windows, aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Ed. UFV, 2001. 648 p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Ed. UFV, 2003. v. 2, 585 p.

CRUZ, C.D.; VENCOSKY, R. Comparação de alguns métodos de análise dialélica. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, p. 425-438, 1989.

DEL PONTE, E.M.; SPOLTI, P.; GODOY, C.V. Ferrugem asiática da soja: panorama e perspectivas para o manejo. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 113, p. 16-19, set./out. 2009.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja na região central do Brasil: doenças e medidas de controle.** 2004. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/doenca.htm>>. Acesso em: 30 dez. 2011.

_____. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>>. Acesso em: 14 jan. 2016.

EMBRAPA SOJA. **Reunião do consórcio antiferrugem: safra 2008-09.** 2009. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/publicacao/doc315online.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2010.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ”. Departamento de Engenharia de Biosistemas. **Base de dados do posto agrometeorológico.** Disponível em: <<http://www.leb.esalq.usp.br/descar.html>>. Acesso em: 12 jun. 2015.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics.** 4th ed. Essex: Longman, 1996. 464 p.

FEDERER, W.T. Augmented (or hothonuiaku) designs. **Hawaiian Planters' Record**, Honolulu, v. 55, n. 2, p. 191-208, 1956.

FEHR, W.R.; CAVINESS, J.A. **Stages of soybean development.** Ames: Iowa State University, 1977. 11 p. (Special Report, 80).

FREIRE, M.C.M.; OLIVEIRA, L.O.; ALMEIDA, A.M.R.; SCHUSTER, I.; MOREIRA, M.A.; LIEBENBERG, M.M.; MIENIE, C.M.S. Evolutionary history of *Phakopsora pachyrhizi* (the Asian soybean rust) in Brazil based on nucleotide sequences of the internal transcribed spacer region of the nuclear ribosomal DNA. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 31, n. 4, p. 920-931, 2008.

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

FREITAS, M.C.M. A cultura da soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011.

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

GARDNER, C.O.; EBERHART, S.A. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations. **Biometrics**, Washington, v. 22, n. 18, p. 439-452, 1966.

- 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**, New York, v. 117, p. 545-553, 2008.
- GERALDI, I.O.; MIRANDA FILHO, J.B. Adapted models for the analysis of combining ability of varieties in partial diallel crosses. **Brazilian Journal of Genetics**, Ribeirão Preto, v. 11, p. 419-430, 1988.
- 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.
- GOELLNER, K.; LOEHRER, M.; LANGENBACH, C.; CONRATH, U.; KOCH, E.; SCHAFFRATH, U. *Phakopsora pachyrhizi*, the causal agent of Asian soybean rust. **Molecular Plant Pathology**, Bristol, v. 11, n. 2, p. 169-177, 2010.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal Biology Science**, East Melbourne, v. 9, p. 463-493, 1956.
- HANSON, W.D. Heritability. In: HANSON, W.D.; HOBINSON, H.F. **Statistical genetics and plant breeding**. Washington: NAS, NCR, 1963. p. 125-139.
- HARTMAN, G.L.; MILES, M.R.; FREDERICK, R.D. Breeding for resistance to soybean rust. **Plant Disease**, St. Paul, v. 89, p. 664-666, 2005.
- HARTMAN, G.L.; WEST, E.D.; HERMAN, T.K. Crops that feed the world 2. Soybean: worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. **Food Security**, London, v. 3, p. 5-17, 2011.
- HARTWIG, E.E. Identification of a fourth major gene conferring resistance to soybean rust. **Crop Science**, Madison, v. 26, n. 4, p. 1135-1136, July 1986.
- HENNING, A.A.; GODOY, C.V. Situação da ferrugem da soja no Brasil e no mundo. In: ZAMBOLIN, L. (Ed.). **Ferrugem asiática da soja**. Viçosa: Suprema, 2006. p. 1-14.
- JULIATTI, F.C.; POLIZEL, A.C.; JULIATTI, F.C. **Manejo integrado de doenças da soja**. Uberlândia: Composer, 2004. 327 p.
- KAWUKI, R.S.; ADIPALA, E.; TUKAMUHABWA, P. Yield loss associated with soya bean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Syd.) in Uganda. **Journal of Phytopathology**, Hamburg, v. 151, n. 1, p. 7-12, 2003.
- KEOGH, R.C.; DEVERALL, B.J.; MCLEOD, S. Comparison of histological and physiological responses to *Phakopsora pachyrhizi* in resistant and susceptible soybean. **Transactions of the British Mycological Society**, London, v. 74, p. 329-333, 1980.
- KILLGORE, E.; HEU, R.; GARDNER, D.E. First report of soybean rust in Hawaii. **Plant Disease**, St. Paul, v. 78, p. 1216-1216, 1994.

KOCH, E.; EBRAHIMNESBAT, F.; HOPPE, H. H. Light and electron microscopic studies on the development of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi* Syd) in susceptible soybean leaves. **Phytopathology**, Lancaster, v. 106, p. 302-320, 1983.

LEMO, N.G.; BRACCINI, A.L.; ABDELNOOR, R.V.; OLIVEIRA, M.C.N.; SUENAGA, K.; YAMANAKA, N. Characterization of genes Rpp2, Rpp4, and Rpp5 for resistance to soybean rust. **Euphytica**, Dordrecht, v. 182, p. 53-64, 2011. doi 10.1007/s10681-011-0465-3.

LG SEMENTES. Disponível em: < <http://www.lgsementes.com.br/>>. Acesso em: 29 jun. 2016

LI, S.; SMITH, J.R.; RAY, J.D.; FREDERICK, R.D. Identification of a new soybean rust resistance gene in PI 567102B. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 125, p. 133-142, 2012.

LOPES, A.C.A.; VELLO, N.A.; PANDINI, F.; ROCHA, M.M.; TSUTSUMI, C.Y. Variabilidade e correlações entre caracteres em cruzamentos de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 341-348, abr./jun. 2002.

MAPHOSA, M.; TALWANA, H.; GIBSON, P.; TUKAMUHABWA, P. Combining ability for resistance to soybean rust in F₂ and F₃ soybean populations. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 130, p. 1-7, 2012.

MARQUES, M.C. **Performance de cruzamentos entre genitores tolerantes à ferrugem asiática da soja**. 2014. 110 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

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.

MELO, C.L.P.; ROESE, A.D.; GOULART, A.C.P. Tolerância de genótipos de soja à ferrugem-asiática. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 8, p. 1353-1360, 2015.

MILES, M.R.; BONDE, M.R.; NESTER, S.E.; BERNER, D.K.; FREDERICK, R.D.; HARTMAN, G.L. Characterizing resistance to *Phakopsora pachyrhizi* in soybean. **Plant Disease**, St. Paul, v. 95, n. 5, p. 577-581, 2011.

MIYASAKA, S. Generalidades. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **A soja no Brasil Central**. 2. ed. Campinas, 1982. p. 3-19.

MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). **A soja no Brasil**. Campinas: ITAL, 1981. 1062 p.

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

OLIVEIRA, A.C.B.; GODOY, C.V.; MARTINS, M.C. Avaliação da tolerância de cultivares de soja à ferrugem asiática no Oeste da Bahia. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 658-662, 2005.

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

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

PRETORIUS, Z.A.; KLOPPERS, R.J.; FREDERICK, R.D. First report of soybean rust in South Africa. **Plant Disease**, St. Paul, v. 85, n. 12, p. 1288, 2001.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2011. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 01 maio 2015.

RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 3. ed. Lavras: Ed. UFLA, 2012. 305 p.

RAY, J.D.; MOREL, W.; SMITH, J.R.; FREDERICK, R.D.; MILES, M.R. Genetics and mapping of adult plant rust resistance in soybean PI 587886 and PI 587880A. **Theoretical and Applied Genetics**, New York, v. 119, p. 271-280, 2009.

ROCHA, M.M. **Interação genótipos 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.

SCHAFER, J.F. Tolerance to plant disease. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 9, n. 1, p. 235-252, 1971.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, 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.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. **Cultura da soja**. I. parte. Viçosa: Ed. UFV, 1993. 96 p.

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

SHARMA, N.D.; MEHTA, S.K. Soybean rust in Madhya Pradesh. **Acta Botanica Indica**, Meerut, v. 24, n. 1, p. 115-116, 1996.

SMIDERLE, O.J. Relatos por estado sobre o comportamento da cultura de soja na safra 2010/2011 – Estado de Roraima. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 31, 2010, Londrina. **Ata...** Londrina: Embrapa Soja, 2011. p. 40-42. (Documento, 324).

TICHAGWA, J.S. Breeding for resistance to soybean rust in Zimbabwe. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 6.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3., 2004, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Londrina: Embrapa, 2004. p. 349-353.

TROPICAL MELHORAMENTO & GENÉTICA. Disponível em: <<http://www.tmg.agr.br/cultivares/?c=soja>>. Acesso em: 12 jun. 2012

_____. Disponível em: <<http://www.tmg.agr.br/cultivares/soja>>. Acesso em: 14 abr. 2016

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**, St. Paul, v. 92, p. 947-952, 2008.

TSCHANZ, A.T.; WANG, T.C.; TSAI, B.Y. Recent advances in soybean rust research. In: SHANMUGASUNDARAM, S.; SULBERGER, E.W. **Soybean in tropical and subtropical cropping systems**. Tsukuba: Asian Vegetable Research and Development Center, 1985. chap. 35, p. 237-245.

TSCHANZ, A.T.; TSAI, B.Y. Evidence of tolerance to soybean rust in soybeans. **Soybean Rust Newsletter**, Urbana – Champaign, v. 6, p. 28-31, 1983.

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

UNFRIED, J.R.; KIIHL, R.A.S.; CALVO, E.S.; TAKEDA, C.; NOUCHI, A.; OTUBO, S.; SIQUERI, F. Genética e melhoramento para resistência à ferrugem asiática da soja. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 31., 2010, Londrina. **Ata...** Londrina: Embrapa Soja, 2010. p. 130-140.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Disponível em: <http://www.nass.usda.gov/Statistics_by_Subject/?sector=CROPS>. Acesso: 02 fev. 2016

VANDERPLANK, J.E. **Disease resistance in plants**. New York, Academic Press, 1968. 206 p.

_____. Horizontal (polygenic) and vertical (oligogenic) resistance against blight. **American Potato Journal**, Orono, v. 43, n. 2, p. 43-52, Feb. 1966.

VELLO, N.A.; CARVALHO, R.S.B.. Melhoramento da soja para resistência genética a doenças. In: UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. Grupo de Estudos Avançados em Fitopatologia. **Melhoramento genético no manejo de doenças de plantas**. Visconde de Rio Branco: Suprema, 2013. cap. 5, p. 81-104.

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

VIEIRA, P.F.M.J. **Dialelo entre genitores de soja tolerantes à ferrugem asiática.** 2009. 85 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

WYSMIERSKI, P.T. **Seleção de linhagens experimentais de soja para tolerância à ferrugem asiática e produtividade.** 2015. 168 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

YADAV, N.S. Genetic modification of soybean oil quality. In: VERMA, D.P.S.; SHOEMAKER, R.C. (Ed.). **Soybean genetics, molecular biology and biotechnology.** Wallingford: CAB International, 1996. p. 127-188.

YAMANAKA, N.; YAMAOKA, Y.; KATO, M.; LEMOS, N.G.; PASSIANOTO, A.L.L.; SANTOS, J.V.M.; BENITEZ, E.R.; ABDELNOOR, R.V.; SOARES, R.M.; SUENAGA, K. Development of classification criteria for resistance to soybean rust and differences in virulence among Japanese and Brazilian rust populations. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v. 35, p. 153-162, 2010.

YANG, X.B.; TSCHANZ, A.T.; DOWLER, W.M.; WANG, T.C. Development o yield loss models in relation to reductions of components of soybean infected with *Phakopsora pachyrhizi*. **Journal of Phytopathology**, Hamburg, v. 81, n. 11, p. 420-426, 1991.

YORINORI, J.T.; LAZZAROTTO, J.J. **Situação da ferrugem asiática da soja no Brasil e na América do Sul.** Brasília: EMBRAPA, 2004. 30 p. (Documentos, 236).

YORINORI, J.T.; PAVIA, W.M.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.M.; BERTAGNOLLI, P.F.; HARTMAN, G.L.; GODOY, C.; NUNES JR., J. Epidemics of soybean rust (*Phakopsora pachyrhizi*) in Brazil and Paraguay from 2001 to 2003. **Plant Disease**, St. Paul, v. 89, p. 675-677, 2005.

ZAMBOLIM, L. Manejo integrado da ferrugem asiática da soja. In: _____. (Ed.). **Ferrugem asiática da soja.** Viçosa: Suprema Gráfica e Editora, 2006. p. 73-98.

ZIMMERMANN, F.J.P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola.** Brasília: Embrapa. 2004. 400 p.

ANEXOS

Anexo A - Tabelas

Tabela 1 - Genitores utilizados no dialelo parcial 8 x 8 entre oito genitores com alto teor de óleo e resistência às doenças como nematoide de cisto e cancro da haste e oito genitores com tolerância à ferrugem asiática da soja

Genitores	Genótipos ^a	Genealogias
01	USP 04-18.092	MT 123800 x USP 11-14 = MT 123800 x (Foster x FT 79-3408)
02	USP 02-16.122	USP 02 FR x USP 06 FB PC = (Primavera x Forrest) x (SOC 81-76 x Foster)
03	USP 02-16.045	USP 04 x USP 05 PC = (Primavera x Forrest) x (Kirby x FT-2)
04	USP 04-17.027	USP-2-1 x USP 93-5280 = (Primavera x Forrest) x (Paranagoiana x Sel. Jackson-4028)
05	USP 04-17.039	USP-1-19 x USP 93-5280 = (IAC-Foscarin-31 x Forrest) x (Paranagoiana x Sel. Jackson-4028)
06	USP 231-4124-04	BUSP 16-015 x USP 97-10.046 = [(IAC-Foscarin-31 x Forrest) x (Foster x FT 79-3.408)] x [(Primavera x SOC 81-79) x (IAC-10 x GO 81-11.046)]
07	USP 231-3225-11	USP 02-16.045 x USP 97-10.046 = (USP 04 x USP 05 PC) x [(Primavera x SOC 81-79) x (IAC-10 x GO 81-11.046)]
08	USP 231-4112-01	USP 97-08.135 x USP 97-10.046 = (IAS-5 x IAC-100) x [(Primavera x SOC 81-79) x (IAC-10 x GO 81-11.046)]
09	TMG INOX	CB-07-958-B
10	USP 04-17.011	USP-1-19 x PI 181.544 = (IAC-Foscarin-31 x Forrest) x PI 181.544
11	USP 231-2228-01	USP 97-08.135 x 191-102-03 = (IAS -5 x IAC-100) x {[(TN#4 x PI 230.970 F7-4) x Doko] x Ocepar}
12	USP 231-2132-04	USP 11-38 x 191-103-12 = (Foster x FT 79-3.408) x {[(TN#4 x PI 230.970 F7-4) x Doko] x Hakucho}
13	USP 231-2224-12	USP 97-10.046 x 191-102-03 = [(Primavera x SOC 81-79) x (IAC-10 x GO 81-11.046)] x {[(TN#4 x PI 230.970 F7-4) x Doko] x Ocepar}
14	USP 231-6101-10	USP 97-10.046 x 191-103-12 = [(Primavera x SOC 81-79) x (IAC-10 x GO 81-11.046)] x {[(TN#4 x PI 230.970 F7-4) x Doko] x Hakucho}
15	USP 231-1228-09	USP 14-06-20 x 191-103-12 = (IAC-4 x Conquista) x {[(TN#4 x PI 230.970 F7-4) x Doko] x Hakucho}
16	USP 231-2222-12	USP 191-102-03 x 191-103-12 = {[(TN#4 x PI 230.970 F7-4) x Doko] x Ocepar} x {[(TN#4 x PI 230.970 F7-4) x Doko] x Hakucho}

^a Os 16 genitores são linhagens experimentais, sendo 15 genitores desenvolvidos pelo Setor de Genética Aplicada às Espécies Autógamas, Departamento de Genética, ESALQ, USP e o genitor TMG INOX desenvolvido pela Tropical Melhoramento & Genética

Tabela 2 - Esquema dos 64 cruzamentos em dialelo parcial 8 x 8, realizado no ano agrícola 2010/11

Genitores	(09) TMG INOX; (10) USP 04-17.011; (11) USP 231-2228-01; (12) USP 231-2132-04; (13) USP 231-2224-12; (14) USP 231-6101-10; (15) USP 231-1228-09; (16) USP 231-2222-12							
	(09)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
(01) USP 04-18.092	01 1 x 9	02 1 x 10	03 1 x 11	04 1 x 12	05 1 x 13	06 1 x 14	07 1 x 15	08 1 x 16
(02) USP 02-16.122	09 2 x 9	10 2 x 10	11 2 x 11	12 2 x 12	13 2 x 13	14 2 x 14	15 2 x 15	16 2 x 16
(03) USP 02-16.045	17 3 x 9	18 3 x 10	19 3 x 11	20 3 x 12	21 3 x 13	22 3 x 14	23 3 x 15	24 3 x 16
(04) USP 04-17.027	25 4 x 9	26 4 x 10	27 4 x 11	28 4 x 12	29 4 x 13	30 4 x 14	31 4 x 15	32 4 x 16
(05) USP 04-17.039	33 5 x 9	34 5 x 10	35 5 x 11	36 5 x 12	37 5 x 13	38 5 x 14	39 5 x 15	40 5 x 16
(06) USP 231-4124-04	41 6 x 9	42 6 x 10	43 6 x 11	44 6 x 12	45 6 x 13	46 6 x 14	47 6 x 15	48 6 x 16
(07) USP 231-3225-11	49 7 x 9	50 7 x 10	51 7 x 11	52 7 x 12	53 7 x 13	54 7 x 14	55 7 x 15	56 7 x 16
(08) USP 231-4112-01	57 8 x 9	58 8 x 10	59 8 x 11	60 8 x 12	61 8 x 13	62 8 x 14	63 8 x 15	64 8 x 16

Tabela 3 - Análise de variância das testemunhas no experimento com os cruzamentos. Blocos ao caso com dez repetições organizadas em conjuntos experimentais, com controle da ferrugem asiática e demais doenças de fim de ciclo. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, ESALQ, 2012/13

Quadrados médios dos caracteres ^a					
FV	GL	NDF (dias)	NDM (dias)	APM (cm)	PG (kg.ha ⁻¹)
Testemunhas	2	665***	3635***	3905***	6094620***
Repetições	9	4,20 ^{ns}	2,00 ^{ns}	18,0 ^{ns}	309088 ^{ns}
Conjuntos	1	0,600 ^{ns}	0,000 ^{ns}	125 ^{ns}	32176 ^{ns}
Test. x Conj.	2	7,20 ^{ns}	1,00 ^{ns}	17,0 ^{ns}	135284 ^{ns}
Resíduo	43	3,60	2,00	65,0	349828
Média		50,0	125	83,2	2381
CV%		3,80	0,990	9,71	20,4

^a NDF= número de dias para o florescimento, NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade e PG= produtividade de grãos

*** significativo a 0,1% de probabilidade pelo teste F

Tabela 4 - Análise de variância dos genitores. Blocos ao acaso com quatro repetições e com controle da ferrugem asiática e demais doenças de fim de ciclo. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, ESALQ, 2012/13

Quadrados médios dos caracteres ^a					
FV	GL	NDF (dias)	NDM (dias)	APM (cm)	PG (kg.ha ⁻¹)
Blocos	3	2,08*	46,1***	185**	697030 ^{ns}
Genitores	15	8,58***	87,6***	2041***	614515 ^{ns}
Resíduo	45	0,506	6,54	38,7	502793
Média		49,6	123	81,0	2960
CV%		1,43	2,08	7,67	24,0

^a NDF= número de dias para o florescimento, NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade e PG= produtividade de grãos

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 5 - Análise de variância dos cruzamentos. Blocos ao caso com dez repetições organizadas em conjuntos experimentais, com controle da ferrugem asiática e demais doenças de fim de ciclo. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₂, ESALQ, 2012/13

Quadrados médios dos caracteres^a					
FV	GL	NDF (dias)	NDM (dias)	APM (cm)	PG (kg.ha⁻¹)
Blocos	9	7,55***	81,7***	236	627563
Cruzamentos	63	4,79***	100***	1839***	838572***
Resíduo	340	1,54	24,4	170	435017
Média		45,3	123	90,2	2993
CV%		2,74	4,00	14,5	22,0

^a NDF= número de dias para o florescimento, NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade e PG= produtividade de grãos

*** significativo a 0,1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 6 - Análise de variância dentro dos 64 cruzamentos. Blocos ao caso com dez repetições organizadas em conjuntos experimentais. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₂, ESALQ, 2012/13
(continua)

FV	Quadrado médio do caráter ^a	
	GL ^b	PG (g.planta ⁻¹)
Cruzamento 01	78	233*
Cruzamento 02	88	188 ^{ns}
Cruzamento 03	31	100 ^{ns}
Cruzamento 04	167	235**
Cruzamento 05	78	151 ^{ns}
Cruzamento 06	165	150 ^{ns}
Cruzamento 07	46	367***
Cruzamento 08	148	134 ^{ns}
Cruzamento 09	106	137 ^{ns}
Cruzamento 10	187	108 ^{ns}
Cruzamento 11	177	144 ^{ns}
Cruzamento 12	101	168 ^{ns}
Cruzamento 13	136	191 ^{ns}
Cruzamento 14	X	X
Cruzamento 15	86	183 ^{ns}
Cruzamento 16	68	239*
Cruzamento 17	161	143 ^{ns}
Cruzamento 18	171	121 ^{ns}
Cruzamento 19	175	106 ^{ns}
Cruzamento 20	155	153 ^{ns}
Cruzamento 21	170	187 ^{ns}
Cruzamento 22	36	105 ^{ns}
Cruzamento 23	82	150 ^{ns}
Cruzamento 24	35	182 ^{ns}
Cruzamento 25	144	313***
Cruzamento 26	156	253***
Cruzamento 27	78	265**
Cruzamento 28	84	269**
Cruzamento 29	88	375***
Cruzamento 30	47	209 ^{ns}
Cruzamento 31	128	301***
Cruzamento 32	103	260 ^{ns}
Cruzamento 33	81	223 ^{ns}
Cruzamento 34	37	165 ^{ns}
Cruzamento 35	81	196 ^{ns}
Cruzamento 36	51	160 ^{ns}
Cruzamento 37	140	153 ^{ns}
Cruzamento 38	108	185 ^{ns}
Cruzamento 39	70	247*

Tabela 6 - Análise de variância dentro dos 64 cruzamentos. Blocos ao caso com dez repetições organizadas em conjuntos experimentais. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₂, ESALQ, 2012/13

(conclusão)		
Quadrado médio do caráter^a		
FV	GL	PG (g.planta⁻¹)
Cruzamento 40	54	163 ^{ns}
Cruzamento 41	170	206 ^{ns}
Cruzamento 42	182	170 ^{ns}
Cruzamento 43	178	131 ^{ns}
Cruzamento 44	93	215 ^{ns}
Cruzamento 45	174	190 ^{ns}
Cruzamento 46	127	231*
Cruzamento 47	150	118 ^{ns}
Cruzamento 48	88	128 ^{ns}
Cruzamento 49	177	139 ^{ns}
Cruzamento 50	157	201 ^{ns}
Cruzamento 51	166	178 ^{ns}
Cruzamento 52	110	149 ^{ns}
Cruzamento 53	168	120 ^{ns}
Cruzamento 54	162	153 ^{ns}
Cruzamento 55	66	154 ^{ns}
Cruzamento 56	92	131 ^{ns}
Cruzamento 57	108	165 ^{ns}
Cruzamento 58	56	118 ^{ns}
Cruzamento 59	112	135 ^{ns}
Cruzamento 60	72	221 ^{ns}
Cruzamento 61	76	175 ^{ns}
Cruzamento 62	70	115 ^{ns}
Cruzamento 63	129	118 ^{ns}
Cruzamento 64	33	163 ^{ns}
Resíduo dentro de cruzamentos	7111	177 ^{ns}
Total	7585	

^a PG = produtividade de grãos

^b Número total de plantas planejadas para avaliação em cada cruzamento = 20 plantas x 10 repetições = 200 plantas

Tabela 7 - Médias (4 parcelas = um genótipo/repetição x quatro repetições) dos 16 genitores no ano agrícola 2012/13 para os caracteres número de dias para o florescimento (NDF), número de dias para a maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM) e produtividade de grãos (PG)

Genótipos	NI°	NDF (dias)	NDM (dias)	APM (cm)	PG (kg.ha⁻¹)
USP 04-18.092	01	48,0 d	119 c	77,5 d	2852 a
USP 02-16.122	02	50,2 b	126 b	75,0 d	3352 a
USP 02-16.045	03	48,5 d	122 c	65,0 e	2556 a
USP 04-17.027	04	53,0 a	120 c	145 a	2958 a
USP 04-17.039	05	49,2 c	121 c	115 b	3149 a
USP 231-4124-04	06	48,8 c	128 a	71,2 e	3044 a
USP 231-3225-11	07	49,0 c	123 c	71,2 e	2983 a
USP 231-4112-01	08	50,2 b	110 d	68,8 e	2790 a
TMG INOX	09	48,0 d	124 b	72,5 e	2634 a
USP 04-17.011	10	49,2 c	121 c	77,5 d	3625 a
USP 231-2228-01	11	50,2 b	125 b	90,0 c	2904 a
USP 231-2132-04	12	48,2 d	124 b	52,5 f	2681 a
USP 231-2224-12	13	49,2 c	128 a	88,8 c	3549 a
USP 231-6101-10	14	50,0 b	122 c	85,0 c	2806 a
USP 231-1228-09	15	48,5 d	128 a	55,0 f	2107 a
USP 231-2222-12	16	52,50 a	128 a	86,2 c	3379 a

NI = número identificador

Tabela 8 - Classificação das médias (10 parcelas = um cruzamento/repetição x dez repetições) da produtividade de grãos (PG) dos cruzamentos na geração F₂, por meio do teste Scott-Knott a 5% de probabilidade

Genitores	9) TMG INOX; (10) USP 04-17.011; (11) USP 231-2228-01; (12) USP 231-2132-04; (13) USP 231-2224-12; (14) USP 231-6101-10; (15) USP 231-1228-09; (16) USP 231-2222-12									Média dos cruzamentos
	PG (kg.ha ⁻¹)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	
		2634 a	3625 a	2904 a	26801 a	3549 a	2806 a	2107 a	3379 a	
		01	02	03	04	05	06	07	08	
(1) USP 04-18.092	2852 a	2718 b	3063 a	3301 a	2922 b	2597 b	2486 b	3024 b	2572 b	2835
		09	10	11	12	13	14	15	16	
(2) USP 02-16.122	3352 a	2696 b	3030 b	3287 a	2749 b	2841 b	2835 b	3101 a	3691 a	3029
		17	18	19	20	21	22	23	24	
(3) USP 02-16.045	2556 a	2846 b	2695 b	2898 b	2850 b	3095 a	3186 a	2500 b	2948 b	2877
		25	26	27	28	29	30	31	32	
(4) USP 04-17.027	2958 a	2676 b	3224 a	3117 a	3510 a	4040 a	2942 b	2880 b	3322 a	3214
		33	34	35	36	37	38	39	40	
(5) USP 04-17.039	3149 a	2993 b	3703 a	3131 a	2784 b	2688 b	3556 a	3276 a	3518 a	3206
		41	42	43	44	45	46	47	48	
(6) USP 231-4124-04	3044 a	2903 b	3605 a	3412 a	3177 a	3337 a	2946 b	2983 b	3066 a	3179
		49	50	51	52	53	54	55	56	
(7) USP 231-3225-11	2983 a	2813 b	3285 a	3095 a	2876 b	2691 b	3120 a	2166 b	3277 a	2915
		57	58	59	60	61	62	63	64	
(8) USP 231-4112-01	2790 a	1995 b	2862 b	3794 a	2993 b	3386 a	2475 b	2612 b	2898 b	2877
Média dos cruzamentos		2705	3183	3254	2983	3084	2943	2818	3162	3017

Tabela 9 - Classificação das médias (10 parcelas = um cruzamento/repetição x dez repetições) do número de dias para o florescimento (NDF) dos cruzamentos na geração F₂, por meio do teste Scott-Knott a 5% de probabilidade

Genitores	9) TMG INOX; (10) USP 04-17.011; (11) USP 231-2228-01; (12) USP 231-2132-04; (13) USP 231-2224-12; (14) USP 231-6101-10; (15) USP 231-1228-09; (16) USP 231-2222-12									Média dos cruzamentos
	NDF (dias)	(9) 48,0 d	(10) 49,2 c	(11) 50,2 b	(12) 48,2 d	(13) 49,2 c	(14) 50,0 b	(15) 48,5 d	(16) 52,5 a	
		01	02	03	04	05	06	07	08	
(1) USP 04-18.092	48,0 d	44,2 c	45,2 c	45,5 c	45,5 c	45,2 c	44,7 c	45,3 c	45,4 c	45,1
		09	10	11	12	13	14	15	16	
(2) USP 02-16.122	50,2 b	44,8 c	45,1 c	45,1 c	44,6 c	46,3 b	44,0 c	44,6 c	45,8 c	45,0
		17	18	19	20	21	22	23	24	
(3) USP 02-16.045	48,5 d	44,1 c	44,7 c	45,3 c	44,8 c	45,1 c	44,5 c	45,2 c	45,5 c	44,9
		25	26	27	28	29	30	31	32	
(4) USP 04-17.027	53,0 a	44,8 c	46,1 b	48,6 a	45,6 c	48,0 a	49,0 a	46,1 b	46,5 b	46,8
		33	34	35	36	37	38	39	40	
(5) USP 04-17.039	49,2 c	44,8 c	44,5 c	45,6 c	45,0 c	44,8 c	45,5 c	44,5 c	45,0 c	45,0
		41	42	43	44	45	46	47	48	
(6) USP 231-4124-04	48,8 c	44,4 c	45,5 c	46,2 b	45,2 c	46,4 b	45,1 c	45,0 c	44,4 c	45,3
		49	50	51	52	53	54	55	56	
(7) USP 231-3225-11	49,0 c	44,0 c	45,1 c	45,5 c	45,0 c	45,2 c	45,3 c	44,8 c	46,0 b	45,1
		57	58	59	60	61	62	63	64	
(8) USP 231-4112-01	50,2 b	43,8 c	45,0 c	45,7 c	45,2 c	46,2 b	46,5 b	46,0 b	46,0 b	45,6
Média dos cruzamentos		44,4	45,2	45,9	45,1	45,9	45,6	45,2	45,6	45,4

Tabela 10 - Classificação das médias (10 parcelas = um cruzamento/repetição x dez repetições) do número de dias para a maturidade (NDM) dos cruzamentos na geração F₂, por meio do teste Scott-Knott a 5% de probabilidade

Genitores	9) TMG INOX; (10) USP 04-17.011; (11) USP 231-2228-01; (12) USP 231-2132-04; (13) USP 231-2224-12; (14) USP 231-6101-10; (15) USP 231-1228-09; (16) USP 231-2222-12									
	NDM (dias)	(9) 110 d	(10) 124 b	(11) 121 c	(12) 125 b	(13) 124 b	(14) 128 a	(15) 122 c	(16) 128 a	Média dos cruzamentos
		01	02	03	04	05	06	07	08	
(1) USP 04-18.092	119 c	114 b	120 b	124 b	121 b	126 a	122 b	119 b	122 b	121
		09	10	11	12	13	14	15	16	
(2) USP 02-16.122	126 b	117 b	123 b	124 b	121 b	126 a	117 b	118 b	121 b	121
		17	18	19	20	21	22	23	24	
(3) USP 02-16.045	122 c	116 b	121 b	124 a	121 b	125 a	120 b	125 a	125 a	122
		25	26	27	28	29	30	31	32	
(4) USP 04-17.027	120 c	121 b	125 a	126 a	130 a	130 a	126 a	125 a	128 a	126
		33	34	35	36	37	38	39	40	
(5) USP 04-17.039	128 a	118 b	118 b	123 b	126 a	123 b	127 a	122 b	118 b	122
		41	42	43	44	45	46	47	48	
(6) USP 231-4124-04	121 c	120 b	126 a	124 b	129 a	126 a	127 a	122 b	123 b	125
		49	50	51	52	53	54	55	56	
(7) USP 231-3225-11	128 a	120 b	128 a	122 b	130 a	127 a	129 a	127 a	135 a	127
		57	58	59	60	61	62	63	64	
(8) USP 231-4112-01	123 c	115 b	128 a	124 a	131 a	123 b	122 b	120 b	132 a	124
Média dos cruzamentos		118	124	124	126	126	124	122	126	124

Tabela 11 - Classificação das médias (10 parcelas = um cruzamento/repetição x dez repetições) altura da planta na maturidade (APM) dos cruzamentos na geração F₂, por meio do teste Scott-Knott a 5% de probabilidade

Genitores	9) TMG INOX; (10) USP 04-17.011; (11) USP 231-2228-01; (12) USP 231-2132-04; (13) USP 231-2224-12; (14) USP 231-6101-10; (15) USP 231-1228-09; (16) USP 231-2222-12									Média dos cruzamentos
	APM (cm)	(9) 72,5 e	(10) 77,5 d	(11) 90,0 c	(12) 52,5 f	(13) 88,8 c	(14) 85,0 c	(15) 55,0 f	(16) 86,2 c	
		01	02	03	04	05	06	07	08	
(1) USP 04-18.092	77,5 d	98,0 c	99,0 c	85,0 c	101 b	97,0 c	87,0 c	81,7 d	93,0 c	92,7
		09	10	11	12	13	14	15	16	
(2) USP 02-16.122	75,0 d	82,5 d	76,5 d	88,5 c	75,0 d	83,9 c	70,0 d	68,0 d	91,2 c	79,5
		17	18	19	20	21	22	23	24	
(3) USP 02-16.045	65,0 e	71,0 d	75,5 d	81,5 d	73,9 d	84,0 c	75,0 d	74,0 d	80,0 d	76,9
		25	26	27	28	29	30	31	32	
(4) USP 04-17.027	145 a	112 b	113 b	117 b	125 a	128 a	125 a	108 b	126 a	119
		33	34	35	36	37	38	39	40	
(5) USP 04-17.039	115 b	118 b	105 b	125 a	120 a	114 b	132 a	109 b	132 a	119
		41	42	43	44	45	46	47	48	
(6) USP 231-4124-04	71,2 e	75,5 d	80,0 d	94,0 c	82,0 d	88,5 c	81,9 d	73,8 d	87,0 c	82,8
		49	50	51	52	53	54	55	56	
(7) USP 231-3225-11	71,2 e	80,5 d	77,8 d	84,5 c	75,8 d	79,5 d	84,4 c	71,2 d	94,0 c	81,0
		57	58	59	60	61	62	63	64	
(8) USP 231-4112-01	68,8 e	63,6 d	96,7 c	88,3 c	83,8 c	91,2 c	86,2 c	76,4 d	77,5 d	83,0
Média dos cruzamentos	87,6	90,4	95,5	92,1	95,8	92,8	82,7	97,5	91,8	

Tabela 12 - Heterose (h%) e depressão por endogamia (DE) do caráter produtividade de grãos (g.planta⁻¹) dos 64 cruzamentos na geração F₂. Soja, ESALQ, 2012/13

Genitores		9) TMG INOX; (10) USP 04-17.011; (11) USP 231-2228-01; (12) USP 231-2132-04; (13) USP 231-2224-12; (14) USP 231-6101-10; (15) USP 231-1228-09; (16) USP 231-2222-12							
		(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
(1) USP 04-18.092	Nº Cruz	01	02	03	04	05	06	07	08
	h%	-1,80	-10,8	24,4	11,3	-37,7	-24,3	43,9	-34,9
	DE	-0,454	-2,86	6,80	2,66	-11,6	-6,91	9,01	-10,6
(2) USP 02-16.122	Nº Cruz	9	10	11	12	13	14	15	16
	h%	-19,8	-26,3	10,2	-17,7	-35,3	-15,9	27,2	19,3
	DE	-5,50	-7,57	2,42	-4,85	-10,7	-4,31	5,98	4,41
(3) USP 02-16.045	Nº Cruz	17	18	19	20	21	22	23	24
	h%	19,4	-25,6	12,2	17,7	2,79	37,7	14,5	-1,29
	DE	4,42	-7,34	2,88	4,06	0,687	7,93	3,38	-0,324
(4) USP 04-17.027	Nº Cruz	25	26	27	28	29	30	31	32
	h%	-8,57	-4,14	12,6	49,0	48,3	4,17	27,4	9,67
	DE	-2,24	-1,06	2,97	9,84	9,73	1,02	6,03	2,30
(5) USP 04-17.039	Nº Cruz	33	34	35	36	37	38	39	40
	h%	7,04	18,7	6,93	-8,96	-39,5	38,8	49,2	15,6
	DE	1,70	4,27	1,68	-2,35	-12,3	8,13	9,88	3,61
(6) USP 231-4124-04	Nº Cruz	41	42	43	44	45	46	47	48
	h%	4,53	16,21	29,50	22,0	2,49	1,48	31,7	-9,08
	DE	1,11	3,75	6,43	4,96	0,616	0,366	6,84	-2,38
(7) USP 231-3225-11	Nº Cruz	49	50	51	52	53	54	55	56
	h%	0,332	-1,15	10,3	3,14	-35,2	15,6	-29,8	6,02
	DE	0,083	-0,290	2,45	0,774	-10,7	3,62	-8,75	1,46
(8) USP 231-4112-01	Nº Cruz	57	58	59	60	61	62	63	64
	h%	-52,9	-21,6	66,5	18,8	13,6	-23,1	13,3	-12,1
	DE	-18,0	-6,04	12,5	4,30	3,20	-6,54	3,13	-3,22

Tabela 13 - Variância genética e herdabilidade no sentido amplo (%) do caráter produtividade de grãos (g.planta⁻¹) dos 64 cruzamentos. Blocos ao caso com dez repetições organizadas em conjuntos experimentais. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₂, ESALQ, 2012/13

Genitores		(9) TMG INOX; (10) USP 04-17.011; (11) USP 231-2228-01; (12) USP 231-2132-04; (13) USP 231-2224-12; (14) USP 231-6101-10; (15) USP 231-1228-09; (16) USP 231-2222-12							
		(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
(1) USP 04-18.092	Nº Cruz	01	02	03	04	05	06	07	08
	σ^2_g	108	62,3	-24,8	110	26,1	25,2	242	9,13
	h^2	46,3	33,2	-24,7	46,8	17,2	16,7	65,9	6,79
(2) USP 02-16.122	Nº Cruz	9	10	11	12	13	14	15	16
	σ^2_g	11,4	-17,5	18,7	42,5	65,8	X	58,1	114
	h^2	8,31	-16,3	13,0	25,3	34,4	X	31,7	47,6
(3) USP 02-16.045	Nº Cruz	17	18	19	20	21	22	23	24
	σ^2_g	17,9	-3,91	-19,8	27,4	62,1	-19,9	25,1	56,2
	h^2	12,5	-3,22	-18,8	17,9	33,1	-18,9	16,7	31,0
(4) USP 04-17.027	Nº Cruz	25	26	27	28	29	30	31	32
	σ^2_g	188	128	140	144	250	84	176	135
	h^2	60,0	50,6	52,7	53,4	66,6	40,0	58,4	51,9
(5) USP 04-17.039	Nº Cruz	33	34	35	36	37	38	39	40
	σ^2_g	97,5	39,7	70,6	34,5	27,7	59,9	122	38,0
	h^2	43,8	24,1	36,1	21,6	18,1	32,3	49,3	23,3
(6) USP 231-4124-04	Nº Cruz	41	42	43	44	45	46	47	48
	σ^2_g	81,1	45,2	5,9	89,8	64,3	106	-7,8	2,4
	h^2	39,3	26,5	4,46	41,8	33,9	45,9	-6,61	1,90
(7) USP 231-3225-11	Nº Cruz	49	50	51	52	53	54	55	56
	σ^2_g	14,0	75,9	52,4	24,1	-4,84	27,5	28,6	5,97
	h^2	10,0	37,7	29,5	16,1	-4,02	18,0	18,6	4,55
(8) USP 231-4112-01	Nº Cruz	57	58	59	60	61	62	63	64
	σ^2_g	39,7	-7,3	10,1	96,0	49,4	-10,7	-7,53	38,2
	h^2	24,1	-6,19	7,48	43,4	28,3	-9,35	-6,39	23,3

Tabela 14 - Análise de variância do dialelo parcial 8 x 8. Soja, geração F₂, ESALQ, 2012/13

Quadrado médio dos caracteres ^a					
FV	GL	NDF (dias)	NDM (dias)	APM (cm)	PG (kg/ha ⁻¹)
Cruzamentos	63	10,1***	186***	3298***	1413444***
C.G.C. G-I	7	35,3***	491***	24660***	2094882***
C.G.C. G-II	7	22,1***	605***	1883***	2892014***
C.E.C. I x II	49	4,77***	83,2***	448***	1104872***
Resíduo	340	1,54	24,4	170	4
Média (μ)		45,4	124	91,9	3017
DP(μ)		0,049	0,195	0,515	0,079

^a NDF= número de dias para o florescimento, NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade e PG= produtividade de grãos

*** significativo a 0,1 % de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 15 - Estimativas das capacidades geral (CGC) e específica (CEC) de combinação do dialelo parcial 8 x 8 para o caráter produtividade de grãos (PG), pelo método 4 de Griffing (1956). Soja, geração F₂, ESALQ, 2012/13

PG (kg/ha ⁻¹)	9) TMG INOX; (10) USP 04-17.011; (11) USP 231-2228-01; (12) USP 231-2132-04; (13) USP 231-2224-12; (14) USP 231-6101-10; (15) USP 231-1228-09; (16) USP 231-2222-12									
Genitores	(09)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	CGC	
(01) USP 04-18.092	01 194	02 60,8	03 228	04 120	05 -306	06 -276	07 387	08 -408	-181	DP(Gi) 0,209 DP(Gi-Gi') 0,316
(02) USP 02-16.122	09 -21,2	10 -166	11 20,5	12 -246	13 -256	14 -121	15 271	16 517	12,2	
(03) USP 02-16.045	17 280	18 -349	19 -218	20 6,77	21 150	22 382	23 -178	24 -74,1	-139	
(04) USP 04-17.027	25 -226	26 -157	27 -335	28 330	29 758	30 -199	31 -135	32 -36,9	197	
(05) USP 04-17.039	33 98,4	34 330	35 -313	36 -388	37 -586	38 423	39 269	40 167	190	
(06) USP 231-4124-04	41 35,9	42 260	43 -4,36	44 32,3	45 90,5	46 -160	47 3,14	48 -258	162	
(07) USP 231-3225-11	49 209	50 203	51 -58,1	52 -5,48	53 -292	54 278	55 -551	56 217	-101	
(08) USP 231-4112-01	57 -570	58 -182	59 680	60 150	61 441	62 -329	63 -66,1	64 -124	-140	
CGC	-312	167	238	-33,9	67,9	-73,3	-199	145		
DP(Gj)	0,209									
DP(Gj-Gj')	0,316									
	DP(Sij)	0,553								
	DP(Sij-Sik)	0,837								
	DP(Sij-Skj)	0,837								
	DP(Sij-Skl)	0,775								

Tabela 16 - Estimativas das capacidades geral (CGC) e específica (CEC) de combinação do dialelo parcial 8 x 8 para o caráter número de dias para o florescimento (NDF), pelo método 4 de Griffing (1956). Soja, geração F₂, ESALQ, 2012/13

NDF (dias)	9) TMG INOX; (10) USP 04-17.011; (11) USP 231-2228-01; (12) USP 231-2132-04; (13) USP 231-2224-12; (14) USP 231-6101-10; (15) USP 231-1228-09; (16) USP 231-2222-12									
Genitores	(09)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	CGC	
(01) USP 04-18.092	01 -0,078	02 0,047	03 0,172	04 1,05	05 -0,453	06 -0,453	07 0,047	08 -0,328	-0,297	DP(Gi) 0,130 DP(Gi-Gi') 0,196
(02) USP 02-16.122	09 0,922	10 0,047	11 -0,828	12 0,047	13 0,547	14 -1,45	15 0,047	16 0,672	-0,297	
(03) USP 02-16.045	17 0,047	18 0,172	19 -0,703	20 0,172	21 -0,328	22 -0,328	23 0,172	24 0,797	-0,422	
(04) USP 04-17.027	25 -0,953	26 -0,828	27 1,30	28 -0,828	29 0,672	30 1,67	31 -0,828	32 -0,203	1,58	
(05) USP 04-17.039	33 0,797	34 -0,078	35 0,047	36 -0,078	37 -0,578	38 0,422	39 -0,078	40 -0,453	-0,172	
(06) USP 231-4124-04	41 -0,078	42 1,05	43 0,172	44 0,047	45 0,547	46 -0,453	47 0,047	48 -1,33	-0,297	
(07) USP 231-3225-11	49 -0,078	50 0,047	51 0,172	52 0,047	53 -0,453	54 -0,453	55 0,047	56 0,672	-0,297	
(08) USP 231-4112-01	57 -0,578	58 -0,453	59 -0,328	60 -0,453	61 0,047	62 1,05	63 0,547	64 0,172	0,203	
CGC	-1,05	-0,172	0,703	-0,172	0,328	0,328	-0,172	0,203		
DP(Gj)	0,130									
DP(Gj-Gj')	0,196									
	DP(Sij)	0,343								
	DP(Sij-Sik)	0,518								
	DP(Sij-Skj)	0,518								
	DP(Sij-Skl)	0,480								

Tabela 17 - Estimativas das capacidades geral (CGC) e específica (CEC) de combinação do dialelo parcial 8 x 8 para o caráter número de dias para a maturidade (NDM), pelo método 2 de Griffing (1956). Soja, geração F₂, ESALQ, 2012/13

NDM (dias)	9) TMG INOX; (10) USP 04-17.011; (11) USP 231-2228-01; (12) USP 231-2132-04; (13) USP 231-2224-12; (14) USP 231-6101-10; (15) USP 231-1228-09; (16) USP 231-2222-12									
Genitores	(09)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	CGC	
(01) USP 04-18.092	01	02	03	04	05	06	07	08	-2,63	DP(Gi) 0,517
	-1,00	-11,3	2,62	-2,50	2,75	0,750	-0,625	-0,875		DP(Gi-Gij') 0,781
(02) USP 02-16.122	09	10	11	12	13	14	15	16	-2,75	
	2,13	2,00	2,75	-2,38	2,88	-4,13	-1,50	-1,75		
(03) USP 02-16.045	17	18	19	20	21	22	23	24	-1,50	
	-0,125	-1,25	1,50	-3,625	0,625	-2,38	4,25	1,00		
(04) USP 04-17.027	25	26	27	28	29	30	31	32	2,75	
	0,625	-1,50	-0,750	1,12	1,38	-0,625	0,000	-0,250		
(05) USP 04-17.039	33	34	35	36	37	38	39	40	-1,63	
	2,00	-3,12	0,625	1,50	-1,25	4,75	0,138	-5,88		
(06) USP 231-4124-04	41	42	43	44	45	46	47	48	1,00	
	1,38	1,25	-1,00	1,88	-0,875	2,12	-1,25	-3,50		
(07) USP 231-3225-11	49	50	51	52	53	54	55	56	3,75	
	-1,375	0,500	-5,75	0,125	-2,62	2,38	1,00	5,75		
(08) USP 231-4112-01	57	58	59	60	61	62	63	64	1,00	
	-3,63	3,25	0,00	3,88	-2,88	-2,88	-3,25	5,50		
CGC	-6,00	0,125	0,375	2,50	2,25	0,250	-1,38	1,88		
DP(Gj)	0,517									
DP(Gj-Gj')	0,781									
	DP(Sij)	1,37								
	DP(Sij-Sik)	2,07								
	DP(Sij-Skj)	2,07								
	DP(Sij-Skl)	1,91								

Tabela 18 - Estimativas das capacidades geral (CGC) e específica (CEC) de combinação do dialelo parcial 8 x 8 para o caráter altura da planta na maturidade (APM), pelo método 4 de Griffing (1956). Soja, geração F₂, ESALQ, 2012/13

[illegible]

Tabela 19 - Análise de variância das testemunhas nos quatro experimentos. Experimentos dos cruzamentos e dos genitores com dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem). Blocos ao caso com quatro repetições organizadas em conjuntos experimentais no experimento dos cruzamentos e em blocos no experimento dos genitores. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, ESALQ, 2013/14

Quadrados médios dos caracteres ^a								
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Testemunhas/Repetições/Experimentos	12	4,39 ^{ns}	30,3 ^{ns}	0,038 ^{ns}	0,069 ^{ns}	0,027 ^{ns}	540650**	12,2***
Conjunto/Repetições/Experimentos	8	3,96 ^{ns}	59,9 ^{ns}	0,031 ^{ns}	0,133**	0,015 ^{ns}	462219 ^{ns}	3,19 ^{ns}
Experimentos (H)	3	4,69 ^{ns}	59,4 ^{ns}	0,028 ^{ns}	0,084 ^{ns}	0,075 ^{ns}	543302 ^{ns}	8,08*
Testemunhas (T)	2	3160***	488**	0,043 ^{ns}	0,607***	0,196*	513206 ^{ns}	12,6**
T x H	6	3,60 ^{ns}	52,1 ^{ns}	0,015 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,036 ^{ns}	389788 ^{ns}	10,0***
Resíduo entre parcelas	24	2,42	59,2	0,025	0,032	0,044	176430	1,38
Resíduo dentro	16	2,65	53,6	0,027	0,061	0,022	240447	0,646
Média das testemunhas		122	92,1	2,27	1,76	2,26	2142	14,9
CV%		1,27	8,36	7,02	10,2	9,25	19,6	7,89

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 20 - Análise de variância dos genitores no manejo 1 de doenças (com controle da ferrugem) na geração F₃. Blocos ao acaso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, ESALQ, 2013/14

Fungicida 1		Quadrados médios dos caracteres ^a						
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Repetições	3	22,6 ^{ns}	148 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,075 ^{ns}	0,030 ^{ns}	2221146***	13,9***
Genitores	15	111***	583***	0,027 ^{ns}	0,223***	0,060**	417335*	17,4***
Resíduo	45	9,24	63,6	0,022	0,030	0,020	206965	1,10
Média geral		125	86,6	2,29	1,74	2,28	2154	16,3
CV%		2,43	9,20	6,47	9,99	6,26	21,1	6,43

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 21 - Análise de variância dos cruzamentos no manejo 1 de doenças (com controle da ferrugem) na geração F₃. Blocos ao acaso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₃, ESALQ, 2013/14

Fungicida 1		Quadrados médios dos caracteres ^a						
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Repetições	3	31,3**	180*	0,331***	0,330***	0,104*	2125296***	3,95 ^{ns}
Cruzamentos	63	35,1***	399***	0,059***	0,128***	0,035 ^{ns}	417843*	6,25***
Resíduo	189	6,55	54,5	0,032	0,043	0,029	300410	2,02
Média geral		128	94,5	2,16	1,83	2,27	1855	17,5
CV%		2,00	7,82	8,22	11,3	7,42	29,5	8,12

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 22 - Análise de variância dos genitores no manejo 2 de doenças (sem controle da ferrugem) na geração F₃. Blocos ao acaso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, ESALQ, 2013/14

Fungicida 2		Quadrados médios dos caracteres ^a						
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Repetições	3	83,2***	466***	0,058 ^{ns}	0,486***	0,022 ^{ns}	4704634***	17,1***
Genitores	15	89,2***	652***	0,070*	0,190***	0,052 ^{ns}	589588***	21,2***
Resíduo	45	7,28	57,0	0,037	0,051	0,038	170296	2,62
Média geral		126	91,6	2,24	1,87	2,23	2567	16,7
CV%		2,15	8,25	8,58	12,1	8,73	16,1	9,71

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônômico, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 23 - Análise de variância dos cruzamentos no manejo 2 de doenças (sem controle da ferrugem) na geração F₃. Blocos ao acaso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₃, ESALQ, 2013/14

Fungicida 2		Quadrados médios dos caracteres ^a						
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Repetições	3	17,9 ^{ns}	220*	0,054 ^{ns}	0,006 ^{ns}	0,044 ^{ns}	5174992***	22,8 ^{ns}
Cruzamentos	63	38,5***	443***	0,076**	0,119 ^{ns}	0,048 ^{ns}	450290 ^{ns}	7,82***
Resíduo	189	8,29	66,6	0,042	0,091	0,042	361796	1,74
Média geral		127	96,0	2,15	1,90	2,25	2054	16,6
CV%		2,26	8,51	9,57	15,8	9,13	29,3	7,92

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônômico, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 24 - Análise de variância individual dos genitores e cruzamentos no manejo 1 de doenças (com controle da ferrugem) na geração F₃. Blocos ao caso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₃, ESALQ, 2013/14

Fungicida 1		Quadrados médios dos caracteres ^a						
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Repetições	3	9,38 ^{ns}	199*	0,270 ***	0,289 ***	0,126 **	1008120 *	6,59 *
Tratamentos	79	54,0 ***	469 ***	0,064 ***	0,149 ***	0,039 *	470412 *	9,21 ***
Cruzamentos (C)	63	35,1 ***	399 ***	0,059 ***	0,128 ***	0,035 ^{ns}	417843 ^{ns}	6,27 ***
Genitores (G)	15	112 ***	583***	0,027 ^{ns}	0,223 ***	0,060 **	417335 ^{ns}	17,4 ***
C vs G	1	382***	3141 ***	0,896 ***	0,412**	0,004 ^{ns}	4578408 ***	72,6 ***
Resíduo	237	7,54	57,2	0,030	0,041	0,027	321122	1,95
Média geral		127	92,9	2,19	1,81	2,28	1915	17,2
Média dos cruzamentos		128	94,5	2,16	1,83	2,27	1855	17,5
Média dos genitores		125	86,6	2,29	1,74	2,28	2154	16,3
CV%		2,15	8,14	7,94	11,2	7,18	29,6	8,10

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 25 - Análise de variância individual dos genitores e cruzamentos no manejo 2 de doenças (sem controle da ferrugem) na geração F₃. Blocos ao caso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₃, ESALQ, 2013/14

Fungicida 2		Quadrados médios dos caracteres ^a						
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Repetições	3	49,6 ***	473 ***	0,057 ^{ns}	0,102 ^{ns}	0,024 ^{ns}	8001429 ***	8,87 **
Tratamentos	79	49,3 ***	490 ***	0,079 ***	0,131 *	0,048 ^{ns}	641594 ***	10,3 ***
Cruzamentos (C)	63	38,5 ***	443 ***	0,076 ***	0,119 ^{ns}	0,048 ^{ns}	450290 ^{ns}	7,82 ***
Genitores (G)	15	89,2 ***	652 ***	0,070 ^{ns}	0,190 **	0,052 ^{ns}	589588 *	21,2 ***
C vs G	1	134 ***	994 ***	0,426 **	0,050 ^{ns}	0,012 ^{ns}	13473842 ***	0,087 ^{ns}
Resíduo	237	8,64	66,7	0,041	0,087	0,041	344630	2,00
Média geral		127	95,1	2,17	1,90	2,24	2156	16,7
Média dos cruzamentos		127	96,0	2,15	1,90	2,25	2054	16,6
Média dos genitores		126	91,6	2,24	1,87	2,23	2567	16,7
CV%		2,32	8,59	9,39	15,6	9,06	27,2	8,53

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 26 - Análise de variância conjunta dos genitores nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem) na geração F₃. Blocos ao caso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, ESALQ, 2013/14

Fungicidas 1 e 2		Quadrados médios dos caracteres ^a						
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Fungicidas (F)	1	5,28 ^{ns}	775 ^{ns}	0,082 ^{ns}	0,555 ^{ns}	0,082 ^{ns}	5439639 ^{ns}	5,05 ^{ns}
Repetições/F	6	52,9**	307**	0,029	0,281**	0,026	3462890***	15,5**
Genitores (G)	15	189***	1178***	0,069*	0,358***	0,088**	853929***	35,7***
G x F	15	11,2 ^{ns}	57,3 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,054 ^{ns}	0,023 ^{ns}	152993 ^{ns}	2,88 ^{ns}
Resíduo	90	8,26	60,3	0,030	0,041	0,029	188631	1,86
Média geral		125	89,1	2,27	1,81	2,26	2360	16,5
Média do fungicida 1		125	86,6	2,29	1,74	2,28	2154	16,3
Média do fungicida 2		126	91,6	2,24	1,87	2,23	2567	16,7
CV%		2,29	8,72	7,58	11,2	7,57	18,4	8,27

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 27 - Análise de variância conjunta dos cruzamentos nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem) na geração F₃. Blocos ao caso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₃, ESALQ, 2013/14

Fungicidas 1 e 2		Quadrados médios dos caracteres ^a						
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Fungicidas (F)	1	64,0 ^{ns}	283 ^{ns}	0,012 ^{ns}	0,687 ^{ns}	0,088 ^{ns}	5035353 ^{ns}	88,5**
Repetições/F	6	24,5***	200*	0,193***	0,168**	0,074 ^{ns}	3650144***	3,12 ^{ns}
Cruzamentos (C)	63	68,2***	772***	0,098***	0,207***	0,047 ^{ns}	560734**	11,9***
C x F	63	5,40 ^{ns}	69,8 ^{ns}	0,037 ^{ns}	0,039 ^{ns}	0,036 ^{ns}	307399 ^{ns}	2,21 ^{ns}
Resíduo	378	7,42	60,6	0,037	0,067	0,035	331103	1,88
Média geral		128	95,2	2,15	1,87	2,26	1954	17,06
Média do fungicida 1		128	94,5	2,16	1,83	2,27	1855	17,5
Média do fungicida 2		127	96,0	2,15	1,90	2,25	2054	16,6
CV%		2,14	8,17	8,92	13,9	8,31	29,4	8,03

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 28 - Análise de variância conjunta dos genitores e cruzamentos nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem) na geração F3. Blocos ao caso com quatro repetições organizadas em conjuntos experimentais no experimento dos cruzamentos e em blocos no experimento dos genitores. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₃, ESALQ, 2013/14

Quadrados médios dos caracteres ^a								
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Repetições/F	6	26,9 **	336 ***	0,164 ***	0,195 **	0,075 *	4504775 ***	7770 ***
Fungicidas (F)	1	31,1 ^{ns}	754 ^{ns}	0,051 ^{ns}	1,15 ^{ns}	0,155 ^{ns}	9303085 ^{ns}	54,6 ^{ns}
Tratamentos (T) = (C + G)	79	99,6 ***	888 ***	0,108 ^{ns}	0,238 ***	0,054 ^{ns}	822981 ^{ns}	16658 ***
Cruzamentos (C)	63	68,2 ***	772 ***	0,098 ^{ns}	0,207 ***	0,047 ^{ns}	560734 ^{ns}	11,9 ***
Genitores (G)	15	206 ^{ns}	1178 ^{ns}	0,070 ^{ns}	0,358 ^{ns}	0,088 ^{ns}	853929 ^{ns}	35,7 ^{ns}
C vs G	1	491 ***	3835 ***	1,28 ***	0,374 *	0,001 ^{ns}	16880343 ***	34,0 ***
T x F	79	6,92 ^{ns}	70,4 ^{ns}	0,035 ^{ns}	0,043 ^{ns}	0,034 ^{ns}	289025 ^{ns}	2,81 *
C x F	63	5,40 ^{ns}	69,8 ^{ns}	0,037 ^{ns}	0,039 ^{ns}	0,036 ^{ns}	307399 ^{ns}	2,23 ^{ns}
G x F	15	10,7 ^{ns}	57,3 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,054 ^{ns}	0,023 ^{ns}	152993 ^{ns}	2,92 ^{ns}
C vs G x F	1	45,4 *	300 *	0,043 ^{ns}	0,088 ^{ns}	0,015 ^{ns}	1171907 ^{ns}	38518 ***
Resíduo	474	7,86	61,9	0,036	0,064	0,034	332876	1,99
Média geral		127	94,0	2,18	1,85	2,26	2036	17,0
Média do fungicida 1		127	92,9	2,19	1,81	2,28	1915	17,2
Média do fungicida 2		127	95,1	2,17	1,90	2,24	2156	16,7
CV%		2,21	8,37	8,71	13,6	8,16	28,3	8,34

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 29 - Análise de variância dos genitores nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem). Blocos ao caso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, ESALQ, 2013/14

Fungicidas 1 e 2	Quadrados médios dos caracteres ^a		
FV	GL	NF1	NF2
Fungicidas (F)	1	1,48*	3,70*
Repetições/F	2	0,050 ^{ns}	0,077 ^{ns}
Genitores (G)	15	0,197**	0,179**
G x F	15	0,083 ^{ns}	0,070 ^{ns}
Resíduo	30	0,056***	0,050***
Plantas/Rep/F/G	256	0,020 ^{ns}	0,022 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/G01	16	0,016 ^{ns}	0,011 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/G02	16	0,019 ^{ns}	0,029 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/G03	16	0,018 ^{ns}	0,011 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/G04	16	0,018 ^{ns}	0,023 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/G05	16	0,005 ^{ns}	0,024 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/G06	16	0,028 ^{ns}	0,014 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/G07	16	0,013 ^{ns}	0,026 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/G08	16	0,029 ^{ns}	0,036 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/G09	16	0,021 ^{ns}	0,025 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/G10	16	0,020 ^{ns}	0,016 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/G11	16	0,014 ^{ns}	0,021 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/G12	16	0,022 ^{ns}	0,036 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/G13	16	0,018 ^{ns}	0,025 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/G14	16	0,023 ^{ns}	0,019 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/G15	16	0,022 ^{ns}	0,015 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/G16	16	0,026 ^{ns}	0,016 ^{ns}
Média dos genitores		1,82	2,36
Média das testemunhas		1,63	2,03
CV%		8,32	7,98

^a NF1= nota de ferrugem um; NF2 = nota de ferrugem dois

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 30 - Análise de variância dos cruzamentos nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem). Blocos ao caso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₃, ESALQ, 2013/14 (continua)

Fungicidas 1 e 2	Quadrados médios dos caracteres ^a		
FV	GL	NF1	NF2
Fungicidas (F)	1	4,98 ^{ns}	11,3*
Repetições/F	2	0,315 ^{ns}	0,279**
Cruzamentos (C)	63	0,213 ^{ns}	0,076***
C x F	63	0,155 ^{ns}	0,042 ^{ns}
Resíduo/F	126	0,158***	0,038**
Plantas/Rep/Fung/C	1024	0,061 ^{ns}	0,026 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C01	16	0,106*	0,044 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C02	16	0,044 ^{ns}	0,016 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C03	16	0,121*	0,007 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C04	16	0,052 ^{ns}	0,036 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C05	16	0,051 ^{ns}	0,027 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C06	16	0,114*	0,009 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C07	16	0,084 ^{ns}	0,028 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C08	16	0,049 ^{ns}	0,021 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C09	16	0,082 ^{ns}	0,035 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C10	16	0,080 ^{ns}	0,017 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C11	16	0,114*	0,034 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C12	16	0,051 ^{ns}	0,011 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C13	16	0,056 ^{ns}	0,022 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C14	16	0,045 ^{ns}	0,032 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C15	16	0,101 ^{ns}	0,042 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C16	16	0,025 ^{ns}	0,046*
Plantas/Rep/Fung/C17	16	0,025 ^{ns}	0,034 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C18	16	0,092 ^{ns}	0,021 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C19	16	0,024 ^{ns}	0,027 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C20	16	0,037 ^{ns}	0,032 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C21	16	0,071 ^{ns}	0,071***
Plantas/Rep/Fung/C22	16	0,039 ^{ns}	0,023 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C23	16	0,041 ^{ns}	0,023 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C24	16	0,036 ^{ns}	0,016 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C25	16	0,086 ^{ns}	0,014 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C26	16	0,089 ^{ns}	0,035 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C27	16	0,065 ^{ns}	0,014 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C28	16	0,042 ^{ns}	0,023 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C29	16	0,034 ^{ns}	0,019 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C30	16	0,061 ^{ns}	0,024 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C31	16	0,086 ^{ns}	0,039 ^{ns}
Plantas/Rep/Fung/C32	16	0,074 ^{ns}	0,092***
Plantas/Rep/Fung/C33	16	0,043 ^{ns}	0,020 ^{ns}

Tabela 30 - Análise de variância dos cruzamentos nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem). Blocos ao caso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₃, ESALQ, 2013/14

(conclusão)

Fungicidas 1 e 2		Quadrados médios dos caracteres^a		
FV	GL	NF1	NF2	
Plantas/Rep/Fung/C34	16	0,110*	0,022 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C35	16	0,097 ^{ns}	0,029 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C36	16	0,033 ^{ns}	0,018 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C37	16	0,054 ^{ns}	0,026 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C38	16	0,065 ^{ns}	0,019 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C39	16	0,037 ^{ns}	0,027 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C40	16	0,084 ^{ns}	0,084***	
Plantas/Rep/Fung/C41	16	0,071 ^{ns}	0,027 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C42	16	0,061 ^{ns}	0,011 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C43	16	0,016 ^{ns}	0,029 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C44	16	0,072 ^{ns}	0,029 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C45	16	0,034 ^{ns}	0,022 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C46	16	0,046 ^{ns}	0,018 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C47	16	0,031 ^{ns}	0,041 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C48	16	0,072 ^{ns}	0,019 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C49	16	0,054 ^{ns}	0,024 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C50	16	0,036 ^{ns}	0,052*	
Plantas/Rep/Fung/C51	16	0,044 ^{ns}	0,024 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C52	16	0,130**	0,030 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C53	16	0,072 ^{ns}	0,029 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C54	16	0,039 ^{ns}	0,028 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C55	16	0,047 ^{ns}	0,010 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C56	16	0,038 ^{ns}	0,025 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C57	16	0,032 ^{ns}	0,031 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C58	16	0,038 ^{ns}	0,027 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C59	16	0,069 ^{ns}	0,033 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C60	16	0,063 ^{ns}	0,032 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C61	16	0,108*	0,021 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C62	16	0,055 ^{ns}	0,021 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C63	16	0,050 ^{ns}	0,024 ^{ns}	
Plantas/Rep/Fung/C64	16	0,052 ^{ns}	0,019 ^{ns}	
Média dos cruzamentos		1,24	2,48	
Média das testemunhas		1,00	1,95	
CV%		17,3	8,74	

^a NF1= nota de ferrugem um; ^b NF2 = nota de ferrugem dois

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 31 - Produtividade de grãos (PG) nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem), efeito ferrugem (EF) na PG e nota de ferrugem (NF) dos 16 genitores e das três testemunhas de soja baseado no valor absoluto do EF. Soja, ESALQ, 2013/14

Genótipo	Genitor	Cl ^a	PG Fung 1	PG Fung 2	EF PG	EF%	O e PX ^d		Derosal	
							NF1	NF2	NF1	NF2
USP 02-16.122	02	2	2367	2325	-42 ^{ns}	-1,82	1,50	1,70	2,10	2,30
USP 04-17.011	10	3	2245	2357	112 ^{ns}	4,75	1,80	2,00	1,80	2,20
USP 04-18.092	01	4	2063	2176	113 ^{ns}	5,19	1,90	1,90	2,10	2,80
USP 231-4124-04	06	5	2241	2101	-140 ^{ns}	-6,65	1,70	2,20	2,70	3,30
USP 02-16.045	03	7	1813	1616	-197*	-12,20	1,80	2,00	2,20	2,50
USP 231-2132-04	12	8	2116	2332	215*	9,23	2,10	2,40	2,00	2,90
USP 231-2228-01	11	9	2215	1980	-235*	-11,86	1,90	3,00	3,10	3,50
USP 231-3225-11	07	10	2550	2315	-235*	-10,15	1,80	2,20	2,30	2,40
USP 231-2222-12	16	11	2172	2420	247*	10,22	1,40	1,90	2,10	3,10
TMG INOX	09	12	1811	1537	-275*	-17,87	0,70	1,27	1,50	NA
USP 04-17.039	05	13	2194	1918	-277*	-14,42	1,00	1,60	1,90	2,70
USP 231-6101-10	14	14	2520	2225	-295*	-13,26	1,40	1,80	1,70	2,90
USP 231-2224-12	13	15	2583	2143	-440*	-20,53	2,10	2,80	2,10	3,10
USP 231-1228-09	15	16	1289	1776	486*	27,39	2,00	2,40	1,70	2,80
USP 04-17.027	04	17	2017	2508	492*	19,60	1,40	1,70	2,10	3,00
USP 231-4112-01	08	19	2270	3153	883*	28,00	1,70	1,60	2,00	3,00
CB 07-958-B	T1 ^b	18	2450	1921	-529*	-27,51	1,50	1,75	2,00	2,45
BRS 133	T2 ^b	6	1797	1952	156 ^{ns}	7,98	1,30	1,70	1,90	2,40
IAC-100	T3 ^b	1	2240	2231	-10 ^{ns}	-0,44	1,30	1,60	1,80	2,10
Máximo ^c			2583	3153	883	28,00	2,10	3,00	3,10	3,50
Mínimo ^c			1289	1537	-529	-27,51	0,70	1,27	1,50	2,10
Média ^c			2156	2157	2	-1,28	1,59	1,97	2,06	2,75

* Diferença mínima significativa pelo teste t entre o mesmo genitor nos dois fungicidas: 172 kg/ha⁻¹

^a Cl = classificação; ^b testemunhas; ^c valores calculados com base nos 16 genitores (64 parcelas = quatro repetições/genitor) e três testemunhas (12 parcelas = quatro repetições/testemunha); ^d O e PX = Opera e Priori Xtra

Tabela 32 - Peso de cem sementes (PCS) nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem), efeito ferrugem (EF) no PCS e nota de ferrugem (NF) dos 16 genitores e das três testemunhas de soja baseado no valor absoluto do EF. Soja, ESALQ, 2013/14

Genótipo	Genitor	Cl	PCS Fung 1	PCS Fung 2	EF PCS	EF%	O e PX ^d		Derosal	
							NF1	NF2	NF1	NF2
USP 231-1228-09	15	2	14,63	14,58	-0,05 ^{ns}	-0,34	2,00	2,40	1,70	2,80
USP 04-18.092	01	3	14,45	14,57	0,12 ^{ns}	0,82	1,90	1,90	2,10	2,80
USP 231-3225-11	07	4	18,12	17,94	-0,18 ^{ns}	-0,98	1,80	2,20	2,30	2,40
USP 231-6101-10	14	5	15,41	15,88	0,47 ^{ns}	2,96	1,40	1,80	1,70	2,90
USP 02-16.122	02	7	15,78	15,02	-0,760*	-5,06	1,50	1,70	2,10	2,30
USP 02-16.045	03	8	19,38	18,45	-0,930*	-5,01	1,80	2,00	2,20	2,50
USP 231-4124-04	06	9	14,49	13,49	-1,00*	-7,42	1,70	2,20	2,70	3,30
USP 04-17.011	10	10	17,18	16,16	-1,02*	-6,31	1,80	2,00	1,80	2,20
USP 231-4112-01	08	11	15,53	14,43	-1,10*	-7,59	1,70	1,60	2,00	3,00
USP 231-2222-12	16	12	19,01	20,51	1,51*	7,34	1,40	1,90	2,10	3,10
USP 04-17.039	05	14	15,12	13,47	-1,65*	-12,21	1,00	1,60	1,90	2,70
USP 231-2132-04	12	15	20,37	18,68	-1,69*	-9,05	2,10	2,40	2,00	2,90
USP 231-2224-12	13	16	21,49	19,70	-1,79*	-9,09	2,10	2,80	2,10	3,10
USP 231-2228-01	11	17	17,24	15,39	-1,85*	-12,02	1,90	3,00	3,10	3,50
TMG INOX	09	18	16,20	12,57	-3,63*	-28,84	0,70	1,27	1,50	NA
USP 04-17.027	04	19	18,25	13,04	-5,22*	-40,01	1,40	1,70	2,10	3,00
CB 07-958-B	T1 ^b	1	14,06	14,06	0,00 ^{ns}	0,00	1,50	1,75	2,00	2,45
BRS 133	T2 ^b	13	17,44	16,05	-1,39*	-8,66	1,30	1,70	1,90	2,40
IAC-100	T3 ^b	6	13,20	12,57	-0,63 ^{ns}	-5,01	1,30	1,60	1,80	2,10
Máximo ^c			21,49	20,51	1,51	7,34	2,10	3,00	3,10	3,50
Mínimo ^c			13,20	12,57	-5,22	-40,01	0,70	1,27	1,50	2,10
Média ^c			16,70	15,61	-1,09	-7,71	1,59	1,97	2,06	2,75

* Diferença mínima significativa pelo teste t entre o mesmo genitor nos dois fungicidas: 0,712 g

^a Cl = classificação; ^b testemunhas; ^c valores calculados com base nos 16 genitores (64 parcelas = quatro repetições/genitor) e três testemunhas (12 parcelas = quatro repetições/testemunha); ^d O e PX = Opera e Priori Xtra

Tabela 33 - Produtividade de grãos (PG) nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem), efeito ferrugem (EF) na PG e nota de ferrugem (NF) dos 64 cruzamentos e das três testemunhas de soja baseado no valor absoluto do EF. Soja, geração F₃, ESALQ, 2013/14 (continua)

Cruzamentos	Nº Cruz	Cl ^a	O e PX ^d				Derosal			
			PG Fung 1	PG Fung 2	EF PG	EF%	NF1	NF2	NF1	NF2
6 x 10	42	1	1932	1931	-0,870 ^{ns}	-0,040	1,00	1,90	1,20	2,80
7 x 11	51	2	2188	2194	6,07 ^{ns}	0,280	1,40	2,08	1,50	2,90
1 x 10	02	3	1531	1541	9,50 ^{ns}	0,620	1,40	1,73	1,20	2,88
5 x 15	39	4	1524	1507	-17,1 ^{ns}	-1,13	1,00	2,05	1,00	2,88
2 x 10	10	5	1621	1586	-34,9 ^{ns}	-2,20	1,00	1,70	1,00	2,60
2 x 13	13	6	1796	1845	48,7 ^{ns}	2,64	1,30	2,10	1,10	2,70
8 x 9	57	7	1141	1202	60,9 ^{ns}	5,07	1,20	2,35	1,00	2,50
7 x 12	52	8	1848	1910	61,9 ^{ns}	3,24	1,10	2,20	1,20	3,10
8 x 13	61	9	1882	1805	-76,3 ^{ns}	-4,23	1,30	2,45	1,10	3,53
2 x 14	14	10	1966	2043	77,3 ^{ns}	3,78	1,00	1,70	1,00	2,40
7 x 16	56	11	1885	1806	-79,3 ^{ns}	-4,39	2,10	2,70	1,00	2,50
7 x 15	55	12	1746	1651	-95,3 ^{ns}	-5,77	1,10	2,50	1,00	3,10
5 x 11	35	13	1579	1468	-111*	-7,55	1,30	1,70	1,10	2,65
4 x 16	32	14	1685	1797	112*	6,22	1,40	1,80	1,30	3,30
4 x 15	31	15	1476	1354	-121*	-8,97	1,00	2,13	1,00	3,20
8 x 14	62	16	1881	2007	126*	6,28	1,30	2,40	1,00	3,00
8 x 10	58	17	1684	1520	-164*	-10,8	1,40	2,13	1,00	2,50
7 x 14	54	18	2184	2331	147*	6,31	1,20	2,20	1,00	2,60
3 x 15	23	19	1670	1837	167*	9,10	1,30	2,20	2,30	3,10
3 x 11	19	20	1942	1767	-175*	-9,88	1,10	2,10	1,00	2,90
4 x 10	26	21	1821	1627	-193*	-11,89	1,40	2,20	1,00	2,80
1 x 16	8	22	1905	2102	197*	9,39	1,20	2,00	1,70	3,10
1 x 15	07	23	1203	1404	200*	14,29	1,00	2,00	1,00	2,88
6 x 11	43	24	1868	2070	202*	9,78	1,60	2,90	2,30	3,50
8 x 12	60	25	1582	1784	203*	11,4	1,70	2,40	1,10	2,70
7 x 13	53	26	2219	2006	-213*	-10,6	1,30	2,30	1,00	2,90
5 x 16	40	27	1672	1895	223*	11,8	1,40	1,60	1,00	2,83
3 x 10	18	28	1709	1933	224*	11,6	1,00	2,00	1,20	2,70
1 x 13	05	29	1849	1622	-227*	-14,0	1,40	2,20	1,00	3,00
1 x 11	03	31	1453	1215	-239*	-19,6	1,50	2,30	1,50	3,00
4 x 14	30	32	1495	1249	-246*	-19,7	1,30	1,60	1,70	2,70
3 x 9	17	33	1818	1565	-254*	-16,2	1,00	2,00	1,00	3,10
2 x 11	11	34	1611	1343	-267*	-19,9	1,30	2,20	1,40	3,10
3 x 13	21	35	1944	1651	-293*	-17,8	1,40	2,30	1,00	2,70
1 x 14	06	36	1922	1595	-327*	-20,5	1,20	2,10	1,20	2,70
8 x 15	63	37	2255	1916	-339*	-17,7	1,20	2,10	1,00	3,00
7 x 10	50	38	2473	2132	-341*	-16,0	1,10	2,20	1,00	2,60

Tabela 33 - Produtividade de grãos (PG) nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem), efeito ferrugem (EF) na PG e nota de ferrugem (NF) dos 64 cruzamentos e das três testemunhas de soja baseado no valor absoluto do EF. Soja, geração F₃, ESALQ, 2013/14 (conclusão)

Cruzamentos	Nº Cruz	Cl ^a	O e PX ^d				Derosal			
			PG Fung 1	PG Fung 2	EF PG	EF%	NF1	NF2	NF1	NF2
5 x 9	33	39	1162	1506	344*	22,9	1,00	1,83	1,10	2,13
3 x 12	20	41	1728	2088	360*	17,3	1,50	1,90	1,00	2,90
8 x 16	64	42	1695	2056	361*	17,6	1,70	2,40	1,30	2,90
4 x 11	27	43	1528	1903	375*	19,7	1,60	2,40	2,00	3,10
2 x 16	16	44	2431	2048	-383*	-18,7	1,30	1,90	1,00	2,20
6 x 16	48	46	1836	2243	407*	18,1	1,30	1,96	1,00	3,03
4 x 13	29	47	1854	2276	422*	18,5	1,70	2,30	1,50	3,00
4 x 12	28	48	2140	1701	-439*	-25,8	1,50	2,50	1,30	2,90
5 x 12	36	49	1297	1756	459*	26,2	1,90	2,70	1,00	2,60
6 x 14	46	50	1872	2364	492*	20,8	1,00	2,00	1,00	2,70
2 x 12	12	51	2113	1607	-505*	-31,4	1,50	2,10	1,00	2,80
6 x 13	45	52	1204	1722	518*	30,1	2,10	2,80	1,40	3,20
1 x 9	01	53	1212	1742	530*	30,4	1,00	1,88	1,10	2,73
8 x 11	59	54	1917	2465	548*	22,2	1,20	2,30	1,00	2,43
6 x 12	44	55	2252	1676	-575*	-34,3	1,30	2,30	1,50	2,70
6 x 15	47	56	1554	2135	581*	27,2	1,50	2,03	1,20	3,23
3 x 16	24	57	1823	2414	591*	24,5	1,00	1,80	1,00	2,70
4 x 9	25	58	1232	1837	605*	32,9	1,10	1,90	1,30	2,48
1 x 12	04	59	1388	1997	609*	30,5	1,30	2,00	1,30	3,25
5 x 10	34	67	1398	2047	649*	31,7	1,20	2,03	1,00	2,70
5 x 14	38	60	1428	2084	656*	31,5	1,50	2,47	1,00	2,93
3 x 14	22	61	1749	2454	704*	28,7	1,00	1,60	1,00	3,00
5 x 13	37	62	2137	1431	-706*	-49,3	1,70	2,50	1,00	2,88
7 x 9	49	63	876	1656	780*	47,1	1,60	2,53	1,00	3,38
2 x 9	09	64	1889	1080	-809*	-74,9	1,40	2,25	1,00	2,80
6 x 9	41	65	2047	1182	-865*	-73,2	1,00	2,00	1,00	2,80
2 x 15	15	66	770	2124	1354*	63,8	1,50	2,10	1,50	3,00
CB 07-958-B	T1 ^b	40	1856	2201	346*	15,7	1,00	NA	1,00	NA
BRS 133	T2 ^b	30	1744	1981	237*	12,0	1,30	1,85	1,30	2,40
IAC-100	T3 ^b	45	2078	1672	-406*	-24,3	1,10	1,50	1,00	2,05
Máximo ^c			2473	2465	1354	63,8	2,10	2,90	2,30	3,53
Mínimo ^c			770	1080	-865	-74,9	1,00	1,50	1,00	2,05
Média ^c			1734	1816	81,9	1,94	1,31	2,13	1,18	2,84

* Diferença mínima significativa pelo teste t entre o mesmo genitor nos dois fungicidas: 101 kg/ha⁻¹

^a Cl = classificação; ^b testemunhas; ^c valores calculados com base nos 64 cruzamentos (256 parcelas = quatro repetições/cruzamento) e três testemunhas (12 parcelas = quatro repetições/testemunha); ^d O e PX = Opera e Priori Xtra.

Tabela 34 - Peso de cem sementes (PCS) nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem), efeito ferrugem (EF) no PCS e nota de ferrugem (NF) dos 64 cruzamentos e das três testemunhas de soja baseado no valor absoluto do EF. Soja, geração F₃, ESALQ, 2013/14

(continua)										
Cruzamentos	Nº Cruz	Cl ^a	PCS Fung1	PCS Fung2	EF PCS	EF%	O e PX ^d		Derosal	
							NF1	NF2	NF1	NF2
6 x 15	47	1	15,2	15,2	-0,010 ^{ns}	-0,030	1,50	2,03	1,20	3,23
2 x 12	12	2	16,8	16,8	0,020 ^{ns}	0,120	1,50	2,10	1,00	2,80
1 x 14	06	3	15,9	15,9	0,040 ^{ns}	0,280	1,20	2,10	1,20	2,70
3 x 11	19	4	18,0	18,2	0,180 ^{ns}	0,990	1,10	2,10	1,00	2,90
7 x 10	50	5	16,8	16,6	-0,180 ^{ns}	-1,09	1,10	2,20	1,00	2,60
1 x 12	4	6	17,3	17,0	-0,280 ^{ns}	-1,62	1,30	2,00	1,30	3,25
4 x 16	32	7	19,8	19,4	-0,380 ^{ns}	-1,93	1,40	1,80	1,30	3,30
5 x 15	39	8	16,2	15,8	-0,380 ^{ns}	-2,38	1,00	2,05	1,00	2,88
1 x 13	05	9	17,7	17,3	-0,410 ^{ns}	-2,40	1,40	2,20	1,00	3,00
8 x 15	63	10	16,2	16,7	0,470*	2,85	1,20	2,10	1,00	3,00
3 x 9	17	11	14,8	15,4	0,580*	3,81	1,00	2,00	1,00	3,10
8 x 10	58	12	15,8	15,2	-0,600*	-3,97	1,40	2,13	1,00	2,50
7 x 11	51	13	16,7	17,4	0,660*	3,83	1,40	2,08	1,50	2,90
6 x 13	45	14	17,6	18,3	0,700*	3,80	2,10	2,80	1,40	3,20
2 x 16	16	15	17,3	16,6	-0,720*	-4,30	1,30	1,90	1,00	2,20
5 x 11	35	16	16,4	17,2	0,730*	4,22	1,30	1,70	1,10	2,65
3 x 13	21	17	18,6	19,4	0,810*	4,20	1,40	2,30	1,00	2,70
1 x 15	07	18	17,0	16,2	-0,810*	-5,01	1,00	2,00	1,00	2,88
2 x 14	14	19	17,8	16,9	-0,870*	-5,13	1,00	1,70	1,00	2,40
2 x 13	13	20	18,3	17,3	-0,910*	-5,28	1,30	2,10	1,10	2,70
6 x 12	44	21	17,1	16,2	-0,920*	-5,71	1,30	2,30	1,50	2,70
5 x 14	38	23	17,3	16,3	-0,990*	-6,10	1,50	2,47	1,00	2,93
1 x 9	01	24	16,9	15,9	-1,05*	-6,61	1,00	1,88	1,10	2,73
5 x 16	40	25	18,0	16,8	-1,19*	-7,07	1,40	1,60	1,00	2,83
5 x 12	36	26	17,6	16,4	-1,24*	-7,55	1,90	2,70	1,00	2,60
6 x 10	42	27	16,7	15,4	-1,25*	-8,08	1,00	1,90	1,20	2,80
5 x 9	33	28	17,2	15,8	-1,34*	-8,47	1,00	1,83	1,10	2,13
8 x 14	62	29	17,1	15,7	-1,35*	-8,55	1,30	2,40	1,00	3,00
2 x 10	10	30	17,4	16,0	-1,37*	-8,57	1,00	1,70	1,00	2,60
3 x 16	24	31	19,8	21,2	1,38*	6,52	1,00	1,80	1,00	2,70
8 x 12	60	32	18,5	17,0	-1,41*	-8,24	1,70	2,40	1,10	2,70
6 x 14	46	33	16,9	15,4	-1,51*	-9,81	1,00	2,00	1,00	2,70
4 x 12	28	34	18,1	19,6	1,54*	7,83	1,50	2,50	1,30	2,90
5 x 13	37	35	17,9	16,2	-1,61*	-9,91	1,70	2,50	1,00	2,88
7 x 12	52	36	17,6	16,0	-1,63*	-10,2	1,10	2,20	1,20	3,10
2 x 11	11	37	18,2	19,9	1,64*	8,26	1,30	2,20	1,40	3,10
8 x 11	59	38	15,3	13,6	-1,68*	-12,3	1,20	2,30	1,00	2,43

Tabela 34 - Peso de cem sementes (PCS) nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem), efeito ferrugem (EF) no PCS e nota de ferrugem (NF) dos 64 cruzamentos e das três testemunhas de soja baseado no valor absoluto do EF. Soja, geração F₃, ESALQ, 2013/14

(conclusão)										
Cruzamentos	Nº Cruz	Cl ^a	PCS Fung1	PCS Fung2	EF PCS	EF%	O e PX ^d		Derosal	
							NF1	NF2	NF1	NF2
4 x 13	29	39	17,5	15,8	-1,71*	-10,8	1,70	2,30	1,50	3,00
1 x 10	02	40	16,5	14,8	-1,72*	-11,6	1,40	1,73	1,20	2,88
4 x 9	25	43	15,8	17,6	1,75*	9,96	1,10	1,90	1,30	2,48
3 x 14	22	44	19,3	17,6	-1,75*	-9,92	1,00	1,60	1,00	3,00
1 x 16	08	45	16,9	18,7	1,78*	9,49	1,20	2,00	1,70	3,10
3 x 12	20	46	18,8	17,0	-1,81*	-10,6	1,50	1,90	1,00	2,90
3 x 15	23	47	16,7	14,9	-1,89*	-12,7	1,30	2,20	2,30	3,10
2 x 9	09	48	15,1	17,1	1,99*	11,7	1,40	2,25	1,00	2,80
1 x 11	03	49	16,7	14,7	-2,00*	-13,5	1,50	2,30	1,50	3,00
6 x 16	48	50	17,5	15,4	-2,08*	-13,4	1,30	1,96	1,00	3,03
7 x 9	49	51	18,8	16,7	-2,09*	-12,5	1,60	2,53	1,00	3,38
7 x 14	54	52	18,2	16,1	-2,09*	-13,0	1,20	2,20	1,00	2,60
6 x 9	41	53	17,4	15,2	-2,17*	-14,2	1,00	2,00	1,00	2,80
8 x 16	64	54	21,7	19,4	-2,24*	-11,5	1,70	2,40	1,30	2,90
4 x 14	30	55	18,3	16,0	-2,26*	-14,1	1,30	1,60	1,70	2,70
6 x 11	43	56	17,4	15,1	-2,35*	-15,6	1,60	2,90	2,30	3,50
4 x 10	26	57	18,4	15,9	-2,45*	-15,4	1,40	2,20	1,00	2,80
4 x 11	27	58	16,1	18,7	2,61*	14,0	1,60	2,40	2,00	3,10
7 x 13	53	59	19,2	16,6	-2,62*	-15,7	1,30	2,30	1,00	2,90
2 x 15	15	60	18,5	15,9	-2,62*	-16,5	1,50	2,10	1,50	3,00
8 x 13	61	61	16,3	13,4	-2,94*	-22,0	1,30	2,45	1,10	3,53
5 x 10	34	62	18,5	15,3	-3,25*	-21,3	1,20	2,03	1,00	2,70
7 x 15	55	63	17,5	14,0	-3,46*	-24,6	1,10	2,50	1,00	3,10
7 x 16	56	64	21,1	17,7	-3,48*	-19,7	2,10	2,70	1,00	2,50
3 x 10	18	65	13,6	17,7	4,09*	23,1	1,00	2,00	1,20	2,70
8 x 9	57	66	17,7	13,5	-4,24*	-31,5	1,20	2,35	1,00	2,50
4 x 15	31	67	20,1	15,0	-5,08*	-33,9	1,00	2,13	1,00	3,20
CB 07-958-B	T1 ^b	41	14,4	16,1	1,75*	10,9	1,00	NA	1,00	NA
BRS 133	T2 ^b	22	14,8	15,7	0,93*	5,90	1,30	1,85	1,30	2,40
IAC-100	T3 ^b	42	14,6	16,3	1,75*	10,7	1,10	1,50	1,00	2,05
Máximo ^c			21,7	21,2	4,09	23,1	2,10	2,90	2,30	3,53
Mínimo ^c			13,6	13,4	-5,08	-33,9	1,00	1,50	1,00	2,05
Média ^c			17,3	16,5	0,82	-5,55	1,31	2,13	1,18	2,84

* Diferença mínima significativa pelo teste t entre o mesmo genitor nos dois fungicidas: 0,418 g

^a Cl = classificação; ^b testemunhas; ^c valores calculados com base nos 64 cruzamentos (256 parcelas = quatro repetições/cruzamento) e três testemunhas (12 parcelas = quatro repetições/testemunha); ^d O e PX = Opera e Priori Xtra

Tabela 35 - Análise de variância das testemunhas nos quatro experimentos. Experimentos dos cruzamentos e dos genitores com dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem). Blocos ao caso com quatro repetições organizadas em conjuntos experimentais no experimento dos cruzamentos e em blocos no experimento dos genitores. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, ESALQ, 2014/15

Quadrados médios dos caracteres ^a								
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Testemunhas/Repetições/Experimentos	12	8,04 ^{ns}	68,1 ^{ns}	0,075 ^{ns}	0,070 ^{ns}	0,029 ^{ns}	487924 ^{ns}	0,904 ^{ns}
Subparcelas/Parcelas/Experimentos	8	12,5 ^{ns}	30,7 ^{ns}	0,050 ^{ns}	0,023 ^{ns}	0,047 ^{ns}	451426 ^{ns}	0,879 ^{ns}
Experimentos (E)	3	27,5 ^{ns}	3663***	0,109 ^{ns}	0,358 **	0,064 ^{ns}	6199910 ***	16,5 **
Testemunhas (T)	2	1349 ***	456**	0,011 ^{ns}	0,186 *	0,079 ^{ns}	4396336 ***	182***
T x E	6	0,800 ^{ns}	267 **	0,041 ^{ns}	0,107 ^{ns}	0,037 ^{ns}	226997 ^{ns}	0,828 ^{ns}
Resíduo entre parcelas	24	7,00	51,9	0,034	0,050	0,037	298568	1,43
Resíduo dentro	16	13,2	66,7	0,037	0,058	0,034	475276	1,02
Média das testemunhas		129	75,0	2,01	1,67	2,23	2183	13,6
CV%		2,05	9,60	9,13	13,4	8,62	25,0	8,78

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 36 - Análise de variância dos genitores no manejo 1 de doenças (com controle da ferrugem). Blocos ao acaso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, ESALQ, 2014/15

Fungicida 1		Quadrados médios dos caracteres ^a						
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Repetições	3	1354 ^{ns}	192 ^{ns}	0,027 ^{ns}	0,153*	0,048 ^{ns}	701250 ^{ns}	4,40***
Genitores	15	63629***	1711***	0,086***	0,138***	0,062 ^{ns}	1795192***	13,9***
Resíduo	45	3110	183	0,024	0,039	0,039	302650	0,566
Média geral		133	77,8	2,14	1,65	2,30	2848	16,1
CV%		1,32	17,4	7,21	12,0	8,63	19,3	4,67

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 37 - Análise de variância dos cruzamentos no manejo 1 de doenças (com controle da ferrugem). Blocos ao acaso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₄, ESALQ, 2014/15

Fungicida 1		Quadrados médios dos caracteres ^a						
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Repetições	3	5,20 ^{ns}	160 ^{ns}	1,34***	1,48***	0,076 ^{ns}	1024828 ^{ns}	6,68***
Cruzamentos	63	15,2***	1363***	0,049**	0,139***	0,038 ^{ns}	1554291***	6,00***
Resíduo	189	3,35	136	0,030	0,040	0,030	620245	1,16
Média geral		134	92,0	1,97	1,81	2,29	3035	16,5
CV%		1,36	12,7	8,35	11,2	7,51	26,0	6,54

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 38 - Análise de variância dos genitores no manejo 2 de doenças(sem controle da ferrugem). Blocos ao acaso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, ESALQ, 2014/15

Fungicida 2		Quadrados médios dos caracteres ^a						
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Repetições	3	1,88 ^{ns}	22,4 ^{ns}	0,037 ^{ns}	0,109*	0,120*	136819 ^{ns}	0,973 ^{ns}
Genitores	15	97,8***	1361***	0,066**	0,116***	0,046 ^{ns}	1100431***	16,4***
Resíduo	45	3,66	30,6	0,027	0,028	0,038	255982	0,683
Média geral		131	68,4	2,01	1,64	2,25	1974	14,4
CV%		1,46	8,09	8,12	10,2	8,72	25,6	5,75

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 39 - Análise de variância dos cruzamentos no manejo 2 de doenças(sem controle da ferrugem). Blocos ao acaso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₄, ESALQ, 2014/15

Fungicida 2		Quadrados médios dos caracteres ^a						
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Repetições	3	3,07 ^{ns}	404**	0,730***	0,464***	0,046 ^{ns}	291583 ^{ns}	0,260 ^{ns}
Cruzamentos	63	30,8***	1195***	0,042	0,095***	0,048 ^{ns}	533970***	5,69***
Resíduo	189	3,56	82,0	0,033	0,049	0,039	234408	1,16
Média geral		133	72,0	1,99	1,62	2,23	2028	14,7
CV%		1,42	12,6	9,16	13,6	8,91	23,9	7,33

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 40 - Análise de variância individual dos genitores e cruzamentos na geração F₄ no manejo 1 de doenças (com controle da ferrugem). Blocos ao caso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₄, ESALQ, 2014/15

Fungicida 1		Quadrados médios dos caracteres ^a						
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Repetições	3	4,31 ^{ns}	26,2 ^{ns}	0,930 ***	1,09 ***	0,031 ^{ns}	424281 ^{ns}	9,04 ***
Tratamentos	79	25,0 ***	1544 ***	0,075 ***	0,154 ***	0,042 ^{ns}	1603195 ***	7,49 ***
Cruzamentos (C)	63	15,2 ***	1363 ***	0,049 *	0,140 ***	0,038 ^{ns}	1554277 ***	5,99 ***
Genitores (G)	15	63,6 ***	1711 ***	0,086 ***	0,138 ***	0,062 *	1795192 ***	13,9 ***
C vs G	1	57,8 ***	10442 ***	1,53 ***	1,28 ***	0,000 ^{ns}	1805092 ^{ns}	6,22 *
Resíduo	237	3,29	148	0,032	0,047	0,032	568340	1,06
Média geral		134	89,2	2,01	1,78	2,29	2998	16,4
Média dos cruzamentos		134	92,0	1,97	1,81	2,29	3035	16,5
Média dos genitores		133	77,8	2,14	1,65	2,30	2848	16,1
CV%		1,35	13,6	8,86	12,2	7,83	25,2	6,28

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 41 - Análise de variância individual dos genitores e cruzamentos na geração F₄ no manejo 2 de doenças (sem controle da ferrugem). Blocos ao caso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₄, ESALQ, 2014/15

Fungicida 2		Quadrados médios dos caracteres^a						
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha⁻¹)	PCS (g)
Repetições	3	2,70 ^{ns}	257 *	0,624 ***	0,393 ***	0,072 ^{ns}	356490 ^{ns}	0,784 ^{ns}
Tratamentos	79	45,6 ***	1220 ***	0,046 *	0,098 ***	0,047 ^{ns}	636682 ***	7,73 ***
Cruzamentos (C)	63	30,8 ***	1195 ***	0,042 ^{ns}	0,095 ***	0,048 ^{ns}	533970 ***	5,69 ***
Genitores (G)	15	97,8 ***	1361 ***	0,066 *	0,116 **	0,046 ^{ns}	1100431 ***	16,4 ***
C vs G	1	198 ***	687 **	0,024 ^{ns}	0,010 ^{ns}	0,020 ^{ns}	151315 ^{ns}	4,89 *
Resíduo	237	3,56	73,3	0,033	0,047	0,040	236447	1,06
Média geral		133	71,3	1,99	1,62	2,23	2017	14,6
Média dos cruzamentos		133	72,0	1,99	1,62	2,23	2028	14,7
Média dos genitores		131	68,4	2,01	1,64	2,25	1974	14,4
CV%		1,42	12,0	9,17	13,3	8,95	24,0	7,03

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 42 - Análise de variância conjunta dos genitores nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem) na geração F₃. Blocos ao caso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, ESALQ, 2014/15

Fungicidas 1 e 2		Quadrados médios dos caracteres ^a						
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Fungicidas (F)	1	140***	2813**	0,595**	0,012 ^{ns}	0,072 ^{ns}	24449276***	98,5***
Repetições/F	6	1,62 ^{ns}	107 ^{ns}	0,032 ^{ns}	0,131*	0,084 ^{ns}	419034 ^{ns}	2,69*
Genitores (G)	15	15,5***	2949***	0,109*	0,209**	0,061 ^{ns}	2578852***	29,6***
G x F	15	6,73*	122 ^{ns}	0,043 ^{ns}	0,045 ^{ns}	0,047 ^{ns}	316771 ^{ns}	0,699 ^{ns}
Resíduo	90	3,39	107	0,025	0,034	0,039	279316	0,624
Média geral		132	73,1	2,08	1,65	2,27	2411	15,2
Média do fungicida 1		133	77,8	2,14	1,65	2,30	2848	16,1
Média do fungicida 2		131	68,4	2,01	1,64	2,25	1974	14,4
CV%		1,39	14,1	7,65	11,2	8,67	21,9	5,18

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 43 - Análise de variância conjunta dos cruzamentos nos dois manejos doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem) na geração F₃. Blocos ao caso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₄, ESALQ, 2014/15

Fungicidas 1 e 2		Quadrados médios dos caracteres ^a						
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Fungicidas (F)	1	182***	51160***	0,028 ^{ns}	4,67 ^{ns}	0,529*	129647156***	411***
Repetições/F	6	4,13 ^{ns}	282 ^{ns}	1,04***	0,971***	0,061 ^{ns}	658206 ^{ns}	3,47 ^{ns}
Cruzamentos (C)	63	40,0***	2437***	0,067***	0,182***	0,058**	1467542***	9,69***
C x F	63	6,04***	121 ^{ns}	0,023 ^{ns}	0,052 ^{ns}	0,028 ^{ns}	620719*	2,00**
Resíduo	378	3,45	109	0,030	0,045	0,035	426814	1,16
Média geral		134	82,1	1,98	1,72	2,26	2531	15,6
Média do fungicida 1		134	92,0	1,97	1,81	2,29	3035	16,5
Média do fungicida 2		133	72,0	1,99	1,62	2,23	2028	14,7
CV%		1,39	12,7	8,77	12,4	8,22	25,8	6,92

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 44 - Análise de variância conjunta dos genitores e cruzamentos nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem) na geração F₄. Blocos ao caso com quatro. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₄, ESALQ, 2014/15

Quadrados médios dos caracteres ^a							
FV	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Repetições/F	3,50 ^{ns}	166 ^{ns}	0,777 ***	0,739 ***	0,052 ^{ns}	390386 ^{ns}	4,91 ***
Fungicidas (F)	301 ***	52616 ***	0,038 ^{ns}	3,92 ***	0,593 ^{ns}	153618012 ***	510 ***
Tratamentos (T) = (C + G)	64,2 ***	2600 ***	0,087 ^{ns}	0,192 ^{ns}	0,058 ^{ns}	1678691 ^{ns}	13,5 ***
Cruzamentos (C)	40,0 ***	2437 ***	0,067 ^{ns}	0,182 ^{ns}	0,058 ^{ns}	1467196 ^{ns}	9,70 ***
Genitores (G)	155 ^{ns}	2992 ***	0,110 ^{ns}	0,209 ^{ns}	0,061 ^{ns}	2578852 ^{ns}	29,6 ***
C vs G	235 ***	7038 ***	0,968 ***	0,531 ***	0,013 ^{ns}	1500501 ^{ns}	11,1 ***
T x F	6,35 ***	133 *	0,034 ^{ns}	0,060 ^{ns}	0,032 ^{ns}	561186 *	1,73 ***
C x F	6,04 ***	121 ^{ns}	0,023 ^{ns}	0,052 ^{ns}	0,028 ^{ns}	620787 ***	2,01 ***
G x F	6,73 *	50,8	0,043 ^{ns}	0,045 ^{ns}	0,047 ^{ns}	316771 ^{ns}	0,699 ^{ns}
C vs G x F	20,8 *	2231 ***	0,586 ***	0,754 ***	0,007 ^{ns}	455905 ^{ns}	0,040 ^{ns}
Resíduo	3,43	99,0	0,032	0,047	0,036	402043	1,06
Média geral	133	80,4	2,00	1,70	2,26	2507	15,5
Média do fungicida 1	134	89,2	2,01	1,78	2,29	2998	16,4
Média do fungicida 2	133	71,3	1,99	1,62	2,23	2017	14,6
CV%	1,39	12,4	9,02	12,7	8,39	25,3	6,64

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 45 - Análise de variância dos genitores no manejo 2 de doenças (sem controle da ferrugem). Blocos ao caso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, ESALQ, 2014/15

Fungicida 2	Quadrados médios dos caracteres ^a		
FV	GL	NF1	NF2
Repetições	3	0,167***	0,179 ^{ns}
Genitores (G)	15	0,130***	1,365***
Resíduo entre parcelas	45	0,068***	0,109 ^{ns}
Plantas/Rep/G	256	0,026	0,081
Plantas/Rep/G01	16	0,043 ^{ns}	0,153*
Plantas/Rep/G02	16	0,020 ^{ns}	0,006 ^{ns}
Plantas/Rep/G03	16	0,031 ^{ns}	0,031*
Plantas/Rep/G04	16	0,005 ^{ns}	0,023 ^{ns}
Plantas/Rep/G05	16	0,005 ^{ns}	0,005 ^{ns}
Plantas/Rep/G06	16	0,028 ^{ns}	0,173**
Plantas/Rep/G07	16	0,048*	0,025 ^{ns}
Plantas/Rep/G08	16	0,015 ^{ns}	0,051 ^{ns}
Plantas/Rep/G09	16	0,005 ^{ns}	0,000 ^{ns}
Plantas/Rep/G10	16	0,026 ^{ns}	0,002 ^{ns}
Plantas/Rep/G11	16	0,025 ^{ns}	0,228***
Plantas/Rep/G12	16	0,062**	0,149*
Plantas/Rep/G13	16	0,050*	0,011 ^{ns}
Plantas/Rep/G14	16	0,005 ^{ns}	0,035 ^{ns}
Plantas/Rep/G15	16	0,017 ^{ns}	0,219***
Plantas/Rep/G16	16	0,029 ^{ns}	0,052 ^{ns}
Média dos genitores		1,37	3,41
Média das testemunhas		1,12	3,05
CV%		10,6	13,8

^a NF1= nota de ferrugem um; NF2 = nota de ferrugem dois

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 46 - Análise de variância dos cruzamentos no manejo 2 de doenças (sem controle ferrugem). Blocos ao caso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₄, ESALQ, 2014/15

Fungicida 2	Quadrados médios dos caracteres ^a		
	FV	GL	NF1
Repetições		3	1,54***
Cruzamentos (C)		63	0,146***
Entre parcelas		189	0,090***
Plantas/Rep/C		1024	0,046
Plantas/Rep/C01		16	0,044 ^{ns}
Plantas/Rep/C02		16	0,034 ^{ns}
Plantas/Rep/C03		16	0,087*
Plantas/Rep/C04		16	0,045 ^{ns}
Plantas/Rep/C05		16	0,046 ^{ns}
Plantas/Rep/C06		16	0,079*
Plantas/Rep/C07		16	0,052 ^{ns}
Plantas/Rep/C08		16	0,056 ^{ns}
Plantas/Rep/C09		16	0,066 ^{ns}
Plantas/Rep/C10		16	0,045 ^{ns}
Plantas/Rep/C11		16	0,070 ^{ns}
Plantas/Rep/C12		16	0,032 ^{ns}
Plantas/Rep/C13		16	0,052 ^{ns}
Plantas/Rep/C14		16	0,050 ^{ns}
Plantas/Rep/C15		16	0,028 ^{ns}
Plantas/Rep/C16		16	0,053 ^{ns}
Plantas/Rep/C17		16	0,051 ^{ns}
Plantas/Rep/C18		16	0,078*
Plantas/Rep/C19		16	0,052 ^{ns}
Plantas/Rep/C20		16	0,032 ^{ns}
Plantas/Rep/C21		16	0,043 ^{ns}
Plantas/Rep/C22		16	0,043 ^{ns}
Plantas/Rep/C23		16	0,091*
Plantas/Rep/C24		16	0,326 ^{ns}
Plantas/Rep/C25		16	0,039 ^{ns}
Plantas/Rep/C26		16	0,041 ^{ns}
Plantas/Rep/C27		16	0,032 ^{ns}
Plantas/Rep/C28		16	0,047 ^{ns}
Plantas/Rep/C29		16	0,044 ^{ns}
Plantas/Rep/C30		16	0,005 ^{ns}
Plantas/Rep/C31		16	0,031 ^{ns}
Plantas/Rep/C32		16	0,041 ^{ns}
Plantas/Rep/C33		16	0,018 ^{ns}
Plantas/Rep/C34		16	0,020 ^{ns}
Plantas/Rep/C35		16	0,023 ^{ns}
Plantas/Rep/C36		16	0,040 ^{ns}

(continua)

Tabela 46 - Análise de variância dos cruzamentos no manejo 2 de doenças (sem controle ferrugem). Blocos ao caso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, geração F₄, ESALQ, 2014/15

(conclusão)			
Fungicida 2	Quadrados médios dos caracteres ^a		
	FV	GL	NF1
			NF2
Plantas/Rep/C37	16	0,078*	0,151 ^{ns}
Plantas/Rep/C38	16	0,000 ^{ns}	0,118 ^{ns}
Plantas/Rep/C39	16	0,060 ^{ns}	0,125 ^{ns}
Plantas/Rep/C40	16	0,023 ^{ns}	0,041 ^{ns}
Plantas/Rep/C41	16	0,038 ^{ns}	0,173 ^{ns}
Plantas/Rep/C42	16	0,036 ^{ns}	0,157 ^{ns}
Plantas/Rep/C43	16	0,044 ^{ns}	0,097 ^{ns}
Plantas/Rep/C44	16	0,067 ^{ns}	0,069 ^{ns}
Plantas/Rep/C45	16	0,055 ^{ns}	0,051 ^{ns}
Plantas/Rep/C46	16	0,035 ^{ns}	0,051 ^{ns}
Plantas/Rep/C47	16	0,051 ^{ns}	0,048 ^{ns}
Plantas/Rep/C48	16	0,059 ^{ns}	0,141 ^{ns}
Plantas/Rep/C49	16	0,034 ^{ns}	0,241*
Plantas/Rep/C50	16	0,032 ^{ns}	0,186 ^{ns}
Plantas/Rep/C51	16	0,028 ^{ns}	0,124 ^{ns}
Plantas/Rep/C52	16	0,060 ^{ns}	0,110 ^{ns}
Plantas/Rep/C53	16	0,038 ^{ns}	0,066 ^{ns}
Plantas/Rep/C54	16	0,067 ^{ns}	0,075 ^{ns}
Plantas/Rep/C55	16	0,041 ^{ns}	0,232*
Plantas/Rep/C56	16	0,073 ^{ns}	0,082 ^{ns}
Plantas/Rep/C57	16	0,031 ^{ns}	0,163 ^{ns}
Plantas/Rep/C58	16	0,087*	0,179 ^{ns}
Plantas/Rep/C59	16	0,055 ^{ns}	0,135 ^{ns}
Plantas/Rep/C60	16	0,060 ^{ns}	0,067 ^{ns}
Plantas/Rep/C61	16	0,043 ^{ns}	0,171 ^{ns}
Plantas/Rep/C62	16	0,042 ^{ns}	0,118 ^{ns}
Plantas/Rep/C63	16	0,043 ^{ns}	0,274**
Plantas/Rep/C64	16	0,043 ^{ns}	0,064 ^{ns}
Média dos cruzamentos		1,64	3,52
Média das testemunhas		1,39	3,09
CV%		13,4	17,3

^a NF1= nota de ferrugem um; NF2 = nota de ferrugem dois

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 47 - Produtividade de grãos (PG) nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem), efeito ferrugem (EF) na PG e nota de ferrugem (NF) dos 16 genitores e das três testemunhas de soja baseado no valor absoluto do EF. Soja, ESALQ, 2014/15

Genótipos	Genitores	CI ^a	PG Fung 1	PG Fung 2	EF PG	EF%	Derosal	
							NF1	NF2
USP 04-18.092	01	1	1497	1322	-175 ^{ns}	-13,2	1,35	1,80
USP 02-16.045	03	2	2753	2229	-525*	-23,6	1,50	3,65
USP 231-2132-04	12	3	2613	2058	-555*	-27,0	1,85	3,95
USP 02-16.122	02	4	2277	1715	-562*	-32,8	1,25	4,00
TMG INOX	09	5	1890	1241	-649*	-52,2	1,05	1,00
USP 04-17.027	04	6	3773	3101	-673*	-21,7	1,05	3,35
USP 231-2222-12	16	7	2570	1875	-695*	-37,1	1,50	3,65
USP 231-1228-09	15	8	2183	1472	-711*	-48,3	1,80	2,80
USP 04-17.039	05	10	2920	2144	-776*	-36,2	1,05	3,65
USP 231-3225-11	07	11	2827	1935	-892*	-46,1	1,65	4,65
USP 231-6101-10	14	12	3577	2512	-1065*	-42,4	1,05	3,65
USP 231-2228-01	11	13	3577	2453	-1124*	-45,8	1,20	2,55
USP 04-17.011	10	15	3073	1895	-1178*	-62,2	1,30	4,05
USP 231-2224-12	13	16	3800	2510	-1290*	-51,4	1,60	4,35
USP 231-4112-01	08	18	3280	1948	-1332*	-68,4	1,25	4,25
USP 231-4124-04	06	19	2953	1167	-1786*	-153,0	1,40	3,20
CB 07-958-B	T1 ^b	14	2187	1035	-1152*	-111	1,05	1,20
BRS 133	T2 ^b	9	2773	2029	-744*	-36,7	1,10	3,90
IAC-100	T3 ^b	17	2733	1441	-1292*	-89,7	1,20	4,05
Máximo ^c			3800	3101	-175	-13,2	1,85	4,65
Mínimo ^c			1497	1035	-1786	-153	1,05	1,00
Média ^c			2803	1899	-904	-52,6	1,37	3,41

* Diferença mínima significativa pelo teste t entre o mesmo genitor nos dois fungicidas: 184 kg/ha⁻¹

^a CI = classificação; ^b testemunhas; ^c valores calculados com base nos 16 genitores (64 parcelas = quatro repetições/genitor) e três testemunhas (12 parcelas = quatro repetições/testemunha)

Tabela 48 - Peso de cem sementes (PCS) nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem), efeito ferrugem (EF) no PCS e nota de ferrugem (NF) dos 16 genitores e das três testemunhas de soja baseado no valor absoluto do EF. Soja, ESALQ, 2014/15

Genótipos	Genitores	Cl ^a	PCS Fung 1	PCS Fung 2	EF PCS	EF%	Derosal	
							NF1	NF2
USP 231-1228-09	15	1	14,2	13,4	-0,74*	-5,53	1,80	2,80
USP 02-16.045	03	3	18,0	16,9	-1,07*	-6,34	1,50	3,65
TMG INOX	09	5	16,4	15,1	-1,22*	-8,03	1,05	1,00
USP 04-17.027	04	6	16,7	15,4	-1,24*	-8,00	1,05	3,35
USP 04-18.092	01	7	14,2	13,0	-1,28*	-9,86	1,35	1,80
USP 231-2228-01	11	8	17,7	16,3	-1,41*	-8,64	1,20	2,55
USP 231-2224-12	13	9	17,6	16,0	-1,62*	-10,2	1,60	4,35
USP 231-6101-10	14	10	15,3	13,5	-1,80*	-13,4	1,05	3,65
USP 04-17.011	10	11	16,2	14,4	-1,85*	-12,9	1,30	4,05
USP 04-17.039	05	12	16,6	14,6	-1,94*	-13,3	1,05	3,65
USP 231-3225-11	07	13	16,4	14,4	-2,01*	-14,0	1,65	4,65
USP 02-16.122	02	14	14,2	12,1	-2,03*	-16,7	1,25	4,00
USP 231-2132-04	12	15	15,8	13,7	-2,11*	-15,4	1,85	3,95
USP 231-2222-12	16	16	20,8	18,5	-2,28*	-12,3	1,50	3,65
USP 231-4124-04	06	17	14,8	12,5	-2,36*	-18,9	1,40	3,20
USP 231-4112-01	08	19	13,3	10,2	-3,13*	-30,6	1,25	4,25
CB 07-958-B	T1 ^b	2	15,8	15,0	-0,84*	-5,60	1,05	1,20
BRS 133	T2 ^b	4	14,9	13,7	-1,16*	-8,49	1,10	3,90
IAC-100	T3 ^b	18	11,7	9,20	-2,46*	-26,8	1,20	4,05
Máximo ^c			20,8	18,5	-0,74	-5,53	1,85	4,65
Mínimo ^c			13,3	10,2	-3,13	-30,6	1,05	1,00
Média ^c			16,1	14,4	-1,75	-12,8	1,37	3,41

* Diferença mínima significativa pelo teste t entre o mesmo genitor nos dois fungicidas: 0,298 g

^a Cl = classificação; ^b testemunhas; ^c valores calculados com base nos 16 genitores (64 parcelas = quatro repetições/genitor) e três testemunhas (12 parcelas = quatro repetições/testemunha)

Tabela 49 - Produtividade de grãos (PG) nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem), efeito ferrugem (EF) na PG e nota de ferrugem (NF) dos 64 cruzamentos e das três testemunhas de soja baseado no valor absoluto do EF. Soja, geração F₄, ESALQ, 2014/15 (continua)

Cruzamentos	Nº Cruz	Cl ^a	PG Fung1	PG Fung2	EF PG	EF%	Derosal	
							NF1	NF2
3 x 11	19	1	2260	2226	-34 ^{ns}	-1,52	1,60	4,05
1 x 13	05	2	2267	2218	-49 ^{ns}	-2,21	2,00	3,30
1 x 14	06	3	1790	1679	-111 ^{ns}	-6,62	1,80	2,85
8 x 16	64	4	2533	2374	-159*	-6,69	1,40	4,30
1 x 10	02	5	2583	2338	-245*	-10,5	2,15	3,80
2 x 10	10	6	1980	2272	292*	12,9	1,60	4,35
5 x 12	36	7	2097	2422	325*	13,4	1,30	3,45
1 x 9	01	8	1660	1306	-354*	-27,1	1,60	2,15
5 x 14	38	9	3107	2741	-366*	-13,3	1,00	3,60
4 x 14	30	10	2653	2207	-447*	-20,2	1,05	3,25
5 x 13	37	11	2340	1885	-455*	-24,2	1,80	3,70
6 x 12	44	12	2687	2226	-461*	-20,7	1,55	4,30
1 x 16	08	13	2230	1708	-522*	-30,6	1,75	3,90
8 x 11	59	14	2713	2191	-523*	-23,9	1,85	3,75
4 x 10	26	15	2807	2266	-5408	-23,9	1,45	3,10
6 x 16	48	16	2197	1625	-571*	-35,1	1,75	3,75
4 x 16	32	17	2747	2159	-5878	-27,2	1,35	3,70
7 x 9	49	18	2103	1500	-603*	-40,2	1,70	2,55
3 x 12	20	19	2487	1870	-617*	-33,0	2,45	3,30
2 x 9	09	21	2410	1714	-696*	-40,6	1,60	3,10
1 x 15	07	22	2760	2034	-726*	-35,7	1,70	3,35
5 x 9	33	23	3050	2252	-798*	-35,4	1,20	2,85
2 x 15	15	24	2830	2011	-819*	-40,8	1,65	3,95
5 x 15	39	25	2313	1485	-828*	-55,7	1,60	3,85
8 x 13	61	26	3273	2441	-833*	-34,1	1,35	3,50
5 x 10	34	27	3357	2512	-845*	-33,6	1,25	4,00
3 x 14	22	29	2670	1821	-849*	-46,6	1,70	3,75
8 x 15	63	30	2743	1864	-880*	-47,2	2,15	2,95
3 x 13	21	31	3193	2310	-883*	-38,2	1,65	3,60
7 x 14	54	32	3037	2140	-897*	-41,9	1,60	4,25
6 x 13	45	33	3410	2497	-913*	-36,6	1,60	4,25
3 x 15	23	34	3110	2164	-946*	-43,7	2,10	3,65
6 x 14	46	35	2863	1893	-970*	-51,2	1,30	4,30
7 x 16	56	36	3020	1968	-1052*	-53,4	2,05	3,90
7 x 15	55	37	2403	1333	-1071*	-80,3	1,95	3,75
6 x 10	42	38	3360	2280	-1080*	-47,4	1,45	4,05
2 x 12	12	39	2940	1857	-1083*	-58,3	2,25	3,30
7 x 10	50	40	3490	2330	-1160*	-49,8	1,50	3,55

Tabela 49 - Produtividade de grãos (PG) nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem), efeito ferrugem (EF) na PG e nota de ferrugem (NF) dos 64 cruzamentos e das três testemunhas de soja baseado no valor absoluto do EF. Soja, geração F₄, ESALQ, 2014/15

(conclusão)

Derosal								
Cruzamentos	Nº Cruz	Cl ^a	PG Fung1	PG Fung2	EF PG	EF%	NF1	NF2
5 x 11	35	41	3813	2641	-1173*	-44,4	1,20	3,65
7 x 12	52	42	2753	1558	-1195*	-76,7	1,65	4,00
3 x 16	24	43	3053	1817	-1236*	-68,0	1,65	3,35
2 x 16	16	44	3267	2024	-1243*	-61,4	1,70	4,35
2 x 11	11	45	3037	1793	-1243*	-69,3	2,10	3,65
7 x 13	53	46	3517	2240	-1276*	-57,0	1,85	4,60
4 x 11	27	48	3890	2542	-1348*	-53,0	1,70	3,20
1 x 12	04	49	3110	1760	-1350*	-76,7	1,70	2,75
4 x 9	25	50	3313	1959	-1354*	-69,1	1,35	3,20
4 x 12	28	51	3707	2321	-1386*	-59,7	1,60	3,35
7 x 11	51	52	3483	2070	-1413*	-68,2	1,40	2,55
2 x 14	14	53	3100	1601	-1499*	-93,6	1,60	4,10
1 x 11	03	54	3060	1541	-1519*	-98,6	1,75	2,70
6 x 15	47	55	3210	1682	-1528*	-90,8	1,50	4,40
8 x 9	57	56	2680	1062	-1618*	-152	1,60	2,00
8 x 14	62	57	3733	2036	-1697*	-83,3	1,60	3,55
3 x 10	18	58	3767	2060	-1707*	-82,8	1,65	2,55
4 x 15	31	59	4120	2384	-1736*	-72,8	1,30	3,15
8 x 12	60	60	3673	1917	-1756*	-91,6	1,60	4,50
4 x 13	29	61	4333	2561	-1772*	-69,2	1,35	3,90
2 x 13	13	62	3697	1922	-1775*	-92,4	1,50	3,50
6 x 11	43	63	4320	2535	-1785*	-70,4	1,90	3,65
6 x 9	41	64	3493	1654	-1839*	-111	2,00	2,80
5 x 16	40	65	4427	2582	-1845*	-71,5	1,20	3,80
8 x 10	58	66	3887	1875	-2011*	-107	1,95	3,40
3 x 9	17	67	3587	1528	-2058*	-135	1,50	1,85
CB 07-958-B	T1 ^b	20	2095	1408	-687*	-48,8	1,35	1,55
BRS 133	T2 ^b	28	3018	2171	-848*	-39,0	1,38	3,80
IAC-100	T3 ^b	47	3097	1757	-1340*	-76,23	1,45	3,93
Máximo ^c			4427	2741	325	13,4	2,45	4,60
Mínimo ^c			1660	1062	-2058	-152	1,00	1,85
Média ^c			3023	2028	-996	-51,8	1,64	3,52

* Diferença mínima significativa pelo teste t entre o mesmo genitor nos dois fungicidas: 137 kg/ha⁻¹

^a Cl = classificação; ^b testemunhas; ^c valores calculados com base nos 64 cruzamentos (256 parcelas = quatro repetições/cruzamento) e três testemunhas (12 parcelas = quatro repetições/testemunha)

Tabela 50 - Peso de cem sementes (PCS) nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem), efeito ferrugem (EF) no PCS e nota de ferrugem (NF) dos 64 cruzamentos e das três testemunhas de soja baseado no valor absoluto do EF. Soja, geração F₄, ESALQ, 2014/15 (continua)

Cruzamentos	N° Cruz	Cl ^a	PCS Fung 1	PCS Fung 2	EF PCS	EF%	Derosal	
							NF1	NF2
4 x 12	28	1	16,0	15,8	-0,120 ^{ns}	-0,730	1,60	3,35
4 x 16	32	2	17,8	17,9	0,140 ^{ns}	0,780	1,35	3,70
7 x 11	51	3	17,0	16,7	-0,260*	-1,53	1,40	2,55
4 x 11	27	4	16,0	15,7	-0,290*	-1,81	1,70	3,20
8 x 16	64	5	16,6	16,3	-0,310*	-1,88	1,40	4,30
7 x 9	49	6	14,6	14,3	-0,330*	-2,31	1,70	2,55
5 x 12	36	7	16,5	16,0	-0,480*	-3,01	1,30	3,45
4 x 10	26	8	15,4	14,8	-0,520*	-3,47	1,45	3,10
1 x 14	06	9	13,7	13,2	-0,520*	-3,93	1,80	2,85
5 x 14	38	10	16,4	15,8	-0,570*	-3,62	1,00	3,60
5 x 13	37	11	17,8	17,2	-0,590*	-3,40	1,80	3,70
5 x 16	40	12	18,0	17,4	-0,590*	-3,40	1,20	3,80
8 x 11	59	13	15,6	14,9	-0,690*	-4,66	1,85	3,75
4 x 14	30	14	15,6	14,9	-0,720*	-4,83	1,05	3,25
5 x 10	34	15	16,0	15,3	-0,740*	-4,86	1,25	4,00
6 x 14	46	16	14,6	13,8	-0,850*	-6,20	1,30	4,30
4 x 15	31	17	15,2	14,3	-0,900*	-6,29	1,30	3,15
1 x 13	05	18	15,6	14,5	-1,13*	-7,80	2,00	3,30
8 x 13	61	19	16,0	14,9	-1,17*	-7,85	1,35	3,50
1 x 9	01	20	14,8	13,6	-1,26*	-9,26	1,60	2,15
2 x 15	15	21	15,0	13,6	-1,32*	-9,66	1,65	3,95
4 x 9	25	22	17,3	16,0	-1,36*	-8,49	1,35	3,20
6 x 13	45	24	17,2	15,7	-1,46*	-9,24	1,60	4,25
5 x 15	39	26	15,9	14,4	-1,53*	-10,6	1,60	3,85
1 x 10	02	27	15,3	13,8	-1,54*	-11,2	2,15	3,80
2 x 10	10	28	15,2	13,7	-1,55*	-11,3	1,60	4,35
4 x 13	29	29	16,7	15,1	-1,57*	-10,4	1,35	3,90
5 x 9	33	30	17,2	15,6	-1,57*	-10,0	1,20	2,85
3 x 15	23	31	16,3	14,7	-1,62*	-11,0	2,10	3,65
6 x 10	42	32	14,7	13,1	-1,62*	-12,4	1,45	4,05
1 x 15	07	33	15,5	13,8	-1,70*	-12,3	1,70	3,35
7 x 15	55	34	15,3	13,5	-1,78*	-13,1	1,95	3,75
2 x 16	16	35	17,0	15,2	-1,81*	-11,8	1,70	4,35
5 x 11	35	36	18,5	16,5	-2,04*	-12,4	1,20	3,65
8 x 10	58	37	15,7	13,6	-2,07*	-15,2	1,95	3,40
6 x 12	44	38	16,1	14,0	-2,12*	-15,1	1,55	4,30
6 x 11	43	40	17,8	15,6	-2,24*	-14,4	1,90	3,65
1 x 12	04	41	16,2	14,0	-2,27*	-16,3	1,70	2,75

Tabela 50 - Peso de cem sementes (PCS) nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem), efeito ferrugem (EF) no PCS e nota de ferrugem (NF) dos 64 cruzamentos e das três testemunhas de soja baseado no valor absoluto do EF. Soja, geração F₄, ESALQ, 2014/15

(conclusão)

							Derosal	
Cruzamentos	Nº Cruz	Cl ^a	PCS Fung 1	PCS Fung 2	EF PCS	EF%	NF1	NF2
2 x 14	14	42	15,7	13,4	-2,30*	-17,2	1,60	4,10
2 x 12	12	43	16,5	14,2	-2,31*	-16,3	2,25	3,30
1 x 16	08	44	16,8	14,5	-2,33*	-16,1	1,75	3,90
6 x 15	47	45	15,1	12,8	-2,35*	-18,4	1,50	4,40
2 x 9	09	46	15,9	13,5	-2,37*	-17,5	1,60	3,10
8 x 15	63	47	15,8	13,4	-2,40*	-17,9	2,15	2,95
6 x 16	48	48	17,3	14,9	-2,45*	-16,5	1,75	3,75
7 x 14	54	49	16,1	13,6	-2,45*	-18,0	1,60	4,25
8 x 14	62	50	14,8	12,4	-2,46*	-19,9	1,60	3,55
2 x 13	13	51	17,4	14,9	-2,53*	-16,9	1,50	3,50
3 x 14	22	52	16,6	14,0	-2,53*	-18,0	1,70	3,75
6 x 9	41	53	16,6	14,1	-2,53*	-17,9	2,00	2,80
3 x 13	21	54	17,7	15,0	-2,72*	-18,1	1,65	3,60
3 x 11	19	55	18,3	15,5	-2,79*	-18,0	1,60	4,05
1 x 11	03	56	17,3	14,5	-2,81*	-19,4	1,75	2,70
8 x 9	57	57	17,0	14,1	-2,83*	-20,0	1,60	2,00
3 x 12	20	58	17,2	14,4	-2,86*	-19,9	2,45	3,30
2 x 11	11	59	17,4	14,5	-2,87*	-19,8	2,10	3,65
8 x 12	60	60	15,6	12,7	-2,89*	-22,7	1,60	4,50
7 x 10	50	61	16,6	13,6	-2,91*	-21,3	1,50	3,55
3 x 10	18	62	18,5	15,6	-2,96*	-19,0	1,65	2,55
3 x 9	17	63	18,3	14,9	-3,43*	-23,0	1,50	1,85
3 x 16	24	64	20,6	17,1	-3,44*	-20,1	1,65	3,35
7 x 12	52	65	16,9	13,4	-3,52*	-26,3	1,65	4,00
7 x 16	56	66	18,0	14,4	-3,63*	-25,2	2,05	3,90
7 x 13	53	67	18,6	14,7	-3,86*	-26,2	1,85	4,60
CB 07-958-B	T1 ^b	25	16,8	15,3	-1,50*	-9,80	1,35	1,55
BRS 133	T2 ^b	39	15,6	13,5	-2,12*	-15,7	1,38	3,80
IAC-100	T3 ^b	23	11,3	9,87	-1,43*	-14,4	1,45	3,93
Máximo ^c			20,6	17,9	0,14	0,78	2,45	4,60
Mínimo ^c			13,7	12,4	-3,86	-26,3	1,00	1,85
Média ^c			16,5	14,7	-1,83	-12,8	1,64	3,52

* Diferença mínima significativa pelo teste t entre o mesmo genitor nos dois fungicidas: 0,240 g

^a Cl = classificação; ^b testemunhas; ^c valores calculados com base nos 64 cruzamentos (256 parcelas = quatro repetições/cruzamento) e três testemunhas (12 parcelas = quatro repetições/testemunha)

Tabela 51 - Análise de variância conjunta dos genitores nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem) nos dois anos agrícolas 2013/14 e 2014/15. Blocos ao caso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, ESALQ, 2013/14 e 2014/15

Quadrados médios dos caracteres ^a								
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Repetições/F/A	12	27,3***	207**	0,030 ^{ns}	0,206***	0,055 ^{ns}	1940962***	9,09***
F x A	2	72,8*	1794***	0,339**	0,284*	0,077 ^{ns}	14944458***	51,8***
Fungicidas (F)	1	45,6**	317*	0,560***	0,202*	0,154 ^{ns}	3412102**	29,5**
Anos (A)	1	2930***	16432***	2,34***	1,66***	0,014 ^{ns}	161755 ^{ns}	99,3**
Genitores (G)	15	324***	3755**	0,083 ^{ns}	0,483 ^{ns}	0,076 ^{ns}	2524303 ^{ns}	54,5*
G x F	15	5,06 ^{ns}	53,1 ^{ns}	0,032 ^{ns}	0,054 ^{ns}	0,048 ^{ns}	254392 ^{ns}	1,86 ^{ns}
G x A	15	20,7 ^{ns}	372*	0,096*	0,084 ^{ns}	0,073*	908478**	10,8***
G x F x A	15	12,9**	126 ^{ns}	0,038 ^{ns}	0,045 ^{ns}	0,022 ^{ns}	215372 ^{ns}	1,72 ^{ns}
Resíduo	180	5,82	83,5	0,027	0,037	0,034	233973	1,24
Média geral		129	81,1	2,17	1,73	2,27	2386	15,9
Média de 2013/14		125	89,1	2,27	1,81	2,26	2360	16,5
Média de 2014/15		132	73,1	2,08	1,65	2,27	2411	15,2
CV%		1,87	11,3	7,62	11,2	8,15	20,3	7,03

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 52 - Análise de variância conjunta dos cruzamentos nos dois manejos de doenças (manejo 1 – com controle da ferrugem e manejo 2 – sem controle da ferrugem) nos dois anos agrícolas 2013/14 e 2014/15. Blocos ao caso com quatro repetições. Parcela = uma fileira de 2,0 m x 0,5 m. Soja, gerações F₃ e F₄, ESALQ, 2013/14 e 2014/15

Quadrados médios dos caracteres ^a								
FV	GL	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha ⁻¹)	PCS (g)
Repetições/F/A	12	14,3**	241***	0,614***	0,570***	0,068*	2154175***	3,29*
F x A	2	123***	25721***	0,020 ^{ns}	2,68***	0,308***	67341254***	250***
Fungicidas (F)	1	231***	22003***	0,002 ^{ns}	0,887***	0,525***	41613445***	438***
Anos (A)	1	9543***	44322***	8,00***	5,70***	0,000 ^{ns}	84945264***	564***
Cruzamentos (C)	63	95922***	2836***	0,121 ^{ns}	0,326 ^{ns}	0,062 ^{ns}	1344672 ^{ns}	16,9*
C x F	63	5,00 ^{ns}	96,8 ^{ns}	0,024 ^{ns}	0,053 ^{ns}	0,027 ^{ns}	479593 ^{ns}	2,12 ^{ns}
C x A	63	12,2**	373***	0,045 ^{ns}	0,064*	0,043 ^{ns}	681077 ^{ns}	4,70**
C x F x A	63	6,40 ^{ns}	95,0 ^{ns}	0,036 ^{ns}	0,039 ^{ns}	0,038 ^{ns}	452098 ^{ns}	2,13*
Resíduo	756	5,40	85,0	0,034	0,056	0,035	378895	1,52
Média geral		131	88,6	2,07	1,79	2,26	2242	16,3
Média de 2013/14		128	95,2	2,15	1,87	2,26	1954	17,1
Média de 2014/15		134	82,1	1,98	1,72	2,26	2531	15,6
CV%		1,78	10,4	8,86	13,2	8,27	27,5	7,56

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônomo, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*, ** e *** significativo a 5,0; 1,0 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 53 - Comparação das médias dos 64 cruzamentos e 16 genitores nos dois manejos de doenças (manejo 1- com o controle da ferrugem e manejo 2 – sem o controle da ferrugem), nos dois anos agrícolas 2013/14 e 2014/15. ESALQ, 2013/14 e 2014/15

Médias* dos caracteres^a							
	NDM (dias)	APM (cm)	VA (notas)	AC (notas)	ES (notas)	PG (kg.ha⁻¹)	PCS (g.parcela⁻¹)
Fungicida 1	131 a	91,1 a	2,10 a	1,80 a	2,29 a	2457 a	16,8 a
Fungicida 2	130 b	83,2 b	2,08 b	1,76 b	2,24 a	2087 b	15,7 b
Ano 2013/14	127 b	94,0 a	2,18 a	1,85 a	2,26 a	2036 b	17,0 a
Ano 2014/15	133 a	80,4 b	2,00 b	1,70 b	2,26 a	2507 a	15,5 b
Cruzamentos	131 a	88,6 a	2,07 b	1,79 a	2,26 a	2242 b	16,3 a
Genitores	129 b	81,1 b	2,17 a	1,73 b	2,27 a	2386 a	15,9 b
Média geral	130	86,4	2,10	1,77	2,26	2286	16,2

^a NDM= número de dias para a maturidade, APM= altura da planta na maturidade, VA= valor agrônômico, AC= acamamento, ES= estande, PG= produtividade de grãos e PCS= peso de cem sementes

*Médias com a mesma letra (em cada categoria) não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade

Tabela 54 - Relação dos genitores e cruzamentos mais promissores de acordo com a reação à ferrugem e ao desempenho agrônômico. Soja, ESALQ, 2013/14 e 2014/15

Nº	Genitores	FAS ^b	DA ^a
01	USP 04-18.092	X	
02	USP 02-16.122	X	X
03	USP 02-16.045	X	
04	USP 04-17.027	X	X
05	USP 04-17.039		X
06	USP 231-4124-04		X
07	USP 231-3225-11		
08	USP 231-4112-01		
09	TMG INOX	X	
10	USP 04-17.011		
11	USP 231-2228-01	X	X
12	USP 231-2132-04	X	X
13	USP 231-2224-12		
14	USP 231-6101-10		X
15	USP 231-1228-09	X	
16	USP 231-2222-12	X	X
Nº	Cruzamentos	FAS ^b	DA ^a
01	1 x 9	X	
02	1 x 10	X	
05	1 x 13	X	
06	1 x 14	X	
07	1 x 15		X
19	3 x 11	X	
22	3 x 14		X
27	4 x 11	X	
28	4 x 12	X	X
29	4 x 13		X
30	4 x 14	X	
36	5 x 12	X	
37	5 x 13	X	
38	5 x 14	X	X
39	5 x 15		X
44	6 x 12	X	
49	7 x 9	X	
51	7 x 11	X	
59	8 x 11		X
64	8 x 16	X	

^a Relação dos genitores e cruzamentos com alto desempenho agrônômico (DA) com base nas capacidades geral (CGC) e específica (CEC) de combinação e nas estimativas de parâmetros genéticos (hererosse, depressão por endogamia e herdabilidade)

^b Relação dos genitores e cruzamentos tolerantes ou resistentes à ferrugem

Anexo B – Figuras

Figura 1 - Estágios iniciais de desenvolvimento de *P. pachyrhizi* durante as interações desse patógeno com planta hospedeira. Os uredósporos (sp) germinam, produzindo um tubo germinativo (gt), que formam o apressório (app). Uma estrutura afunilada, o cone apressorial, se forma dentro do apressório. Este origina a hifa de penetração (penh), que penetra e atravessa as células epidérmicas (epi). Estas células, por consequência, morrem (pontilhado). No espaço intercelular do mesofilo, a hifa primária (ph), que é separada da hifa de penetração por um septo, ramifica-se em várias hifas secundárias (sh). Finalmente, a célula-mãe haustorial (hmc) é formada no local de contato da hifa secundária com as células do mesofilo (meso). Esta célula diferencia o haustório (hau) no interior da célula do mesofilo, estabelecendo a interação compatível

Adaptado de Koch et al. (1983)

Figura 2 – Croqui do delineamento experimental do ano agrícola 2012/13

Figura 3 – Croqui do delineamento experimental dos anos agrícolas 2013/14 e 2014/15

Figura 4 - Escala diagramática adaptada para avaliação da severidade da ferrugem asiática da soja (em porcentagem de área foliar danificada) (GODOY et al., 2006)

Figura 5 – Classificação dos genótipos quanto à reação à ferrugem

Anexo C – Gráficos

Gráfico 1 - Dados climáticos de precipitação pluviométrica, umidade relativa do ar, temperaturas máxima, mínima e média durante os meses de novembro a março dos anos agrícolas 2012/13, 2013/14, 2014/15, para o município de Piracicaba, SP

Gráfico 2 - Associação do efeito ferrugem (EF) ou perdas da produtividade de grãos (kg/ha⁻¹) com a severidade da ferrugem medida pela última avaliação (NF2) de 20 plantas individuais nos 16 genitores e três testemunhas. Soja, ESALQ, 2014/2015

Gráfico 3 - Associação do efeito ferrugem (EF) ou perdas no peso de cem sementes (g.planta^{-2}) com a severidade da ferrugem medida pela última avaliação (NF2) de 20 plantas individuais nos 16 genitores e três testemunhas. Soja, ESALQ, 2014/2015

Gráfico 4 - Associação do efeito ferrugem (EF) ou perdas da produtividade de grãos (kg/ha^{-1}) com a severidade da ferrugem medida pela última avaliação (NF2) de 20 plantas individuais nos 64 cruzamentos e três testemunhas. Soja, ESALQ, 2014/2015

Gráfico 5 - Associação do efeito ferrugem (EF) ou perdas no peso de cem sementes (g.planta⁻²) com a severidade da ferrugem medida pela última avaliação (NF2) de 20 plantas individuais nos 64 cruzamentos e três testemunhas. Soja, ESALQ, 2014/2015