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

**Performance de cruzamentos entre genitores tolerantes à ferrugem
asiática da soja**

Marcelo Cunha Marques

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

**Piracicaba
2014**

Marcelo Cunha Marques
Engenheiro Agrônomo

Performance de cruzamentos entre genitores tolerantes à ferrugem asiática da soja

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

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

**Piracicaba
2014**

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

Marques, Marcelo Cunha

Performance de cruzamentos entre genitores tolerantes à ferrugem asiática da soja / Marcelo Cunha Marques. - - Piracicaba, 2014.
110 p: il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2014.

1. *Glycine max* 2. *Phakopsora pachyrhizi* 3. Melhoramento genético 4. Produtividade de grãos 5. Peso de cem sementes (tamanho das sementes) 6. Doenças de final de ciclo I. Título

CDD 633.34
M357p

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

A Deus

Aos meus pais Jonalvo e Marelice

Ao meu irmão Luís Eduardo

Aos meus amigos.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus por me guiar nessa longa caminhada permitindo que alcançasse meus objetivos.

A minha família, em especial aos meus pais Jonalvo Vieira Marques e Marelice Pereira Cunha Marques, que sempre estiveram do meu lado me apoiando nas minhas iniciativas e decisões e ao meu irmão, Luis Eduardo Cunha Marques, que apesar da distância nesses últimos anos foi um grande incentivador à permanência na área científica.

Ao Professor Dr. Natal Antonio Vello, pelos ensinamentos, apoio, amizade, paciência e compreensão.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Professor Osvaldo Toshiyuki Hamawaki, oportunidade e confiança depositada em mim durante o desenvolvendo de vários projetos no período da graduação.

Ao Professor Tuneo Sedyama, pela orientação no mestrado.

A minha namorada Simone Brand, pelo carinho, apoio e dedicação.

Aos amigos e companheiros de Uberlândia, da 37ª turma de Agronomia.

Aos amigos e colegas do mestrado que mantivemos contato e constante troca de experiências e informações.

Aos colegas do Setor de Genética Aplicada às Espécies Autógamas (SGAEA) da ESALQ/USP Flávia Aparecida Amorim, Inocencio Junior de Oliveira, Paulo Fernando de Melo Jorge Vieira, Philip Traldi Wysmierski, Renato Sérgio Batista Carvalho, Felipe Maniero Nazato, Nelson Enrique Casas-Leal, Fernanda Aparecida Castro Pereira e Iradenia da Silva Sousa, sempre dispostos em ajudar e pelo bom convívio.

Aos funcionários do SGAEA/ESALQ/USP Antonio Roberto Cogo, Claudinei Antonio Didoné e Marcos Custódio Nekatschalow, pela ajuda, amizade e bom convívio.

A todos que me acolheram em Piracicaba.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas da ESALQ/USP e a todos que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 A cultura da soja.....	15
2.2 Ferrugem asiática da soja.....	15
2.2.1 Histórico da doença.....	16
2.2.2 Importância econômica.....	16
2.2.3 Etiologia e Epidemiologia.....	18
2.2.4 Sintomatologia e Diagnose.....	19
2.2.5 Hospedeiros alternativos.....	20
2.2.6 Estratégias de manejo e controle da ferrugem asiática.....	21
2.2.6.1 Controle químico.....	22
2.2.6.2 Vazio sanitário.....	23
2.2.6.3 Controle varietal.....	24
2.2.6.3.1 Resistência Genética e Tolerância.....	25
2.3 Genética e melhoramento da soja para resistência/tolerância à ferrugem.....	28
2.4 Interação genótipos x ambientes (GxE).....	29
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 Condições de cultivo.....	33
3.2 Material genético.....	33
3.3 Delineamento experimental.....	34
3.4 Experimentação das gerações F ₄ a F ₆	34
3.5 Caracteres agronômicos avaliados.....	36
3.5.1 Número de dias para a maturação (NDM).....	36
3.5.2 Produtividade de grãos (PG).....	36
3.5.3 Peso de cem sementes (PCS).....	36
3.5.4 Reação à ferrugem.....	37
3.5.4.1 Efeito Ferrugem sobre a produtividade (EFP).....	37
3.5.4.2 Taxa de Suscetibilidade em termos de produtividade (TSP).....	37
3.6 Seleção de genótipos tolerantes à ferrugem.....	37
3.7 Capacidade média de combinação.....	38

3.8 Análises estatístico-genéticas.....	38
3.8.1 Interação genótipo x ambiente.....	40
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4.1 Aspectos gerais.....	43
4.2 Análises estatísticas e testes de médias.....	44
4.2.1 Análises estatísticas e testes de médias do ano agrícola 2008-09.....	44
4.2.2 Análises estatísticas e testes de médias do ano agrícola 2009-10.....	47
4.2.3 Análises estatísticas e testes de médias do ano agrícola 2010-11.....	51
4.2.4 Análises estatísticas e testes de médias da interação de 2008 a 2011.....	55
4.3 Agrupamentos de Scott e Knott para médias de cruzamentos e de progênies dentro dos cruzamentos.....	60
4.4 Capacidade média de combinação.....	66
4.5 Análises de adaptabilidade e estabilidade.....	67
5 CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS.....	71
ANEXOS.....	79

RESUMO

Performance de cruzamentos entre genitores tolerantes à ferrugem asiática da soja

A ferrugem asiática da soja (FAS) foi constatada pela primeira vez no Brasil em 2000/2001, tendo desde então ocasionado elevados prejuízos aos sojicultores. O emprego de cultivares geneticamente resistentes/tolerantes é um componente fundamental de um programa integrado para controle desta doença. A pesquisa tem encontrado muita dificuldade, pois o fungo *Phakopsora pachyrhizi* apresenta grande variabilidade patogênica e as poucas fontes de resistência/tolerância disponíveis não são adaptadas às condições brasileiras. O objetivo geral do presente estudo foi avaliar a performance de linhagens experimentais de soja derivadas de cruzamentos entre genitores tolerantes à ferrugem asiática, com a finalidade de incrementar a tolerância a FAS. Os experimentos foram conduzidos durante os anos agrícolas 2008-09, 2009-10 e 2010-11, nas Estações Experimentais Anhumas e Areão e na sede (ESALQ), áreas estas pertencentes à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e situadas no município de Piracicaba – SP. Os experimentos com as progênies nas gerações $F_{2:4}$, $F_{2:5}$ e $F_{2:6}$ foram delineados em blocos aumentados de Federer, sendo cada experimento subdividido em conjuntos experimentais com testemunhas comuns. Para estimar o efeito ferrugem e o nível de tolerância de cada genótipo a FAS, em cada local e ano agrícola, foram conduzidos dois experimentos com aplicações de fungicidas diferentes: no primeiro experimento aplicou-se fungicida para controle apenas das doenças de final de ciclo (DFC), enquanto que no segundo experimento, foi aplicado fungicida com princípios ativos para o controle tanto das DFC quanto da FAS. Nos experimentos com controle de DFC e FAS houve tendência de médias maiores para PG e PCS. A metodologia do contraste de reações das plantas a fungicidas distintos foi eficiente em estimar o efeito ferrugem e a reação de cada genótipo a FAS. A pressão do fungo da FAS sobre as progênies variou entre os anos agrícolas, tendo sido maior em 2009-10. O local Anhumas destacou-se entre os demais, possibilitando altas médias de produtividade de grãos (PG) em todos os anos agrícolas avaliados. Este ambiente também mostrou-se apropriado para estimar o efeito ferrugem. Os genitores 1 (USP 04-18.032) e 5 (USP 11-38) foram os que originaram as progênies mais precoces e os genitores 3 (USP 97-08.135) e 10 (USP 191-104-11) as progênies mais tardias. Os genitores 8 (USP 191-102-03) e 10 (USP 191-104-11) foram os que mais contribuíram para elevadas médias de PG e peso de cem sementes (PCS). Já o genitor 4 (BUSP 16-015) destacou-se na média de PG, além de ter apresentado valor alto de capacidade média de combinação para PG, na média dos três anos agrícolas. O cruzamento 7x10 (USP 14-06-20 x USP 191-104-11) destacou-se originando o maior número de progênies com desempenho superior em PG e tolerância a FAS. Por outro lado, os genitores 1 (USP 04-18.032), 3 (USP 97-08.135) e 9 (USP 191-103-12) foram os que menos contribuíram para a geração de progênies com alta PG. Houve variação entre as progênies dentro de cruzamentos para as estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica. Consequentemente, as progênies 231-2224-12 (6x8 = USP 97-10.046 x USP 191-102-03), 231-6127-06 (1x8 = USP 04-18.032 x USP 191-102-03) e 231-1120-08 (7x10 = USP 14-06-20 x USP 191-104-11) foram as mais indicadas para a seleção recorrente para tolerância a FAS.

Palavras-chave: *Glycine max*; *Phakopsora pachyrhizi*; Melhoramento genético; Produtividade de grãos, Peso de cem sementes (tamanho das sementes), Doenças de final de ciclo

ABSTRACT

Performance of crosses among parents with tolerance to soybean rust

The Asian soybean rust (FAS) was reported for the first time in Brazil in 2000/2001 and has since caused considerable damage to soybean crops. The use of genetically resistant cultivars is a key component of an integrated program to control this disease. In the researches has been found many difficulties because the fungus *Phakopsora pachyrhizi* shows great variability in pathogenicity and the small number of sources of resistance that are available has no adaptability to Brazilian environmental conditions. The overall objective of this study was to evaluate the performance of experimental soybean lines derived from crosses among soybean rust tolerant parents, in order to increase the horizontal resistance (tolerance). The experiments were conducted during the crop years 2008-09, 2009-10 and 2010-11, in three experimental stations (Anhumas, Areão and ESALQ), areas belonging to the College of Agriculture "Luiz de Queiroz" and located within the municipality of Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. The experiments with progenies in generations $F_{2:4}$, $F_{2:5}$ and $F_{2:6}$ were designed in augmented block of Federer, with each experiment divided into sets with common checks. In order to estimate the effect of FAS and the level of tolerance of each genotype to FAS, in each location and crop year, there was conducted two experiments with applications of different fungicides: in the first experiment was applied one fungicide for controlling only the soybean late season leaf diseases (DFC), while in the second experiment were applied one fungicides with active principles for controlling DFC as well as FAS. In the experiments with control of DFC and FAS there was tendency of superior means for PG and PCS. The methodology of contrasting the plant reactions to different fungicides was effective for estimating the effect of FAS and the level of tolerance of each genotype to FAS. The pressure of the fungal FAS on progenies ranged among crop years, being highest in 2009-10. The location Anhumas stood out among the rest, enabling high average seed yield (PG) in all evaluated crop years; this environment also proved to be suitable for estimating the rust effect. The parents 1 (USP 04-18032) and 5 (USP 11-38) were those that originated the earliest progenies and parents 3 (USP 97-08135) and 10 (USP 191-104-11) the later progenies. The parents 8 (USP 191-102-03) and 10 (USP 191-104-11) were the main contributors to higher average PG and one hundred seed weight (PSC). However, the parent 4 (BUSP 16-015) exceeded for PG, besides also have presented high value of average combining ability for PG, in average of the three crop years. The cross 7x10 (USP 14-06-20 x USP 191-104-11) stood out by originating the highest number of progenies with superior performance in PG and tolerance to FAS. On the other hand, the parents 1 (USP 04-18 032), 3 (USP 97-08 135), and 9 (USP 191-103-12) have contributed with the smallest number of superior progenies in PG. There was variation among progenies within cross, for the estimates of adaptability and phenotypic stability parameters. Consequently, the progenies 231-2224-12 (6x8 = USP 97-10 046 x USP 191-102-03), 231-6127-06 (1x8 = USP 04-18 032 x USP 191-102-03), and 231-1120 - 08 (7x10 = USP 14-06-20 x USP 191-104-11) were the most suitable for the utilization as parents in the recurrent selection for tolerance to FAS.

Keywords: *Glycine max*; *Phakopsora pachyrhizi*; Breeding; Seed yield; One hundred seed weight (seed size); Soybean late season leaf diseases.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma espécie que possui grande adaptabilidade a diferentes latitudes, solos e condições climáticas. Tem importância na dieta alimentar humana e animal, sendo considerada a mais importante fonte de proteína e óleo vegetal, em razão da quantidade produzida, sua qualidade e baixo custo de produção. Embora o Brasil tenha aumentado a produtividade e a produção nos últimos anos, a cultura ainda apresenta potencial para mais crescimento. Entre os fatores mais importantes que dificultam a obtenção do máximo potencial produtivo estão as doenças. Como toda cultura exótica, a soja iniciou sua expansão no Brasil com excelente sanidade. No entanto, em poucos anos de cultivo as doenças começaram a surgir, passando a representar um dos fatores limitantes no aumento e na estabilidade da produtividade (YORINORI, 2004). No Brasil, já foram identificadas mais de 40 doenças de causa biótica nesta cultura (YORINORI, 2004).

A ferrugem asiática da soja (FAS), causada por *Phakopsora pachyrhizi*, foi constatada pela primeira vez no final do ano agrícola 2000/2001 (YORINORI et al., 2002). As perdas causadas pela ferrugem asiática no Brasil, nos últimos anos agrícolas, estão estimadas em 9,9 bilhões de dólares; no ano agrícola 2003/2004, o fungo causador da doença foi identificado em praticamente todas as regiões produtoras (EMBRAPA, 2006). O custo ferrugem, entendido como os gastos com a compra e aplicações de fungicidas, bem como as perdas de produtividade, representou, apenas considerando o ano agrícola 2006/07, o dispêndio de aproximadamente 22% do total arrecadado pelo Brasil com as exportações relacionadas ao complexo soja.

O emprego de cultivares geneticamente resistentes é um componente fundamental de um programa integrado para controle desta doença. Entretanto, no caso da FAS a grande variabilidade patogênica de *P. pachyrhizi* e a escassez de fontes de resistência à doença têm dificultado a pesquisa de tais cultivares. Inúmeras raças deste fungo já foram identificadas em outros países. Foram identificados genes dominantes para resistência, denominados Rpp1 a Rpp4 e mais recentemente o Rpp6, além de um recessivo, o rpp5, em introduções de plantas (PI 200490, PI 200492, PI 200451 e PI 567102B) (HARTWIG, 1986; BROMFIELD; HARTWIG, 1980; LI et al., 2012) e em cultivares (Tainung 3, Tainung 4 e Kaohsiung), que, no entanto, foram consideradas susceptíveis em outros países

(YANG, 1977). No Brasil, somente as fontes de resistência contendo os genes *Rpp2* e *Rpp4* permanecem resistentes a FAS (ARIAS et al., 2004). Com base nos estudos realizados, parece que *P. pachyrhizi* possui múltiplos genes de virulência, e a maioria dos isolados e, ou, populações de campo constituem, na realidade, uma mistura complexa de diversas “raças” com múltiplos fatores de virulência (HARTMAN et al., 2004). Nesse sentido, a resistência horizontal surge como ferramenta potencial, uma vez que é efetiva contra várias raças do patógeno (CAMARGO, 2011).

O alelo *rpp5* para resistência foi identificado por Calvo et al. (2008) nos cruzamentos das fontes exóticas de resistência PI 200.456 e PI 224.270 com a cultivar de soja brasileira CD 208, sendo mapeado no grupo de ligação molecular N por Garcia et al. (2008). O alelo dominante *Rpp6* foi identificado na PI 567.102B conferindo resistência para isolados provenientes do Paraguai e dos EUA e mapeado no cromossomo 18 (grupo de ligação G), em local diferente do *Rpp1* ou *Rpp4* (LI et al., 2012).

O estabelecimento de programas de melhoramento genético que buscam resistência à doença é plenamente justificado, e a interação do melhoramento genético com a fitopatologia é imprescindível para elucidar o comportamento da doença visando obter cultivares resistentes e ou tolerantes para uso como componente de manejo integrado da doença.

Dessa forma, o objetivo geral do presente estudo foi avaliar a performance de linhagens experimentais de soja derivadas de genitores tolerantes à ferrugem asiática, utilizando-se diferentes tipos de fungicidas, com a finalidade de incrementar a tolerância. Os objetivos específicos foram: a) Estimar parâmetros genéticos úteis a programas de melhoramento; b) Estudar a interação genótipos x ambientes; c) Avaliar adaptabilidade e estabilidade dos materiais genéticos; d) Identificar progênies promissoras visando incluí-las em programas de seleção recorrente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura da soja

Nos últimos quinze anos, a produção brasileira de soja apresentou crescimento de mais de 260%, considerando que no ano agrícola de 1997/98, o país produziu 31,37 milhões de toneladas e em 2012/13 foi colhido mais de 81 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2014). O desenvolvimento de novas cultivares adaptadas às diferentes regiões do Brasil tem sido um dos principais fatores responsáveis pelo sucesso da cultura. As conquistas nas áreas de pesquisa contribuíram diretamente para a rápida expansão da área cultivada e da produção.

O ano agrícola 2013/14 tende a ser um marco histórico na produção mundial de soja haja vista que o Brasil poderá ultrapassar os Estados Unidos, até então maior produtor mundial de soja, em produção e área plantada. Para o ano agrícola 2013/2014, a quarta pesquisa de campo realizada em janeiro/14, indica a produção de soja em 90,33 milhões de toneladas, superior em 10,8% ao volume de 81,49 milhões de toneladas produzido em 2012/13. A área de plantio totaliza 29,55 milhões de hectares, correspondendo a um acréscimo de 6,6% ou 1,82 milhões de hectares sobre a área em 2012/13, passando a ser a maior ano agrícola cultivada com soja no País (CONAB, 2014).

2.2 Ferrugem asiática da soja

A grande expansão da área cultivada com a soja no mundo proporcionou aumento do número e severidade das doenças que afetam a cultura, sendo que mais de 100 espécies de patógenos já foram relatados, dos quais, cerca de 35 são de grande importância econômica. Várias doenças fúngicas são importantes para a cultura da soja, sendo que atualmente, a que tem recebido maior destaque é a ferrugem asiática da soja (FAS), causada por *Phakopsora pachyrhizi* Syd. & P. Syd. No Brasil, este fungo encontrou condições climáticas favoráveis, o que justifica a rápida disseminação às regiões produtoras de soja e a severidade com que a ferrugem ocorreu no ano agrícola de 2006/07 em todo o País. Além da ferrugem asiática, a soja pode ser atacada pela ferrugem americana, causada por *Phakopsora meibomiae*, sendo esta sem importância econômica.

2.2.1 Histórico da doença

No Brasil, a FAS teve seu primeiro registro no ano agrícola 2000/01, causando danos nas lavouras da região de fronteira do Brasil e do Paraguai (YORINORI; PAIVA, 2002). Desde então, a ferrugem propagou-se para a Argentina (2002), Bolívia (2003), Uruguai (2004) e Colômbia (2004) (BALARDIN et al., 2005).

No ano 2000/01, a FAS foi constatada no estado do Paraná e disseminou-se rapidamente para outros estados do Brasil. No ano agrícola 2002, a doença foi relatada nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo, e no ano agrícola 2003/04 ocorreu de forma generalizada, em quase todo o País, causando prejuízos consideráveis em várias regiões produtoras. Segundo o MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento), com exceção de Roraima, todos os Estados que possuem cultivo de soja já foram atingidos pela doença (MT, PR, RS, MA, GO, MS, SP, SC, DF, TO, RO, PA e BA), envolvendo uma área de 22 milhões de hectares e com reduções na produção de 30 a 75% (YORINORI, 2004). No Brasil tem se observado elevada frequência de incidência dessa doença em lavouras de soja cada vez mais precocemente. Em 2004/05 houve o primeiro relato da doença em estádios iniciais da cultura, na região de Primavera do Leste (MT).

Em 2004, a FAS atingiu os Estados Unidos e, em 2005, o México (RODRIGUÉZ; RIOS; HERNÁNDEZ, 2006; SCHNEIDER; HOLLIER; WHITAM, 2005). No entanto, nos Estados Unidos as perdas não têm sido significativas até o momento (YORINORI; YUYAMA, 2008). Atualmente, esta doença encontra-se disseminada pela maioria dos países produtores de soja do mundo (SILVA et al., 2008).

2.2.2 Importância econômica

A ferrugem asiática da soja possui alto potencial de dano à cultura. O principal prejuízo ocasionado pela doença é a desfolha precoce, a qual impede a completa formação dos grãos. Quanto mais cedo ocorrer a desfolha, menor será o tamanho dos grãos e, conseqüentemente, maior a redução no rendimento e na qualidade da produção (MELCHING et al., 1989). O dano que o patógeno pode ocasionar depende do momento em que o mesmo incide na cultura, das condições climáticas favoráveis à sua multiplicação, da resistência/tolerância e do ciclo da cultivar utilizada (ALMEIDA et al., 2005).

A ocorrência do fungo *P. pachyrhizi*, representa um grande desafio à sojicultura nas principais regiões produtoras do mundo, onde perdas significativas foram relatadas. Esta doença é considerada altamente destrutiva e tem sido estudada no continente Asiático há mais de trinta anos, onde já causou danos da ordem de 10-40% na Tailândia, 10-90% na Índia, 10-50% no sul da China, 23-90% em Taiwan e 40% no Japão (SINCLAIR; HARTMAN, 1999). A doença também tem sido reportada na África, América Central, América do Sul e Caribe. Quase todos os países tropicais e subtropicais têm verificado a ocorrência de ferrugem; nestes países, essa doença parece ser endêmica em soja e outros hospedeiros (HARTMAN et al., 1997).

Sua importância no Brasil pode ser avaliada pela rápida expansão, pela agressividade e pelo montante das perdas causadas. Em apenas três anos (2001 a 2003), essa doença disseminou-se por todas as regiões produtoras de soja do país, causando perdas no rendimento de 10% a 75% e, em quatro anos, atingiu todo o continente americano.

Os principais agravantes da ferrugem nas condições brasileiras são a extensão territorial das lavouras e a monocultura. Levantamentos de perdas e comparações com dados de área e de produção da CONAB mostraram que a ferrugem causou danos no rendimento de grãos estimados em 569,2 mil toneladas ou o equivalente a uma perda de US\$ 125,50 milhões (EMBRAPA SOJA, 2007).

Os prejuízos causados pela ferrugem asiática, considerando o custo médio dos produtos, as operações de aplicação e somados à perda em grãos, passaram de US\$ 1,29 bilhões na ano agrícola 2002/03 (YORINORI et al., 2003) para US\$ 2,19 bilhões na ano agrícola 2006/07 (EMBRAPA SOJA, 2007).

Segundo Yorinori, Yuyama e Siqueri (2009), as estimativas de perdas de grãos realizados, desde a sua constatação no Brasil, no período de 2001/02 a 2007/08, atingiram o montante de 31,56 milhões de toneladas e um custo (perdas de grãos, custos do controle e perdas de arrecadação de impostos sobre grãos perdidos) de US\$ 13,42 bilhões. Com relação ao nível de propriedade, frequentemente, já foram atingidas perdas totais (100%) pela inviabilidade da colheita.

A ferrugem asiática da soja, em dez anos de ocorrência, causou perda de US\$ 19,7 bilhões às plantações de soja no Brasil. Apenas no estado do Mato Grosso, maior estado produtor do país, a doença já causou perdas de US\$ 9,2

bilhões, de acordo com a Aprosoja-MT. O montante representa quase 28% do Valor Bruto da Produção (VBP) agrícola mato-grossense e leva em conta perdas com produtividade, produtos químicos e arrecadação de impostos.

2.2.3 Etiologia e Epidemiologia

A ferrugem da soja é causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, pertencente ao filo Basidiomycota, classe Pucciniomycetes, ordem Pucciniales e família *Phakopsoraceae* (INDEX FUNGORUM, 2012). Duas espécies do gênero *Phakopsora* são descritas como causadoras da ferrugem na soja. A espécie mais agressiva é *P. pachyrhizi*, presente na maioria dos países produtores de soja, conhecida por causar a FAS e a espécie menos virulenta é *P. meibomiae*, a qual provoca a ferrugem americana, encontrada somente em algumas áreas do hemisfério ocidental, ocorrendo desde Porto Rico (Caribe) ao sul do Paraná (Ponta Grossa), sem causar perdas significativas à cultura (ONO; BURITICA; HENNEN, 1992).

O fungo agente causal da FAS é biotrófico, ou seja, só se desenvolve em tecidos vegetais vivos, não sobrevivendo em restos culturais. Portanto, para sobreviver, depende de hospedeiros alternativos ou da própria soja, através das plantas voluntárias, guaxas ou tigüeras, que nascem a partir de grãos perdidos na colheita, ou nos cultivos sob irrigação (EMBRAPA SOJA, 2009).

O ciclo da doença se inicia a partir de plantas que serviram como hospedeiras e que liberam os esporos, os quais se disseminam pelo vento, depositando-se sobre as folhas das plantas de soja. Quando as condições são favoráveis para a ocorrência da doença, inicialmente, os urediniósporos (esporos) emitem o tubo germinativo, e em seguida, o apressório. Esta estrutura desenvolve-se em direção à superfície da planta e perfura a cutícula e a parede celular através de força mecânica e enzimática (AMORIM, 1995), infectando o hospedeiro. A FAS apresenta algumas diferenças com as demais ferrugens, e dentre elas está o fato do fungo não penetrar nos tecidos do hospedeiro pelos estômatos, mas, sim, diretamente pelas células epidérmicas; além disso, o parasita não é específico à soja, apresentando uma enorme gama de hospedeiros (REIS; REIS; CARMONA, 2006)

As condições ótimas para o desenvolvimento do patógeno são temperaturas médias de 18 a 28°C, com umidade relativa alta de 75 a 80%, durante um período de molhamento foliar de 10 a 12 horas (DEL PONTE et al., 2006; GODOY; DEL

PONTE; COSTAMILAN, 2006; RIBEIRO et al., 2007). Relatos recentes afirmam que o fungo *P. pachyrhizi* pode sobreviver em temperaturas ao redor de -6°C (BALARDIN et al., 2005), o que pode explicar as epidemias de inverno, principalmente nos Estados Unidos.

Nas condições ideais mencionadas e havendo disponibilidade de água livre sobre a superfície da planta, a infecção ocorre no período de 6 horas, após a deposição do esporo, sendo que quanto maior a duração do molhamento foliar, maiores serão as chances de sucesso da infecção (SINCLAIR; BACKMAN, 1989). De acordo com Juliatti et al. (2004), a infecção inicia quando os uredósporos, os quais podem sobreviver sem hospedeiros por um período de 50 dias, germinam e emitem um tubo germinativo que cresce sobre a superfície da folha até a formação de um apressório.

O ciclo da doença tem duração entre seis e sete dias, o que a torna policíclica, realizando diversos ciclos durante o ciclo do hospedeiro (YORINORI et al., 2002). Urédias podem se desenvolver de cinco a oito dias após a infecção e os esporos do fungo podem ser produzidos por até três semanas. De uma infecção inicial, estima-se que uma primeira geração de lesões pode manter a esporulação por até quinze semanas, mesmo sob condições de baixa umidade. O sucesso da infecção é dependente da disponibilidade de molhamento na superfície da folha. Chuvas abundantes e frequentes durante o desenvolvimento da doença têm sido associadas com epidemias mais severas (YORINORI et al., 2002).

2.2.4 Sintomatologia e Diagnose

Os sintomas da ferrugem podem aparecer em qualquer estágio de desenvolvimento da planta e em diferentes partes da planta, como cotilédones, folhas e hastes, sendo, no entanto, mais característicos nas folhas. Os primeiros sintomas da ferrugem asiática são caracterizados por minúsculos pontos, de no máximo 1 mm de diâmetro, mais escuros do que o tecido foliar sadio, de coloração esverdeada a cinza esverdeada, com corresponde protuberância (urédia) na página inferior da folha. Progressivamente, as urédias adquirem coloração castanho-clara a castanho-escura, abrem-se em um minúsculo poro, por onde são liberados os uredósporos. Seis a oito ciclos de urediniósporos podem ser produzidos em apenas um ciclo da soja (YORINORI et al., 2003). A medida que se prossegue a esporulação, o tecido das folhas ao redor das primeiras urédias, adquirem a

coloração castanho-clara (lesão do tipo TAN, considerada como um sintoma de suscetibilidade do hospedeiro) a castanho-avermelhada (lesão do tipo “redish-brown” – RB, sendo um sintoma que indica a resistência associada com hipersensibilidade do hospedeiro), formando as lesões que são facilmente visíveis em ambas as faces da folha. Com o desenvolvimento da doença, as lesões adquirem forma poligonal, delimitadas pelas nervuras secundárias, podendo alcançar 2 a 3 mm de diâmetro. Os uredósporos se acumulam ao redor dos poros e, com o tempo, são carregados pelo vento. As lesões são mais numerosas nas folhas do terço inferior do dossel das plantas, na base e bordos dos folíolos. Em casos de ataques severos, as plantas ficam semelhantes a lavouras dessecadas com herbicidas, sofrendo abortamento de flores e vagens, além de deficiência na granação (ALMEIDA et al., 2005; YORINORI; NUNES JR.; LAZZAROTTO, 2004).

O diagnóstico dos sintomas da ferrugem asiática pode ser realizado posicionando a folha contra a claridade ou um fundo claro; a identificação do patógeno nas lavouras também é facilitada pelo uso de lupa de mão, com aumento de 20 a 30 vezes (EMBRAPA SOJA, 2006; YORINORI; YUYAMA, 2008). Se persistirem dúvidas quanto à identificação, pode-se coletar folhas suspeitas e acondicioná-las em saco plástico antes que murchem; para garantir umidade alta, deve-se borrifar água sobre as folhas e as deixar incubadas por um período de 12 a 24 horas. Após este período, observar a presença de pústulas nas folhas suspeitas (EMBRAPA SOJA, 2006).

O nível de dano que a doença pode causar depende do momento em que ela incide na cultura, das condições climáticas favoráveis à sua multiplicação após a constatação dos sintomas iniciais, da resistência ou tolerância e do ciclo da cultivar utilizada.

2.2.5 Hospedeiros alternativos

Como já mencionado, o agente causal da ferrugem não é específico à soja, apresentando uma enorme gama de hospedeiros (REIS; REIS; CARMONA 2006). incluindo a soja cultivada (*Glycine max*), outras espécies do gênero *Glycine* e outros gêneros dentro da família das leguminosas. As principais espécies identificadas como hospedeiras de *P. pachyrhizi* a campo são *Glycine max*, *Glycine soja*, *Pachyrhizus erosus*, *Pueraria labata* e *Vigna unguiculata* (ONO; BURITICA; HENNEN, 1992). Algumas outras espécies onde o fungo foi encontrado foram

Teramnus uncinatus, *Macroptilium lathyroides*, *Vigna lutea* e *Pachyrhizus bulbosus* (VAKILI, 1979; BROMFIELD, 1974; VALE et al., 1985).

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

2.2.6 Estratégias de manejo e controle da ferrugem asiática

A FAS é uma doença que, sob condições climáticas favoráveis, como temperaturas amenas e umidade elevada, pode causar perda total da produção. Por ser causada por um fungo facilmente disseminado pelo vento, exige vigilância, treinamento e capacitação contínua na identificação precoce da doença. Em função das características já mencionadas da doença, o seu controle não permite descuidos ou falhas no manejo da cultura e nas estratégias adotadas.

Dentre os fatores que influenciam grandemente no controle da ferrugem asiática e, conseqüentemente, nos danos de produtividade e aumento do custo de controle, estão: o estágio fenológico da planta quando são observados os sintomas iniciais; as condições ambientais; a resistência / tolerância e o ciclo dos cultivares; a intensidade da doença; a eficiência do controle químico e o período de tempo residual dos produtos.

A experiência adquirida em anos agrícolas passados tem mostrado que a convivência com a doença, sem que ocorram danos significativos a cada ano agrícola e custos desnecessários com controle químico, exige a combinação de várias estratégias e o uso de medidas gerais de controle como: a semeadura de cultivares precoces e no início da época de semeadura recomendada para cada região, com o objetivo de escapar do período de maior potencial do inóculo do fungo; evitar plantios adensados, pois dificultam que o fungicida atinja o terço inferior e médio das plantas; monitorar a lavoura desde o início do crescimento da soja, e ao primeiro sinal da doença, buscar orientação para a escolha correta do fungicida e

estar atento à tecnologia de aplicação empregada (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004).

2.2.6.1 Controle químico

Atualmente o método de controle mais eficiente é o tratamento químico com fungicidas de ação protetora e curativa. Porém, a dificuldade na identificação precoce dos sintomas, que podem facilmente ser confundidos com os de outras doenças como mancha parda (*Septoria glycines*) e o crestamento bacteriano (*Pseudomonas savastanoi* pv. *glycinea*), e muitas vezes, uma técnica de aplicação inadequada, reduzem significativamente a eficiência deste tipo de controle. Segundo Godoy (2007), por mais eficientes que sejam os produtos usados no controle das doenças da soja, ainda existem alguns pontos críticos, como o momento ideal para início da aplicação, o que pode comprometer os resultados.

Na prática, o controle químico é necessário quando surge a primeira pústula de ferrugem em uma área equivalente a um hectare de soja cultivada. A agressividade da doença é tamanha que, se não controlada, é capaz de provocar desfolhamento completo das plantas em apenas dez dias a partir do seu aparecimento. O controle químico tem viabilizado o cultivo da soja na presença da ferrugem asiática, evitando reduções no rendimento. Os principais fungicidas empregados no controle da ferrugem asiática são do grupo dos triazóis e das estrobilurinas, ou a mistura de ambos.

Fungicidas do grupo dos triazóis e estrobilurinas são eficientes quando aplicados na lavoura, antes do estabelecimento da doença (GODOY; CANTERI, 2004). Estes, no entanto, representam um custo adicional médio de US\$ 40 por hectare, em uma média de duas aplicações, desconsiderando os gastos operacionais (YORINORI, 2004). Alguns dos dados de perdas de produtividade obtidos em áreas endêmicas mostram que em certas regiões, onde estas excedem 80%, a viabilidade do uso de fungicidas é maior, porém, quando estão entre 10 e 15% torna-se difícil justificar sua utilização (SINCLAIR; HARTMAN, 1995).

Segundo a Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Mato Grosso - Fundação MT (2007) e Yorinori e Yuyama (2008), para o aumento da eficiência no controle químico da ferrugem, algumas práticas culturais são recomendadas, entre elas: 1) rotação de culturas; 2) semeadura da soja na época recomendada; 3) evitar o prolongamento do período da semeadura; 4) monitoramento da lavoura com

auxílio de lupa de 20x de aumento; 5) controle preventivo, com aplicação de fungicida antes do aparecimento da doença (quando o potencial de inóculo ainda é baixo) e controle curativo, com a aplicação de fungicida com o aparecimento dos sintomas iniciais da doença; 6) procurar fazer a rotação de classes de fungicidas quando for realizar mais de uma aplicação; 7) inspeção contínua da lavoura para a identificação precoce da ferrugem; 8) observar as condições de temperatura (15°C a 28°C) e período de molhamento acima de 6 horas que são favoráveis à infecção; 9) utilizar as tecnologias de aplicação recomendadas para obter boa cobertura foliar e penetração do produto no dossel da planta, respeitando as condições climáticas durante as aplicações; 10) planejamento antes da semeadura, com definição da janela de cultivo; 11) uso de cultivares mais precoces; 12) uso de densidade de plantas na fileira e espaçamento entre as fileiras que permitam bom arejamento foliar e escolha correta dos equipamentos de pulverização.

A obtenção de cultivares resistentes ou tolerantes através do melhoramento genético apresenta-se como a medida mais viável, tanto do ponto de vista econômico como ambiental, e de grande importância estratégica no controle da doença, contribuindo para a redução do uso de fungicidas.

2.2.6.2 Vazio sanitário

Com a ocorrência de epidemias cada vez mais precoces e severas, como a detectada em Primavera do Leste – MT no ano agrícola 2004/2005, em plantas de 20 a 30 dias de idade, obrigaram a adoção de medidas em grande escala. Dessa forma, em 2005, o MAPA publicou uma recomendação para que haja interrupção, no cultivo da soja, por um período de noventa dias, entre a colheita de inverno e a semeadura de soja no verão. No ano seguinte, os estados do Mato Grosso, Tocantins e Goiás instituíram o Vazio Sanitário através de instruções normativas e portarias (SEIXAS, 2007).

O vazio sanitário é o período de ausência total de plantas vivas de soja excluindo-se as áreas de pesquisa científica e de produção de semente genética, devidamente monitorada e controlada. A regra geral para todos esses estados é a proibição de cultivo da soja num dado período, que segue um calendário definido para cada região (EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS – EPAMIG, 2007), com o objetivo de eliminar o “efeito ponte verde”, fenômeno decorrente do cultivo de soja, irrigada ou não, e as plantas guaxas que permanecem

no campo entre os anos agrícolas, que favorecem a sobrevivência do fungo da ferrugem, servindo de elo (“ponte verde”) entre um ano agrícola e outro. Como os fungos causadores necessitam de hospedeiro vivo para sobreviver e se multiplicar, a redução da fonte de inóculo pode chegar a mais de 90% (YORINORI; YUYAMA, 2008). Com essa medida de controle, houve uma redução significativa da severidade e um atraso na ocorrência dos primeiros focos, fazendo com que o número de aplicações fosse diminuído.

2.2.6.3 Controle varietal

A forma de controle mais desejável é a resistência incorporada às cultivares pelo melhoramento genético. Porém, a obtenção de uma cultivar resistente tem se mostrado um grande desafio para os programas de melhoramento de soja. Os genes *Rpp1*, *Rpp2*, *Rpp3* e *Rpp4* já foram identificados como fontes de resistência à ferrugem. No entanto, a estabilidade dessa resistência é duvidosa, devido à variabilidade genética do patógeno (OLIVEIRA; GODOY; MARTINS, 2005). O fungo da FAS tem a habilidade de acumular genes de virulência (BONDE et al., 2006). De fato, até o momento, somente os materiais que contêm genes *Rpp2* e *Rpp4* conservam a resistência ao fungo da ferrugem no Brasil (ARIAS et al., 2004). Segundo Yorinori e Lazzarotto (2004), a alta severidade da doença nos Cerrados, em 2003, e o fato das cultivares resistentes, em 2002, terem se mostrado suscetíveis aos isolados de *P. pachyrhizi* dos Cerrados, são claras indicações dessa variabilidade.

A primeira etapa no desenvolvimento de genótipos resistentes a FAS é identificar as fontes de resistência a essa doença. O próximo passo é realizar os cruzamentos desses genótipos que apresentam resistência com as cultivares locais de modo a criar genótipos que sejam bem adaptados às condições locais. A última etapa é identificar quais desses novos genótipos são resistentes a FAS e mantêm a sua produtividade em um nível elevado, além de não apresentarem nenhuma alteração com relação à suscetibilidade a outras doenças.

Diante dos vários problemas e condições expostas para a obtenção de cultivares resistentes à ferrugem asiática, a Fundação MT lançou, em fevereiro de 2008, uma cultivar de soja denominada Inox, que apresenta como principais características resistência a FAS, boa adaptação às condições do cerrado brasileiro, boa produtividade, permitindo assim uma diminuição no número de aplicações de

fungicidas na cultura da soja. A cultivar de soja Inox significa um avanço tecnológico e também economia para o produtor, esperando-se que essa seja a primeira de várias cultivares resistentes à ferrugem asiática que serão lançadas (PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2008).

A Embrapa anunciou ter desenvolvido variedades resistentes ao fungo da ferrugem asiática, resultado de mais de 10 anos de estudos. As novas variedades devem ser disponibilizadas nas próximas ano agrícolas. Após testes com dezenas de linhagens resistentes à ferrugem, duas se mostraram produtivas e adaptáveis, as quais estão em fase de testes em 28 regiões do Brasil Central. Em Uberaba, Minas Gerais, o plantio é escalonado e controlado, para um acompanhamento preciso dos resultados. No entanto, apesar de resistentes, as cultivares não são imunes ao fungo. Contudo, garantem que o produtor não deve ter prejuízo por causa da ferrugem. A lavoura não vai expressar o máximo do potencial produtivo, mas vai produzir.

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

A resistência é herdável e o melhoramento de plantas tem vislumbrado obter cultivares altamente produtivas com resistência a doenças. Portanto, a resistência genética à ferrugem é, economicamente, a maneira mais adequada para o controle da ferrugem.

2.2.6.3.1 Resistência Genética e Tolerância

Uma medida de controle econômico e efetivo da ferrugem é a obtenção de cultivares com alta resistência e produtividade. Para tanto, é necessário avaliar o germoplasma disponível e cruzar acessos resistentes com cultivares de soja com alta produtividade para desenvolver cultivares resistentes com caracteres produtivos desejáveis (TAN; YU; LIU, 1983). Com o aparecimento da ferrugem asiática no Brasil foram realizados testes para identificação de fontes de resistência, tendo sido testados genótipos já identificados como fontes de resistência em outros países e, também, o germoplasma de soja adaptado às condições brasileiras (BROGIN et al.,

2003). Foram identificados alguns genótipos resistentes dentre os avaliados e, entre eles, as cultivares de soja FT-2 e BRS-134.

A resistência é uma reação de defesa do hospedeiro, resultante da soma de fatores que tendem a diminuir a agressividade do agente causal. A resistência vertical, também denominada de resistência de genes maiores ou raça-específica, é geralmente controlada por um (resistência monogênica) ou poucos genes (resistência oligogênica). A resistência vertical é facilmente utilizada em programas de melhoramento genético, devido ao fato de ser condicionada por genes com efeito principal. A transferência destes de um genótipo a outro é obtida através de cruzamentos. No entanto, este tipo de resistência é mais vulnerável à reação do patógeno, que possui meios de geração de variabilidade genética (mutações e recombinação), tornando a resistência raça-específica pouco durável (AGRIOS, 2005).

Outra forma de resistência a ser explorada é a horizontal, chamada ainda de parcial, duradoura ou raça-inespecífica sendo, em geral, é poligênica e efetiva contra uma grande parte ou todas as raças do patógeno (AGRIOS, 2005; KAWUKI, TUKAMUHABWA; ADIPALA, 2004; TSCHANZ; TSAI, 1982). Ao contrário da resistência vertical, que na maioria das vezes manifesta-se conferindo a cultivar imunidade ou hipersensibilidade contra determinadas raças do patógeno, a resistência horizontal apenas diminui o tamanho das lesões produzidas pelo patógeno, aumenta seu período latente e/ou diminui o número de esporos produzidos por lesão. Somando-se estes efeitos, há uma redução na taxa de desenvolvimento da doença. Além disso, a resistência horizontal é muito mais estável que a vertical, pois, para que surjam formas variantes do patógeno são requeridas mudanças genéticas em vários *locos* de patogenicidade (CAMARGO; BERGAMIN FILHO, 1995).

Devido à importância econômica da soja, muitos genes de resistência a doenças têm sido identificados na espécie. Já foi observada a ocorrência de resistência vertical para algumas raças de *P. pachyrhizi*, sendo que quatro genes dominantes foram identificados como *Rpp1* – PI 200492 - “Komata” (McLEAN; BYTH, 1980), *Rpp2* – PI 230970 (BROMFIELD; HARTWIG, 1980), *Rpp3* – PI 462312 – “Ankur” (BROMFIELD; HARTWIG, 1980; HARTWIG; BROMFIELD, 1983) e *Rpp4* - PI 459025- “Bing nan” (HARTWIG, 1986), além de um gene recessivo, o *rpp5* – PI 200456 (GARCIA et al., 2008). Recentemente, outros dois genes principais

de resistência à FAS, também recessivos, foram identificados em linhagens avançadas de soja, BR01-18437 e PI 224270 (CALVO et al., 2008). Além disso, as linhagens de soja, Tainung #4, PI 459024 e PI 459025 e uma linhagem de *G. soja* (PI 339871) parecem ter genes específicos adicionais para resistência (HARTWIG; BROMFIELD, 1983; MCLEAN; BYTH, 1980).

Outro gene, o Rpp6, foi recentemente relatado por Li et al. (2012) como responsável por resistência a FAS, na cultivar de soja PI 567102B. Análises de ligação indicaram que o loco de resistência estava localizado no cromossomo 18 (anteriormente grupo de ligação G), mas em um local diferente do que os genes Rpp1 ou Rpp4, previamente mapeados para este grupo de ligação. Assim, os autores identificaram este novo gene como Rpp6.

As dificuldades associadas com a identificação e quantificação da resistência do tipo taxa reduzida de desenvolvimento da doença e a inefetividade da resistência raça-específica direcionaram a avaliação da soja para tolerância à ferrugem (TSCHANZ; TSAI, 1982).

O termo tolerância refere-se à capacidade inerente ou adquirida de uma planta em suportar um ataque do patógeno sem que ocorram danos significativos em sua produção. Sendo assim, a tolerância pode ser definida como a capacidade da planta em suportar o desenvolvimento do patógeno sem apresentar redução significativa na produtividade e qualidade do produto (SCHAFER, 1970). No entanto, esta apresenta o entrave de possibilitar aumento na fonte de inóculo.

A natureza fisiológica da tolerância não é bem conhecida, entretanto há relatos que a tolerância é resultado da ação de poligenes com efeitos pequenos e cumulativos (ARAÚJO, 2009; UNFRIED, 2007; VELLO; BROGIN; ARIAS, 2002). A tolerância pode ser usada como estratégia para selecionar genótipos com alto potencial produtivo e que apresentam menor queda de produtividade na presença da FAS.

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 acurado e relacionada com tolerância, do que a avaliação de severidade relacionada com resistência. Para avaliar a produção relativa, utiliza-se comparações entre a mesma linhagem plantada em uma parcela protegida por fungicida, com plantas da parcela não protegida. A importância da obtenção de cultivares tolerantes deve-se ao fato de que elas podem demandar

menor número de aplicação de fungicidas e, com isso, reduzir o custo de controle da doença.

2.3 Genética e melhoramento da soja para resistência/tolerância à ferrugem

A ferrugem asiática (*P. pachyrhizi*) é, no momento, o desafio dos programas de melhoramento genético de soja no Brasil, pela sua importância econômica e agressividade, tendo acumulado até a ano agrícola 2006-07, prejuízos de US\$ 9,9 bilhões (KATO; YORINORI, 2006; EMBRAPA SOJA, 2007). O objetivo principal no processo de lançamento de cultivares resistentes é a manutenção da doença em um limiar abaixo dos níveis de dano econômico.

Para fins de melhoramento visando resistência à doença, os programas de melhoramento estão utilizando as cultivares e genótipos que apresentam reação do tipo castanho-avermelhada (RB), independentemente da severidade da doença. A seleção é feita sob elevada pressão de inóculo em casa-de-vegetação, no entanto, o número de genótipos resistentes à ferrugem no Brasil é extremamente pequeno. Linhagens em avaliação nos programas de melhoramento apresentam diferentes níveis de tolerância ou suscetibilidade à doença. A alternativa, por consequência, é a identificação de genótipos com resistência genética horizontal ou tolerância, aliando-a a resistência vertical, visando estabilidade e durabilidade da resistência.

O melhoramento genético da soja é responsável pela eliminação ou minimização dos danos causados por várias doenças. O diferencial é a obtenção de resultados seguros e estáveis em curto, médio e longo prazo. Portanto, compete ao melhoramento genético produzir e fornecer cultivares com tecnologia agregada e resistentes à ferrugem, reduzindo os custos de produção com a menor utilização de defensivos agrícolas. Para tanto, trabalhos e publicações relacionados à resistência genética da soja à ferrugem e às fontes dos genes que a conferem, são encontrados na literatura mundial e são, inclusive, o ponto de partida para as pesquisas visando resistência genética.

Em curto prazo, a obtenção de cultivares com resistência vertical é a estratégia adequada. Fontes dos genes de resistência *Rpp2* e *Rpp4* foram identificadas e estão sendo utilizadas nos programas de melhoramento genético. Esta estratégia proporciona resultados rápidos, pois permite a transferência dos genes para cultivares elites por meio de retrocruzamentos.

Em médio e longo prazo as estratégias para o desenvolvimento de cultivares resistentes à ferrugem constam da identificação de novas fontes de genes de resistência e tolerância (MILES; FREDERICK; HARTMAN, 2006; LAPERUTA et al., 2006). A combinação destes no mesmo genótipo é fator chave na obtenção de cultivares resistentes, pois reúne a resistência vertical à tolerância/resistência parcial. Esta estratégia tem se tornado importante, pois Bonde et al. (2006) mostram claramente que o patógeno causador da ferrugem está mudando, tornando-se mais agressivo nos diferentes locais onde ocorre.

Visando a tolerância e estabilidade da resistência à ferrugem, uma abordagem quantitativa que considera a produtividade de grãos relativa, pode ser a alternativa mais adequada, pois considera a resposta da planta na presença do patógeno (TAN; YU; LIU, 1983; TSCHANZ; TSAI, 1982; ZAMBOLIM et al., 1983; HARTMAN; WANG; TSCHANZ, 1991). Para a obtenção de genótipos tolerantes, a médio e longo prazo a seleção recorrente seria outra estratégia de melhoramento (VELLO; BROGIN; ARIAS, 2002).

Os desafios dos programas de melhoramento genético de soja são o lançamento de cultivares de soja resistentes/tolerantes à ferrugem e às demais doenças e pragas, além de disponibilizar cultivares adaptadas às mais diferentes regiões agroecológicas que ainda se tornarão importantes. Tais cultivares também funcionam como uma das ferramentas para utilização no manejo integrado de doenças. O fundamental, porém, é a consciência de que nada substitui as avaliações realizadas em condições de campo e casa-de-vegetação. As novas e modernas técnicas da biologia molecular são ferramentas auxiliares nos programas de melhoramento genético clássico, tornando-os ainda mais ágeis e eficientes no entendimento dos mecanismos genéticos envolvidos nas características de interesse.

2.4 Interação genótipos x ambientes (GxE)

A interação GxE pode ser definida como o comportamento diferencial dos genótipos em função da diversidade ambiental. As condições edafoclimáticas, associadas às práticas culturais, a ocorrência de patógenos e outras variáveis que afetam o desenvolvimento das plantas, são coletivamente denominadas ambiente (BOREM; MIRANDA, 2009). Ainda segundo esses autores, o ambiente é constituído

de todos os fatores que afetam o desenvolvimento das plantas que não são de origem genética.

Sabe-se que o comportamento fenotípico é medido pela ação de genótipo e de ambiente e da interação entre eles (RONZELLI JR., 1996). A interação de genótipos com ambientes (GxE) dificulta a seleção de genótipos amplamente adaptados. Cockerham (1963) atribuiu o aparecimento de interação GxE às respostas diferenciais do mesmo conjunto gênico em ambientes distintos.

Vencovsky e Barriga (1992) relatam que não basta apenas detectar a presença de interações, deve-se também considerar a sua natureza. Conforme Arias (1996), para que a interação genótipos x ambientes possa ser detectada, é necessário que os diferentes genótipos sejam avaliados em dois ou mais ambientes contrastantes. Segundo Ramalho, Santos e Zimmermann (1993), quando o comportamento de duas cultivares são concordantes em dois ambientes distintos, a interação é chamada de interação simples, não acarretando maiores problemas. Entretanto, quando as cultivares possuem comportamento diverso, a interação é denominada complexa. Considerando um número maior de ambientes e de cultivares, a presença de interação complexa quase sempre indica a existência de cultivares especificamente adaptadas a ambientes particulares, bem como de outras com adaptação mais ampla, porém nem sempre com alto potencial produtivo, indicando haver inconsistência na superioridade de genótipos com a variação ambiental.

A interação genótipos x ambientes pode ser reduzida utilizando-se cultivares específicas para cada ambiente, ou utilizando-se cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade. Pode-se ainda estratificar a região considerada em sub-regiões com características ambientais semelhantes, dentro das quais a interação passa a ser não significativa (ALLARD; BRADSHAW, 1964; RAMALHO; SANTOS; ZIMMERMANN, 1993). A segunda alternativa tem sido a mais utilizada (RAMALHO; SANTOS; ZIMMERMANN, 1993).

Estudos a respeito da interação GxE, apesar de serem de grande importância para o melhoramento, não proporcionam informações pormenorizadas sobre o comportamento de cada genótipo em relação às variações ambientais. Para tal objetivo, realizam-se análises de adaptabilidade e estabilidade, pelas quais se torna possível a identificação de cultivares com comportamento previsível e que sejam

responsivos às variações ambientais, em condições específicas ou amplas (CRUZ; REGAZZI, 1997).

Segundo Vencovsky e Barriga (1992), adaptabilidade e estabilidade, embora sejam fenômenos relacionados, não devem ser considerados como um só. Mariotti et al. (1976) designam adaptabilidade como a capacidade potencial dos genótipos de responderem vantajosamente ao estímulo ambiental. A estabilidade, por outro lado, seria a capacidade de um genótipo exibir um desempenho o mais constante possível, em função de variações na qualidade ambiental.

Programas de melhoramento de plantas visam à obtenção de genótipos com alta produtividade, estabilidade de produção e ampla adaptabilidade aos mais variados ambientes da região para a qual são recomendados. A fim de tornar a recomendação de novas cultivares a mais segura possível, é necessário um estudo detalhado acerca da adaptabilidade e da estabilidade das cultivares, assim como de seus caracteres importantes economicamente.

Vários métodos estatísticos têm sido propostos e utilizados em aplicações e, a cada dia, novos procedimentos vêm sendo apresentados com o objetivo de se interpretar melhor a interação GxE. Comparações entre os métodos são, de certa forma, impróprias, visto que os métodos, em sua maioria, empregam procedimentos estatísticos específicos e alguns são modificações de outros, podendo ser alternativos, ou então complementares (CRUZ; REGAZZI, 1997). Nesse sentido, a aplicação de procedimentos de regressão linear tem alcançado grande popularidade (EBERHART; RUSSELL, 1966; CRUZ; TORRES; VENCOVSKY, 1989; SILVA, 1995).

O método de Eberhart e Russell (1966), que baseia-se na regressão linear, considera desejáveis os genótipos com alta produção média, coeficientes unitários de regressão e desvios da regressão praticamente nulos, ou seja, a cultivar com resposta positiva à melhoria das condições ambientais ($\beta_1 = 1$) e com comportamento previsível ($\sigma^2_{di} = 0$). A estabilidade é estimada pela variância dos desvios da regressão (σ^2_{di}), enquanto a adaptabilidade é obtida pela média e pelo coeficiente de regressão β_{1i} .

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade podem ser estimados a partir do seguinte modelo de regressão:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}I_j + \delta_{ij} + \bar{\varepsilon}_{ij}$$

sendo:

Y_{ij} : média do genótipo i no ambiente j ; β_{0i} : média geral do genótipo i ; β_{1i} : coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do i -ésimo genótipo à variação do ambiente; I_j : índice ambiental codificado $\sum_j I_j = 0$; δ_{ij} : desvio da regressão; e $\bar{\varepsilon}_{ij}$: erro experimental médio.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nas Estações Experimentais Anhumas e Areão e na sede (ESALQ), áreas estas pertencentes à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e situadas no município de Piracicaba – SP, com latitude 22°42'30"S, longitude 47°38'00"W e altitude média de 546 m. A região apresenta uma média anual pluviométrica de 1.230mm e as temperaturas médias mensais variam de 25,4 °C no verão a 17,9 °C no inverno, com média anual de 21,6 °C.

3.1 Condições de cultivo

Os dados climáticos de precipitação pluvial e temperaturas máximas e mínimas foram obtidos a partir da Base de Dados do Posto Agrometeorológico do Departamento de Engenharia de Biosistemas (LEB) da ESALQ/USP (ESALQ, 2013) (Figura 1). Estes dados foram considerados com a finalidade de monitoramento e acompanhamento do desenvolvimento da cultura e verificação da possível ocorrência das condições favoráveis para surgimento e desenvolvimento da ferrugem asiática.

Os experimentos foram instalados na primeira quinzena de novembro de cada ano, 2008, 2009 e 2010, respeitando a época ideal de cultivo da soja no estado de São Paulo.

No decorrer dos experimentos, sempre que necessário, realizou-se o controle de plantas daninhas através de aplicações de herbicidas. Foram efetuadas pulverizações com inseticidas indicados para a cultura, para controle de insetos pragas incidentes, nas doses recomendadas pelos fabricantes.

3.2 Material genético

Os materiais genéticos utilizados neste estudo foram desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético de soja em andamento no Setor de Genética Aplicada às Espécies Autógamas (SGAEA), do Departamento de Genética (LGN) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/USP.

Este trabalho baseou-se na continuidade do programa de seleção para tolerância da soja à ferrugem asiática, iniciado por Vieira (2009). Este autor, por sua vez, iniciou seus trabalhos selecionando dez linhagens experimentais no segundo semestre do ano de 2005, com base em dados obtidos no ano agrícola 2004/05 e

anteriores, conforme relatam Unfried (2007) e Araújo (2009). As dez linhagens genitoras foram escolhidas no germoplasma desenvolvido pelo SGAEA por se apresentarem mais tolerantes à doença e estão identificadas na Tabela 1.

No ano agrícola 2005/06, as dez linhagens selecionadas foram combinadas em dialelo completo, sem recíprocos, perfazendo um total de 45 cruzamentos biparentais (VIEIRA, 2009), conforme Tabela 2.

Este trabalho teve a incumbência de dar continuidade ao processo de avaliação e seleção das progênes das populações originadas de cada cruzamento do esquema dialélico, nas gerações $F_{2:4}$, $F_{2:5}$ e $F_{2:6}$, nas três estações experimentais.

3.3 Delineamento experimental

Os experimentos com as progênes das gerações $F_{2:4}$, $F_{2:5}$ e $F_{2:6}$ foram delineados em blocos aumentados de Federer, sendo cada experimento subdividido em conjuntos experimentais com testemunhas comuns (FEDERER, 1956). Cada conjunto experimental compreendeu uma progênie selecionada de cada um dos 45 cruzamentos na geração anterior e as testemunhas comuns. Portanto, cada experimento foi constituído de um número de conjuntos igual ao número de progênes selecionadas por cruzamento. As testemunhas comuns permitiram o ajuste das médias das progênes entre os conjuntos experimentais.

Cada parcela ou unidade experimental foi constituída de uma fileira de 5 m, espaçada de 0,50 m entre fileiras e corredores de 1 m entre as extremidades das parcelas, perfazendo 2,5 m² de área útil para cada unidade experimental, na qual foram realizadas as avaliações e coletadas as amostras submetidas à análise.

3.4 Experimentação das gerações $F_{2:4}$ a $F_{2:6}$

As gerações $F_{2:4}$ (ano agrícola 2008-09) e $F_{2:6}$ (ano agrícola 2010-11) foram avaliadas nas três Estações Experimentais (Anhumas, anteriormente denominada Anhembí; ESALQ; Areão), enquanto que a geração $F_{2:5}$ (ano agrícola 2009-10) foi avaliada apenas nas Estações Experimentais de Anhumas e Areão.

Cada progênie das gerações $F_{2:4}$, $F_{2:5}$ e $F_{2:6}$ foi obtida de uma família de plantas da respectiva geração anterior (fileiras F_{n-1}), com cada progênie das três gerações traçando de volta para uma planta F_2 diferente do cruzamento. Em média, utilizou-se 50% de pressão de seleção de uma geração para a seguinte, de tal forma que em 2008-09 (geração $F_{2:4}$) havia em média 20 progênes por cruzamento,

totalizando aproximadamente 900 progênies semeadas nos seis (3 locais x 2 fungicidas) ambientes avaliados neste ano agrícola. Em 2009-10 foram semeadas dez progênies por cruzamento, totalizando 450 progênies na geração $F_{2:5}$, avaliadas em quatro ambientes (2 locais x 2 fungicidas). De forma semelhante, na geração $F_{2:6}$, conduzida em 2010-11, foram avançadas cinco progênies por cruzamento, originando 225 progênies semeadas no campo em seis ambientes (3 locais x 2 fungicidas) (Tabela 3).

Para estimar o nível de tolerância dos genótipos à ferrugem asiática da soja (FAS) foram instalados, em cada local, dois experimentos com os mesmos materiais genéticos, porém em um deles foi aplicado o fungicida Derosal® (carbendazim 500 g L⁻¹) para controle apenas das doenças de final de ciclo (DFC) e, no outro, pulverizou-se o fungicida Impact® (flutriafol 125 g L⁻¹, tiofanato metílico) com princípio ativo para o controle tanto das DFC como também da ferrugem asiática. Este procedimento permitiu a estimativa do efeito ferrugem e o nível de tolerância dos genótipos a essa doença.

As aplicações iniciaram-se entre R_1 e R_2 (FEHR; CAVINESS, 1977), mesmo sem a constatação da ferrugem nas lavouras e respeitando-se o período de carência dos produtos (em torno de 20 -25 dias). O contraste entre os dois experimentos de fungicidas isola o efeito da ferrugem asiática, metodologia semelhante aos trabalhos de Vieira (2009), Araújo (2009), Araújo e Vello (2010), Medeiros (2009) e Unfried (2007).

Com isso, os experimentos foram semeados no número máximo possível de ambientes para maximizar a probabilidade da ocorrência natural da doença e possibilitar a análise da interação genótipos x ambientes (GxE) (anos, locais e tipos de fungicidas), perfazendo dessa forma 16 ambientes (Amb.), a saber:

- Amb - 1 (Ano agrícola 2008-09 x Anhumas x fungicida para controle da FAS),
- Amb - 2 (Ano agrícola 2008-09 x Anhumas x fungicida para controle DFC),
- Amb - 3 (Ano agrícola 2008-09 x ESALQ x fungicida para controle da FAS),
- Amb - 4 (Ano agrícola 2008-09 x ESALQ x fungicida para controle DFC),
- Amb - 5 (Ano agrícola 2008-09 x Areão x fungicida para controle da FAS),
- Amb - 6 (Ano agrícola 2008-09 x Areão x fungicida para controle DFC),
- Amb - 7 (Ano agrícola 2009-10 x Anhumas x fungicida para controle da FAS),
- Amb - 8 (Ano agrícola 2009-10 x Anhumas x fungicida para controle DFC),
- Amb - 9 (Ano agrícola 2009-10 x Areão x fungicida para controle da FAS),

Amb -10 (Ano agrícola 2009-10 x Areão x fungicida para controle DFC),
Amb -11 (Ano agrícola 2010-11 x Anhumas x fungicida para controle da FAS),
Amb - 12 (Ano agrícola 2010-11 x Anhumas x fungicida para controle DFC),
Amb - 13 (Ano agrícola 2010-11 x ESALQ x fungicida para controle da FAS),
Amb - 14 (Ano agrícola 2010-11 x ESALQ x fungicida para controle DFC),
Amb - 15 (Ano agrícola 2010-11 x Areão x fungicida para controle da FAS),
Amb - 16 (Ano agrícola 2010-11 x Areão x fungicida para controle DFC).

3.5 Caracteres agronômicos avaliados

Para efeito de acompanhamento e supervisão dos experimentos foram realizadas avaliações referentes aos caracteres agronômicos relevantes nos genótipos de soja, sendo este procedimento realizado mediante observações visuais e medições rigorosas de acordo com os estádios de desenvolvimento da cultura.

3.5.1 Número de dias para a maturação (NDM)

Considerou-se o número de dias da emergência até a maturação (NDM, em dias), quando 95% das vagens da área útil da parcela apresentavam-se maduras (R_8) e com coloração típica da cultivar (FEHR; CAVINESS, 1977). Este caráter foi avaliado no ano agrícola 2009 -10 apenas na Estação Experimental Anhumas, ambientes 7 e 8 e em todos os ambientes no ano agrícola 2010 -11.

3.5.2 Produtividade de grãos (PG)

Avaliado por meio do peso total dos grãos obtidos, após a colheita das plantas da área útil de cada parcela, trilhagem das plantas no campo e pré-secagem dos grãos em ambiente de laboratório (com ventilação e à sombra), até a estabilização da umidade em aproximadamente 13%. Os dados obtidos (g por parcela) foram transformados para produtividade (kg ha^{-1}). Este caráter foi avaliado em todos os ambientes nos três anos agrícolas.

3.5.3 Peso de cem sementes (PCS)

Obtido por meio da retirada de uma amostra de 100 sementes sadias ao acaso do material colhido na parcela, efetuando-se a pesagem em balança de precisão. O PCS (g) é uma medida aproximada do tamanho das sementes. Este

caráter foi avaliado no ano agrícola 2009 -10 apenas na Estação Experimental Anhumas, ambientes 7 e 8 e em todos os ambientes no ano agrícola 2010-11.

3.5.4 Reação à ferrugem

3.5.4.1 Efeito Ferrugem sobre a Produtividade (EFP)

Este caráter foi estimado para cada genótipo, por meio da diferença entre a produtividade deste genótipo no experimento com aplicação do fungicida Derosal que controla apenas as doenças de final de ciclo (PG fung. DFC) e a produtividade do mesmo no experimento com aplicação do fungicida Impact que controla as DFC e também a ferrugem asiática da soja (PG fung. FAS), de acordo com a fórmula:

$$\text{EFP} = \text{PG (fung. DFC)} - \text{PG (fung. FAS)}$$

Este caráter indica o quanto houve de redução na produtividade de grãos (valores negativos), em Kg ha^{-1} , em razão de não se fazer aplicação de fungicida para controle da ferrugem, considerando-se que o genótipo não apresenta tolerância genética à doença. Valores de EFP próximos de zero indicam tolerância, enquanto que valores altos (em módulo) de EFP indicam suscetibilidade à ferrugem. Este caráter foi avaliado para cada genótipo e nos três anos agrícolas pesquisados.

3.5.4.2 Taxa de Suscetibilidade em termos de produtividade (TSP)

Este índice foi calculado para o caráter produtividade de grãos, com a finalidade de se obter a porcentagem que o EFP (Efeito Ferrugem sobre a Produtividade, em %) representa de perdas sobre a produtividade média de cada genótipo, conforme a fórmula seguinte:

$$\text{TS} = \text{EF} * 100 / \text{PG}_{\text{média}},$$

sendo $\text{PG}_{\text{média}}$ a média de produtividade de grãos do genótipo nos dois experimentos com os fungicidas Derosal e Impact.

Este caráter também foi avaliado para cada genótipo e nos três anos agrícolas.

3.6 Seleção de genótipos tolerantes à ferrugem

Para que determinada progênie fosse selecionada e avançada à geração seguinte, ela foi avaliada sob os caracteres agrônômicos descritos anteriormente (item 3.5). Foram priorizadas aquelas que, no conjunto dos dados avaliados, apresentaram ciclo mais curto, alta produtividade, peso médio de cem sementes

adequado e que o efeito ferrugem seja pouco pronunciado, ou seja, o mais próximo de zero ($EF = 0$). Esta constatação no efeito ferrugem ($EF = 0$) representa a ocorrência de uma diferença mínima do comportamento de cada genótipo com os diferentes fungicidas, logo evidenciando a tolerância destes materiais à ferrugem.

3.7 Capacidade média de combinação

Com o intuito de melhor entender a contribuição de cada genitor no incremento da média dos cruzamentos e na estrutura do dialelo foi elaborada uma tabela com a média geral dos 45 cruzamentos avaliados nos 16 ambientes (3 anos x 3 locais x 2 tipos de fungicidas).

A partir das médias dos 45 cruzamentos e da média geral dos 16 ambientes pôde-se estimar a média de cada genitor e sua contribuição sobre a média geral dos experimentos. A média dos genitores pode ser calculada através da média dos nove cruzamentos envolvendo cada genitor. As contribuições relativas dos genitores foram estimadas subtraindo-se a média de cada genitor da média geral dos experimentos. Essas estimativas indicam a capacidade média de combinação e o potencial de cada genitor originar progênie superiores.

3.8 Análises estatístico-genéticas

Os dados obtidos foram submetidos às análises apropriadas conforme os objetivos propostos. Todas as análises foram realizadas usando o pacote computacional SAS® (Statistical Analysis System) (SAS INSTITUTE, 1996), SISVAR e também o programa Estabilidade.

Inicialmente procedeu-se a avaliação para determinar a necessidade de ajuste das médias pela análise de variância das testemunhas comuns, dentro de cada ambiente individualmente, segundo o delineamento de blocos ao acaso considerando os conjuntos experimentais como repetições. Com isso, testou-se a uniformidade ambiental entre os conjuntos dentro de cada ambiente. No caso de haver desuniformidade, as progênie tiveram seus valores ajustados pelas testemunhas comuns. Para esta análise utilizou-se o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + c_j + e_{(ij)}$$

em que:

Y_{ij} : é o valor observado referente à testemunha i dentro do conjunto j ;

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

t_i : é o efeito fixo da testemunha i , sendo ($i = 1, \dots, t$);

c_j : é o efeito aleatório do conjunto j , sendo ($j = 1, \dots, c$);

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

Quando foi constatado que a fonte de variação conjunto foi significativa, houve a necessidade de estimar a correção ambiental. Para tanto, foi obtido um índice de correção calculado para cada conjunto, obtido pela diferença entre a média das testemunhas em dado conjunto e a média geral das testemunhas em todos os conjuntos. Essa correção ambiental foi feita para todas as progênies de cada conjunto (PIMENTEL GOMES, 2009; FEDERER, 1956).

A partir de médias ajustadas, as análises de variância dos caracteres foram feitas segundo o delineamento experimental blocos aumentados de Federer. As médias dos ambientes e as médias derivadas dos seus desdobramentos em anos agrícolas, locais e tipos de fungicidas, foram testadas pelo método de Tukey a 5% de probabilidade. Já as médias dos genótipos e dos cruzamentos foram agrupadas entre si pelo teste de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Para realização da análise conjunta, necessária para o estudo da interação genótipos x ambientes e da adaptabilidade e estabilidade, foi verificada a existência de homogeneidade das variâncias residuais obtidas nas análises individuais de cada ambiente pela razão entre o maior e o menor quadrado médio residual, adotando-se como critério o valor sete, de acordo com Pimentel Gomes (2009). Para esta análise foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + g_i + c/a_{jk} + a_j + ga_{ij} + e_{ijk}$$

em que:

μ : média geral;

g_i : efeito do i -ésimo genótipo ($i = 1, 2, \dots, g$);

c/a_{jk} : efeito do k -ésimo conjunto dentro do j -ésimo ambiente ($k = 1, 2, \dots, r$);

a_j : efeito do j -ésimo ambiente ($j = 1, 2, \dots, a$);

ga_{ij} : efeito da interação do i -ésimo genótipo com o j -ésimo ambiente;

e_{ijk} : erro aleatório.

3.8.1 Interação genótipos x ambientes

Uma vez detectada a presença da interação genótipos x ambientes (GxE), procedeu-se à análise de estabilidade, a qual permite mensurar a adaptação e a estabilidade produtiva de cada linhagem sob teste. As estimativas de adaptabilidade e estabilidade foram realizadas pelo método de Eberhart e Russell (1966), o qual baseia-se na regressão linear e considera desejáveis os genótipos com alta produtividade média, coeficientes unitários de regressão em relação aos ambientes e desvios da regressão praticamente nulos. A estabilidade é estimada pela variância dos desvios da regressão (σ^2_{di}), enquanto a adaptabilidade é obtida pela média e pelo coeficiente de regressão β_{1i} .

Os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade foram estimados a partir do seguinte modelo de regressão:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}I_j + \delta_{ij} + \bar{\varepsilon}_{ij}$$

sendo:

Y_{ij} : média do genótipo i no ambiente j ;

β_{0i} : média geral do genótipo i ;

β_{1i} : coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do i -ésimo genótipo à variação do ambiente;

I_j : índice ambiental codificado ($\sum_j I_j = 0$);

δ_{ij} : desvio da regressão;

$\bar{\varepsilon}_{ij}$: erro experimental médio.

Os estimadores indicativos da estabilidade e adaptabilidade foram estimados por:

$$\bar{Y}_i = \frac{\sum_j Y_{ij}}{a}$$

$$\hat{\beta}_{0i} = \bar{Y}_i$$

$$\hat{V}(\hat{\beta}_{0i}) = \frac{1}{a} \hat{\sigma}_\varepsilon^2$$

$$\hat{\beta}_{1i} = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}$$

$$\hat{V}(\hat{\beta}_{1l}) = \frac{1}{\sum_j I_j^2} \hat{\sigma}_\varepsilon^2$$

sendo:

$$\hat{\sigma}_\varepsilon^2 = \frac{1}{r} \hat{\sigma}^2 = \frac{QMR}{r}$$

$$I_j = \frac{\sum_j Y_{ij}}{g} - \frac{\sum_i \sum_j Y_{ij}}{ag} \quad (\text{índice ambiental})$$

$$\hat{\sigma}_{0l}^2 = \frac{\sum_j \hat{\delta}_{lj}^2}{(a-2)} = \frac{QMD_l - QMR}{r}$$

em que:

$$QMD_l = \frac{r}{a-2} \left[\sum_j Y_{lj}^2 - \frac{Y_{lj}^2}{a} - \frac{\left(\sum_j Y_{lj}^2 I_j \right)^2}{\sum_j I_j^2} \right] \quad (\text{válido para qualquer } i)$$

A hipótese $H_0: \beta_{1i} = 1$ versus $H_a: \beta_{1i} \neq 1$ é avaliada pela estatística t, dada por:

$$t = \frac{\hat{\beta}_{1l} - 1}{\sqrt{\hat{V}(\hat{\beta}_{1l})}}$$

A hipótese $H_0: \sigma_{di}^2 = 0$ é avaliada pela estatística F, dada por:

$$F = \frac{QMD_i}{QMR}$$

associada a um nível de significância α e a $[(a-2), m]$ graus de liberdade, sendo m o número de graus de liberdade do resíduo obtido na análise conjunta.

Muitos genótipos, com produtividade média superior, podem apresentar σ^2_{di} estatisticamente diferente de zero. Porém, pode ser necessária a seleção de alguns genótipos do grupo em que a estabilidade (ou previsibilidade) for baixa. Nesses casos, uma medida auxiliar de comparação entre estes genótipos é o coeficiente de determinação R^2_i , dado por:

$$R^2_i = \frac{SQ(Regressão\ linear)_i}{SQ(A/G_i)} \times 100$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aspectos gerais

Durante a condução dos experimentos nos anos agrícolas 2008-09, 2009-10 e 2010-11 foram observadas as condições climáticas para acompanhamento do desenvolvimento da cultura e verificação da possível ocorrência das condições favoráveis para surgimento e desenvolvimento da ferrugem asiática da soja (FAS). Estas condições são temperaturas médias de 18 a 28 °C, com umidade relativa alta de 75 a 80%, durante um período de molhamento foliar de 10 a 12 horas (DEL PONTE et al., 2006; GODOY; DEL PONTE; COSTAMILAN, 2006; RIBEIRO et al., 2007).

Através do acompanhamento meteorológico observa-se na Figura 1 e na Tabela 31 o índice pluviométrico, temperaturas máximas e mínimas, umidade relativa do ar (UR) e números de dias com chuva. Nota-se que no ano agrícola 2008-09 o índice pluviométrico total acumulado foi de aproximadamente 608 milímetros (mm), com média mensal de 121,6 mm no período compreendido entre novembro e março. Este volume pluviométrico foi observado ao longo de 65 dias de chuva durante o ano agrícola e foram uniformemente distribuídos entre dezembro 2008 e março 2009. A umidade relativa do ar oscilou entre 74,6 e 84%. Já as temperaturas variaram de 17,6 a 30,8 °C, evidenciando períodos com temperaturas abaixo do ideal para a ocorrência da ferrugem. A associação de baixas temperaturas noturnas e precipitações distribuídas em poucos dias não favoreceu a ocorrência severa da ferrugem embora ela tenha sido observada nos estádios finais do ciclo da soja, não chegando a causar grandes prejuízos na produtividade dos experimentos.

Por outro lado, o ano agrícola 2009-10 foi marcado por perdas significativas na produtividade de grãos, redução de ciclo e do peso de cem sementes (PCS) devido a forte incidência da FAS nos experimentos. Segundo as análises dos dados meteorológicos do período, verifica-se que durante o desenvolvimento da cultura nos campos experimentais ocorreram 80 dias de chuva, totalizando aproximadamente 978 mm de precipitação. As chuvas ocorreram de forma regular e bem distribuídas durante todo o ciclo de cultivo favorecendo o bom desenvolvimento das plantas, bem como proporcionando também condições ideais para o aparecimento e disseminação da FAS. O mês de janeiro de 2010 merece atenção especial quanto ao número de dias com chuva. Foram 26 dias no total, ou seja, a condição de molhamento foliar era constante. Outros fatores que favoreceram a forte incidência

da FAS neste ano agrícola foram a UR próxima dos 77% e a temperatura que oscilou de 19 °C a 31 °C, com média de 25 °C.

Já no ano agrícola 2010-11, a FAS foi detectada apenas a partir do estágio R6, não afetando de forma severa os caracteres agronômicos avaliados. As condições climáticas sob as quais a cultura se desenvolveu podem explicar boa parte da ausência da FAS. O volume pluviométrico superou os dos anos agrícolas anteriores, acumulando mais de 1070 mm. Porém, esse volume ocorreu de forma concentrada, especialmente durante o mês de janeiro, não suprimindo a necessidade de um longo período de molhamento foliar. A UR mínima neste ano agrícola foi inferior a 70% e as temperaturas mínimas também estiveram abaixo de 18 °C, condições desfavoráveis para incidência da FAS.

A seguir estão expostos os resultados das análises individuais e conjuntas para o caráter produtividade de grãos nos anos agrícolas 2008-09, 2009-10 e 2010-11 e para os caracteres número de dias para maturação e peso de cem sementes nos anos agrícolas 2009-10 e 2010-11.

4.2 Análises estatísticas e testes de médias

4.2.1 Análises estatísticas e testes de médias do ano agrícola 2008-09

Durante o ano agrícola 2008-09, devido ao grande número de materiais em avaliação (879 progênies dos 45 cruzamentos, alocadas em 12 conjuntos experimentais, em média com 70 a 74 progênies por conjunto) foram coletados apenas os dados de produtividade de grãos (PG) nos seis ambientes caracterizados como três locais (Anhumas, ESALQ e Areão) e dois experimentos por local (um deles com aplicação do fungicida Derosal para controle das DFC, enquanto o outro experimento recebeu o fungicida Impact para controle das DFC e da ferrugem asiática).

As análises individuais dos seis ambientes estão apresentadas na Tabela 4. Observa-se que o coeficiente de variação para o caráter produtividade de grãos variou de 17,37 a 38,43%. Coeficientes de variação relativamente altos podem ser explicados pela natureza quantitativa do caráter e, também, por algumas condições ambientais mais específicas, como por exemplo, a disposição experimental com fileiras individuais de progênies, situação na qual pode ocorrer competição entre diferentes progênies adjacentes. Outro fator que pode ter contribuído para elevar o coeficiente de variação (38,43%) do ambiente quatro (ESALQ:DFC, 2008-09) seria a

ocorrência desuniforme da ferrugem na área experimental, principalmente pela chegada tardia da doença, a qual pode ter contribuído para que os genótipos mais precoces apresentassem menos sintomas.

Foi observada diferença estatística significativa entre as testemunhas (T) nos seis ambientes testados em 2008-09. Já para a fonte de variação progênes (P), não foi detectada diferença significativa em quatro dos seis ambientes em teste. Dois desses ambientes, o ambiente dois (Anhumas:DFC) e o quatro (ESALQ:DFC), podem não ter apresentado diferença estatística significativa por serem ambientes onde não houve controle da ferrugem asiática, proporcionando um comportamento singular para todas as progênes avaliadas. No entanto, a média das progênes nesses dois ambientes foram significativamente superiores à média das testemunhas segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Ainda na Tabela 4, estão apresentados os índices ambientais (Índice Amb.) para 2008-09, os quais foram utilizados nas análises de adaptabilidade e estabilidade para caracterização dos ambientes em favoráveis (índices positivos) ou desfavoráveis (índices negativos). Nota-se que apenas dois ambientes apresentaram índices negativos, correspondentes aos ambientes três e quatro, ou seja, o local ESALQ com os dois tipos de aplicação de fungicidas. Isso ocorreu em função da menor produtividade nesse local, especialmente pela menor disponibilidade de água na ESALQ, nesse ano agrícola, na fase de granação (enchimento de grãos).

Na Tabela 5 estão dispostos os resultados da análise conjunta dos seis ambientes avaliados no ano agrícola 2008-09, com um coeficiente de variação médio correspondente a 24,79%. As fontes de variação testemunhas (T), progênes (P) e ambientes (Amb) apresentaram diferenças estatísticas significativas, sugerindo que pelo menos um dos tratamentos, dentro de cada fonte de variação, difere dos demais. Esta significância permite explorar a seleção de progênes superiores e realizar estratificação ambiental. O contraste T x P também foi significativo e o teste de médias revela a superioridade estatística das progênes em relação às testemunhas, segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A interação progênes x ambientes (P x Amb) foi significativa, ou seja, pode ocorrer seleção e adaptação de progênes em ambientes específicos. Já a interação testemunhas x ambientes (T x Amb) não foi significativa.

Para entender melhor a influência dos ambientes no comportamento, produtividade e, posterior seleção das melhores progênies, procedeu-se à decomposição da fonte de variação ambientes em locais e tipos de fungicidas. A Tabela 6 mostra o resultado das análises segundo essa decomposição. Para as fontes de variação primárias, testemunhas (T), progênies (P), locais e fungicidas houve diferença estatística significativa entre os tratamentos.

Já para as interações, apenas as interações Locais x Fungicidas e P x Locais foram significativas. A significância da interação Locais x Fungicidas evidencia que a seleção é dependente do ambiente em que se está conduzindo os experimentos e a interação significativa de P x Locais também revela que as progênies têm comportamento diferenciado de acordo com o local de seleção.

As demais interações constantes nas fontes de variação, T x Locais, T x Fungicidas, T x Locais x Fungicidas, P x Fungicidas e P x Locais x Fungicidas não foram significativas. A não significância da interação P x Fungicidas sugere que as progênies apresentaram um mesmo padrão de comportamento frente aos dois diferentes tipos de fungicidas aplicados, levando a concluir que não houve forte pressão da ferrugem como dito anteriormente, segundo o levantamento dos dados climáticos de 2008-09. Porém, o baixo desempenho produtivo dos genótipos na ESALQ pode ter influenciado esse resultado.

A Tabela 7 ilustra a comparação de médias dentro de locais e dos tipos de fungicidas utilizados para caracterizar os seis ambientes avaliados em 2008-09. Analisando os locais com aplicação do fungicida Impact, a Estação Experimental Anhumas foi a que proporcionou as maiores médias de produtividade de grãos, (4174 Kg ha^{-1}), diferindo estatisticamente de Areão e da ESALQ; este último local apresentou a pior média (2773 Kg ha^{-1}). Já nos experimentos com aplicação do fungicida Derosal, os locais Anhumas e Areão obtiveram as maiores médias, não diferindo entre si; o local ESALQ novamente apresentou a menor média (1759 Kg ha^{-1}).

Ainda na Tabela 7, considerando o comportamento de cada fungicida dentro de locais, observa-se que o Impact foi estatisticamente superior ao Derosal em Anhumas e na ESALQ, ocorrendo o contrário em Areão. Ressalta-se que em Areão e 2008-09, não se observou danos severos em decorrência da FAS. Dados semelhantes foram observados por Vieira (2009), trabalhando com os mesmos cruzamentos no ano agrícola 2007-08.

A Tabela 8 mostra os caracteres efeito ferrugem e taxa de susceptibilidade à ferrugem conforme descrito nos itens 3.5.4.1 e 3.5.4.2, respectivamente. Estes dados evidenciam a incidência e a severidade da FAS nos campos experimentais. Observa-se que no local Areão não ocorreram danos na PG devido a FAS. Nos outros experimentos a ferrugem reduziu a produtividade das progênies de soja em 558 Kg ha⁻¹ ou 12% em Anhumas e 1011 Kg ha⁻¹ ou 44% na ESALQ, onde se notou maior efeito ferrugem.

4.2.2 Análises estatísticas e testes de médias do ano agrícola 2009-10

O material genético do ano agrícola 2009-10 foi composto de 450 progênies F_{2:5} distribuídas em 10 conjuntos experimentais em cada um dos quatro ambientes avaliados neste ano agrícola: Anhumas:FAS, Anhumas:DFC, Areão:FAS e Areão:DFC. Essas progênies foram oriundas das 879 progênies do ano agrícola anterior que sofreram uma pressão de seleção média de 50%, baseada na produtividade média das 10 melhores progênies dentro de cada um dos 45 cruzamentos.

Na Tabela 9 têm-se as análises de variância individuais de cada ambiente para o caráter produtividade de grãos (PG). Observa-se que os coeficientes de variação oscilaram entre 17,16 e 24,05%, mostrando um controle relativamente bom das causas de variação sistemática dos ambientes experimentais. Neste ano agrícola, cada conjunto continha apenas 45 progênies, fato este que pode ter melhorado o controle local em relação ao ano agrícola anterior.

Ainda na Tabela 9 verifica-se que a fonte de variação Testemunha (T) apresentou diferença estatisticamente significativa a 1% pelo teste de F para todos os ambientes, revelando que o comportamento das testemunhas variou entre si de acordo com o ambiente de teste ao qual foram submetidas. Já para as Progênies (P) observa-se que não foi detectada diferença estatística significativa apenas para o ambiente Areão:DFC (Amb 10). Este resultado, associado à baixa produtividade das progênies, sugere forte incidência da FAS, o que certamente limitou o desempenho diferenciado do potencial produtivo de cada material genético testado.

O teste de médias entre o conjunto de progênies e as testemunhas evidenciou que as testemunhas foram significativamente mais produtivas, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, em três dos quatro ambientes avaliados no ano agrícola 2009-10. No entanto, no ambiente Anhumas:DFC (Amb 8), que foi

caracterizado como um ambiente desfavorável através do índice ambiental (-246), as progênies foram significativamente superiores às testemunhas. Este comportamento das progênies no Amb 8 sugere uma tolerância do material a FAS, visto que as testemunhas, materiais comerciais, não mantiveram o seu potencial produtivo (Tabela 9).

Para os caracteres número de dias para maturação (NDM) e peso de cem sementes (PCS) foram realizadas análises apenas dos dados obtidos na Estação Experimental Anhumas, correspondente aos ambientes Anhumas: FAS (Amb 7) e Anhumas:DFC (Amb 8) (Tabela 10). O coeficiente de variação variou de 1,90 para NDM a 6,72% para PCS, valores considerados baixos para os caracteres em estudo. O teste F foi estatisticamente significativo tanto para as testemunhas (T) quanto para as progênies (P) para NDM e para PCS nos dois ambientes avaliados. As progênies foram mais tardias que as testemunhas, apresentando 4 dias e 2 dias a mais de ciclo para o ambiente protegido contra a FAS e para o ambiente sem aplicação de fungicida para controle da FAS, respectivamente.

O PCS das progênies (16,33 g, em média), também foi significativamente superior ao das testemunhas (15,48 g, em média), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade no ambiente Anhumas:FAS. Fica evidente também a redução do tamanho das sementes das progênies e das testemunhas no ambiente Anhumas:DFC, resultado da presença da FAS, apresentando um PCS em média de 10,70 g (Tabela10).

A análise conjunta dos caracteres agrônômicos avaliados nos quatro ambientes durante o ano agrícola 2009-10 está disposta na Tabela 11. A análise para produtividade de grãos envolveu os quatro ambientes e apresentou um coeficiente de variação médio de 21,05%. Já para os caracteres NDM e PCS, a análise de variância foi realizada apenas com os dados dos Amb 7 e Amb 8, correspondentes aos experimentos com os dois fungicidas na Estação Experimental Anhumas. Os respectivos coeficientes de variação foram 1,75 e 6,72% para NDM e PCS.

Diferenças estatisticamente significativas, pelo teste F, foram observadas tanto entre as progênies quanto entre as testemunhas, para os caracteres produtividade, NDM e PCS. As interações T x Amb e P x Amb também foram significativas a 5% pelo teste F para produtividade de grãos e NDM e a 1% para PCS (Tabela 11). A interação dos genótipos com os ambientes foi mais expressiva

para o PCS, indicando que o PCS pode ser um bom indicador da agressividade da ferrugem nos experimentos.

Os testes de médias entre progênies e testemunhas revelam que as progênies obtiveram maior PCS do que as testemunhas, 13,54 g contra 12,88 g, podendo esse caráter ser útil na seleção de progênies tolerantes a FAS. Por outro lado, a média de PG das progênies foi menor (2336 Kg ha⁻¹) quando comparada com a média das testemunhas (2521 Kg ha⁻¹). Essa redução de produtividade pode ter sido influenciada pelo ciclo um pouco mais longo das progênies, fato este que certamente as tornou mais expostas a FAS (Tabela 11).

Visando compreender melhor a contribuição dos locais e dos tipos de fungicidas utilizados para caracterizar cada ambiente e suas interações com os genótipos avaliados foi realizada uma análise de decomposição dos ambientes nesses dois fatores, locais e tipos de fungicidas, para o caráter PG (Tabela 12).

Na Tabela 12 observa-se que Locais e Fungicidas apresentaram diferenças estatisticamente significativas. As interações T x Locais, T x Fungicidas, P x Locais e P x Fungicidas também foram estatisticamente significativas, indicando que tanto as testemunhas como as progênies podem apresentar comportamentos diferenciados dependendo do local ao qual foram submetidas ou do tipo de fungicida com que foram protegidas.

A interação tripla envolvendo as testemunhas, T x Locais x Fungicidas, não foi significativa, ou seja, as médias de PG das testemunhas não diferiram entre si nos quatro ambientes testados. Por outro lado, a interação entre P x Locais x Fungicidas foi significativa 5% pelo teste F. Essa interação pode ser explorada para identificar progênies tolerantes a FAS, desde que sejam selecionadas aquelas com desempenho superior às demais nos ambientes Amb 8 e Amb 10, nos quais não houve aplicação de fungicida para controle da FAS.

O teste de médias entre os ambientes, considerando sua decomposição em Locais e Fungicidas devido à interação significativa para Ambientes, está exposto na Tabela 13. Para o caráter PG, o local Anhumas foi significativamente superior ao Areão considerando tanto o fungicida Impact (média de 3064 Kg ha⁻¹) quanto o Derosal (média de 2109 Kg ha⁻¹). Já o local Areão obteve médias de produtividade de 2617 Kg ha⁻¹ com aplicação do fungicida Impact e 1629 Kg ha⁻¹ com aplicação do fungicida Derosal.

Dentro de cada local, Anhumas e Areão, o teste de médias para os tipos de fungicidas evidenciou o sucesso do controle da FAS através da aplicação do fungicida Impact. Na média geral, o fungicida Impact apresentou 2840 Kg ha⁻¹, sendo significativamente superior à média de 1869 Kg ha⁻¹, com aplicação do Derosal. Araujo e Vello (2010) também observaram que a produtividade de grãos das linhagens experimentais foi superior no tratamento com Flutriafol (controle de DFC e FAS) quando comparado ao obtido nos experimentos com Carbendazim (controle de DFC) e aos controles em linhagens de ciclo médio no ano agrícola 2004/2005 e as linhagens do ano agrícola 2005/2006.

Para os caracteres NDM e PCS, o teste de médias foi realizado apenas entre os tipos de fungicidas, uma vez que foram avaliados apenas no local Anhumas. O NDM apresentou maior média quando os genótipos em teste foram protegidos com o fungicida Impact (126 dias), sendo estatisticamente diferente do NDM sob aplicação do fungicida Derosal (112 dias), que não controla a FAS (Tabela 13). Vieira(2009) trabalhando com os mesmos cruzamentos na geração F2:3, ano agrícola 2007-08, identificou comportamento semelhante das progênies nos experimentos com aplicação dos diferentes tipos de fungicidas.

O PCS também foi significativamente diferente entre os tipos de fungicidas utilizados. Para o fungicida Impact, os genótipos apresentaram em média 16,21 g, já com aplicação do Derosal esse PCS foi reduzido para 10,66 g.

As médias dos caracteres efeito ferrugem (EFP) e taxa de susceptibilidade (TSP) calculados para a PG estão na Tabela 14. Observa-se que o EFP apresentou valores semelhantes entre os ambientes Anhumas e Areão, reduzindo a PG em 954 e 988 Kg ha⁻¹, respectivamente, sem diferirem estatisticamente entre si. No entanto, a TSP no Areão foi mais expressiva e significativamente diferente da TSP em Anhumas. Na Estação Experimental Areão, a PG foi reduzida em 45%, enquanto que em Anhumas a redução foi de 34%.

Este conjunto de informações sobre os caracteres em estudo (PG, NDM e PCS) e dos índices EFP e TSP, com a aplicação de dois diferentes tipos de fungicidas, revelou que o ano agrícola 2009-10 sofreu uma forte incidência da FAS e que a aplicação de fungicida específico para o controle dessa doença ou a seleção de progênies tolerantes a FAS são essenciais para que não ocorra redução da PG, do ciclo e do PCS dos genótipos.

4.2.3 Análises estatísticas e testes de médias do ano agrícola 2010-11

Após as análises dos dados do ano agrícola 2009-10, realizou-se seleção de 50% das progênes dentro de cada cruzamento, com base em suas produtividades médias, para compor os experimentos do ano agrícola 2010-11.

Assim sendo, no ano agrícola 2010-11 foram avaliadas 225 progênes $F_{2:6}$, sendo 5 de cada um dos 45 cruzamentos, perfazendo 5 conjuntos experimentais em cada um dos 6 ambientes de teste, Anhumas:FAS (Amb11), Anhumas:DFC (Amb12), ESALQ:FAS (Amb13), ESALQ:DFC (Amb14), Areão:FAS (Amb15) e Areão:DFC (Amb16). As análises individuais de cada ambiente para os caracteres produtividade de grãos (PG), número de dias para maturação (NDM) e peso de cem sementes (PCS) estão resumidas nas Tabelas 15, 16 e 17, respectivamente.

O coeficiente de variação para PG variou de 11,60 a 25,46% no Amb14 (ESALQ:DFC) e Amb16 (Areão:DFC), respectivamente. De forma geral, os coeficientes de variação na ESALQ (Amb 13 e Amb14) foram os menores, 12,38 e 11,60%, revelando bom controle local e um ambiente mais homogêneo para a condução de experimentos.

As testemunhas (T) apresentaram diferença estatística significativa a 1% pelo teste F em todos os seis ambientes nos quais foram avaliadas no ano agrícola 2010-11 (Tabela 15). Isto sugere que pelo menos uma testemunha diferiu das demais em cada ambiente avaliado.

As progênes (P) também apresentaram diferença estatística significativa a 1% pelo teste F para os ambientes Amb13, 14, 15 e 16 (ESALQ e Areão). Na Estação Experimental Anhumas ocorreu diferença estatística a 5% no ambiente Amb11, com controle da FAS e não foi detectada significância para o ambiente Amb12, com aplicação do Derosal, fungicida este usado para controle apenas das doenças de final de ciclo. O fato das progênes não diferirem entre si no Amb12 (Anhumas:DFC) pode ter ocorrido devido à incidência da FAS, limitando o potencial produtivo intrínseco de cada progênie (Tabela 15).

O contraste entre o grupo de progênes e o grupo das testemunhas foi significativo apenas em três dos seis ambientes testados, sendo eles, Amb13 (ESALQ:FAS), 15 (Areão:FAS) e 16 (Areão:DFC). Para esses três ambientes, a média do grupo das progênes foi significativamente superior àquela do grupo das testemunhas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela15).

O ambiente Anhumas:FAS caracterizou-se como um ambiente favorável, apresentando alta média de PG e um alto valor para o índice ambiental (1070). Já o local Areão, tanto para o ambiente com aplicação do fungicida Impact como o com aplicação do Derosal apresentaram índices ambientais negativos, -897 e -1104, respectivamente (Tabela 15).

Na Tabela 16, observa-se que o coeficiente de variação para NDM oscilou entre 1,27 a 1,87%, indicando boa precisão experimental. Tanto as testemunhas (T) quanto as progênies (P) apresentaram diferenças significativas a 1% pelo teste F em todos seis ambientes avaliados, ou seja, houve pelo menos uma diferença significativa entre as progênies e entre as testemunhas, em relação ao ciclo de cultivo dentro de cada ambiente.

O contraste T vs P foi significativo nos ambientes protegidos contra a FAS, através da aplicação do fungicida Impact. O teste de médias entre o grupo das testemunhas e o grupo das progênies revela que as progênies foram significativamente mais tardias que as testemunhas nos seis ambientes avaliados, segundo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Tabela 16).

Para o caráter PCS, pode-se observar através da Tabela 17 que o coeficiente de variação ficou entre 3,86 e 9,43% para os ambientes Amb14 (ESALQ:DFC) e Amb11 (Anhumas:FAS), respectivamente. As testemunhas (T) apresentaram diferença estatística significativa para todos os seis ambientes, enquanto que para as progênies, apenas o Amb11 (Anhumas:FAS) não foi significativo pelo teste F.

O teste de médias para PCS não apresentou diferença estatística significativa entre testemunhas e progênies dentro do local Anhumas (ambientes Amb11 e Amb12). Já no local Areão, ambientes Amb15 e 16, o PCS das progênies foi significativamente superior ao das testemunhas, 16,52 g e 14,70 g no Amb15 e 15,71 g e 15,11 g no Amb16 para progênies e testemunhas respectivamente (Tabela 17).

Na Tabela 18, tem-se o resumo das análises de variância conjunta para os caracteres PG, NDM e PCS dos seis ambientes avaliados no ano agrícola 2010-11. O caráter PG apresentou diferença estatisticamente significativa a 1% pelo teste F para todas as fontes de variação estudadas, quais sejam, testemunhas (T), progênies (P), contraste T vs P, Ambientes (Amb), T x Amb e P x Amb. Este resultado evidencia o quanto o caráter PG é influenciado pelo ambiente e indica que o estudo da decomposição desses ambientes em locais e tipos de fungicidas é de

fundamental importância para melhor entender o comportamento das progênies em teste sob cada condição experimental e qual desses fatores, local ou tipos de fungicidas, mais contribui para a interação.

Os caracteres NDM e PCS também apresentaram diferença estatística significativa a 1% pelo teste F para a maioria das fontes de variação e suas interações. Apenas a interação P x Amb não foi significativa para os caracteres NDM e PCS (Tabela 18). De forma contrária a PG, esses caracteres são controlados por números relativamente pequenos de genes e, costumeiramente, apresentam alta herdabilidade, sendo dessa forma, menos influenciados pelo ambiente.

O teste de médias entre testemunhas e progênies, considerando a média de cada caráter nos seis ambientes, revela a superioridade das progênies sobre as testemunhas para os três caracteres avaliados (Tabela 18). Portanto, as progênies foram mais produtivas e apresentaram maior peso de cem sementes, mesmo sendo, aproximadamente, nove dias mais tardias que as testemunhas. O fato das progênies serem mais tardias e mais produtivas poderia ser um indicativo de que apresentam tolerância a FAS. No entanto, como discutido no item 4.1, as condições climáticas desse ano agrícola não foram favoráveis para o aparecimento e disseminação da FAS, o que pode ser comprovado pela média elevada do PCS.

Para melhor entendimento da interação genótipos x ambientes foi feita a análise de variância decompondo o ambiente em locais e fungicidas. Na Tabela 19, observa-se que as fontes de variação ambientes, locais e fungicidas foram significativas a 1 % pelo teste F para os caracteres PG, NDM e PCS. A interação entre locais e fungicidas também apresentou interação estatisticamente significativa. Estes resultados ilustram que os três caracteres em estudo sofreram influência ambiental, tanto devido aos locais de teste quanto dos tipos de fungicidas utilizados e da interação entre eles.

Para o caráter PG, todas as interações envolvendo genótipos e ambientes foram significativas, a saber: T x Locais, T x Fungicidas, T x Locais x Fungicidas, P x Locais, P x Fungicidas e P x Locais x Fungicidas (Tabela 19). Este resultado evidencia novamente a forte influência que o caráter PG sofre das variáveis ambientais. A interação significativa das progênies com locais e fungicidas sugere que a seleção deva ser feita em cada local, incluindo-se a tolerância a FAS.

O NDM não apresentou diferença estatística significativa para as interações P x Fungicidas e P x Locais x Fungicidas (Tabela 19). A aplicação dos diferentes tipos

de fungicidas não influenciou no ciclo, haja vista a fraca incidência da FAS, não fazendo com que o experimento sem proteção a FAS reduzisse o ciclo em função da desfolha precoce que poderia ter sido ocasionada pela doença.

Através da análise dos dados do caráter PCS, na Tabela 19, nota-se que as interações tanto das progênies quanto das testemunhas com os tipos de fungicidas não foram significativas. Este resultado sugere que a pressão da FAS não foi severa a ponto de prejudicar a granação.

Na Tabela 20, observa-se o teste de médias dos caracteres PG, NDM e PCS para a interação Locais x Fungicidas. Analisando os locais dentro de cada tipo de fungicida verifica-se que o local Anhumas proporcionou maiores produtividades, tanto com o fungicida Impact quanto com o Derosal, com médias de produtividade de 4340 e 3721 Kg ha⁻¹, respectivamente. Por outro lado, o local Areão foi o que mais limitou a produtividade dos materiais, apresentando 2372 Kg ha⁻¹ com aplicação do fungicida Impact e 2165 Kg ha⁻¹ com aplicação do fungicida Derosal, conforme já observado nos anos anteriores. Já na análise dos fungicidas dentro de cada local nota-se que o Impact favoreceu maiores produtividades tanto no local Anhumas quanto no Areão, enquanto que na ESALQ não foi detectada diferença estatística significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para PG sob a aplicação dos diferentes tipos de fungicidas.

No teste de médias para NDM, considerando os locais dentro de cada tipo de fungicida, observa-se que o ciclo mais longo (131 dias) ocorreu no local Anhumas com aplicação do fungicida Impact, enquanto que o ciclo mais curto (123 dias) foi observado na ESALQ para os dois tipos de fungicidas (Tabela 20). O teste de médias para NDM considerando os diferentes tipos de fungicidas dentro de cada local revela que não houve diferença significativa no ciclo dos genótipos cultivados no Areão e na ESALQ, independentemente do fungicida utilizado. Para o local Anhumas, o ciclo foi reduzido em 5 dias no experimento com aplicação de Derosal.

Ainda analisando a Tabela 20, nota-se que o local Areão foi o que apresentou maior PCS tanto com aplicação do fungicida Impact quanto do Derosal, obtendo respectivamente 16,33 g e 15,55 g, diferindo dos demais locais dentro de cada tipo de fungicida. Considerando os fungicidas dentro de cada local, observa-se que todos os três locais tiveram seu PCS reduzido com a aplicação do Derosal.

Os índices de efeito ferrugem (EFP) e taxa de susceptibilidade (TSP) para o caráter produtividade de grãos (PG) estão ilustrados na Tabela 21. O EFP foi mais

pronunciado na Estação Experimental Anhumas (-614 Kg ha^{-1}), diferindo estatisticamente dos demais locais que foram iguais entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Já para TSP não foi detectada diferença estatística significativa entre os três locais avaliados, apresentando -4% para ESALQ, -10% para Areão e -11% para Anhumas. Apesar do EFP em Anhumas ser mais pronunciado, sua TSP não diferiu das demais, devido à alta produtividade média que esse local apresentou. Esses resultados evidenciam que neste ano agrícola, a presença da FAS não foi severa.

4.2.4 Análises estatísticas e testes de médias da interação de 2008 a 2011

Observa-se nas Tabelas 22 a 25 as análises de variância e testes de médias conjuntas para os três anos agrícolas (2008-09, 2009-10 e 2010-11), para o caráter produtividade de grãos (PG), considerando duas testemunhas comuns e cinco progênies comuns nos três anos agrícolas de cada um dos 45 cruzamentos, totalizando 225 progênies.

Na Tabela 22, verifica-se que o coeficiente de variação ficou em 20,32%, representando uma boa precisão experimental para o caráter PG, uma vez que é um caráter quantitativo e avaliado em 16 diferentes ambientes (3 anos x 3 locais x 2 tipos de fungicidas). O teste de médias para PG entre progênies e testemunhas evidencia a superioridade das progênies (3247 Kg ha^{-1}) sobre as testemunhas (2953 Kg ha^{-1}).

Observou-se significância estatística pelo teste F para todas as fontes de variação estudadas, em especial para as interações Genótipos x Amb, T x Amb e P x Amb. A significância para testemunhas (T), para progênies (P) e para ambientes (Amb) pode ser entendida como um comportamento diferenciado dos tratamentos em teste dentro de cada fonte de variação. Dessa forma, pode-se realizar a seleção de progênies que se adaptam especificamente ou amplamente aos ambientes avaliados e, conseqüentemente, promover a estratificação ambiental (Tabela 22).

Para melhor entender as interações genótipos x ambientes e qual dos fatores (anos, locais ou tipos de fungicidas) mais influenciou no comportamento ambiental, está disposto na Tabela 23 o resumo da análise de variância conjunta decomposta para o caráter PG durante os três anos agrícolas.

Todos os três fatores (anos, locais e fungicidas) que compuseram a fonte de variação Ambientes (Amb) apresentaram significância estatística pelo teste F a 1%.

Isto sugere que ocorreram diferenças entre os anos de teste, entre os locais utilizados para a experimentação e que os tipos de fungicidas aplicados também apresentaram comportamento diferenciado entre si para os três anos agrícolas (Tabela 23).

Ainda na Tabela 23, nota-se que todas as interações (Anos x Locais, Anos x Fungicidas, Locais x Fungicidas e Anos x Locais x Fungicidas) também apresentaram diferença significativa a 1% pelo teste F. Assim sendo, pode-se inferir que tanto os locais quanto os fungicidas sofreram influência dos anos de cultivo. A significância da interação Locais x Fungicidas foi devido, provavelmente, à ocorrência distinta da quantidade de doença entre os locais.

As interações Genótipos x Anos, Genótipos x Locais e Genótipos x Fungicidas revelaram forte influência de fatores ambientais sobre a PG. A interação Genótipos x Fungicidas merece destaque especial, evidenciando a eficácia da metodologia para discriminação de materiais tolerantes a FAS. Os resultados corroboram os dados obtidos nos trabalhos de Unfried (2007), Araújo (2009), Medeiros (2009), Vieira (2009), Araújo e Vello (2010) e Yokomizo et al. (2013).

As interações triplas Genótipos x Anos x Locais e Genótipos x Locais x Fungicidas também foram significativas. Apenas para a interação tripla Genótipos x Anos x Fungicidas não foi detectada diferença estatística significativa, provavelmente, devido à distribuição e pressão desuniformes da doença entre os anos de teste, conforme comentado no item 4.1 (Tabela 23).

Os testes de médias envolvendo a interação tripla Anos (A) x Locais (L) x Fungicidas (F) estão dispostos na Tabela 24. Nas comparações entre anos, verifica-se que o ano agrícola 2008-09 (3670 Kg ha⁻¹) foi superior ao ano agrícola 2010-11 (3277 Kg ha⁻¹) que por sua vez foi significativamente superior ao ano agrícola 2009-10 (2483 Kg ha⁻¹), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Esse resultado confirma a ocorrência de maior pressão da FAS no ano agrícola 2009-10, configurando um ambiente ideal para se realizar seleção das progênes tolerantes à doença.

Na comparação entre os locais das médias dos três anos agrícolas, nota-se a superioridade de Anhumas (3703 Kg ha⁻¹) em relação a ESALQ (3054 Kg ha⁻¹) e a Areão (2863 Kg ha⁻¹). A média dos tipos de fungicidas durante os três anos agrícolas revelou que o Impact proporcionou maiores produtividades (3517 Kg ha⁻¹) em

relação ao Derosal (2934 Kg ha^{-1}), evidenciando mais uma vez a eficiência da metodologia.

Os testes de médias para a interação L x F considerando os dados dos três anos agrícolas revelou que dentro do fungicida Impact o local Anhumas foi superior a ESALQ que por sua vez foi superior a Areão com 4059 , 3385 e 3032 Kg ha^{-1} , respectivamente. Dentro do fungicida Derosal, o local Anhumas permaneceu proporcionando melhores PG (3311 Kg ha^{-1}), enquanto que ESALQ e Areão não diferiram entre si, respectivamente com 2669 e 2650 Kg ha^{-1} .

Estudando o efeito dos fungicidas dentro da média de cada local durante os três anos agrícolas, nota-se que o fungicida Impact apresentou melhor performance e proporcionou maiores PG para todos os locais em relação ao Derosal, com diferença estatística significativa segundo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as comparações entre locais dentro de anos, observa-se que no ano agrícola 2008-09 o local Anhumas foi o mais produtivo (4361 Kg ha^{-1}), seguido de Areão (3952 Kg ha^{-1}) e ESALQ (2583 Kg ha^{-1}), diferindo estatisticamente entre si. No ano agrícola 2009-10, o local Anhumas (2701 Kg ha^{-1}) foi significativamente superior a Areão (2251 Kg ha^{-1}). Já no ano agrícola 2010-11, o local Anhumas permaneceu sendo o mais produtivo com 3993 Kg ha^{-1} , superando a ESALQ (3497 Kg ha^{-1}) e o Areão (2279 Kg ha^{-1}), todos com diferenças significativas entre si.

Analisando o comportamento de anos dentro de locais, verifica-se que para o local Anhumas o ano agrícola 2008-09 foi o que permitiu maiores produtividades (4361 Kg ha^{-1}), diferindo das demais, seguido pelo ano agrícola 2010-11 (3993 Kg ha^{-1}) e depois por 2009-10 (2701 Kg ha^{-1}). Para o local ESALQ, cultivado apenas em 2008-09 e 2010-11, o ano agrícola 2010-11 apresentou maiores produtividades que o ano agrícola 2008-09, obtendo 3497 Kg ha^{-1} e 2583 Kg ha^{-1} , respectivamente. Já para o local Areão, o ano agrícola 2008-09 foi superior aos demais, apresentando 3952 Kg ha^{-1} . Os anos agrícolas 2009-10 e 2010-11 não diferiram entre si e apresentaram respectivamente 2251 e 2279 Kg ha^{-1} .

Na análise do teste de médias entre fungicidas dentro de ano, observa-se que para todos os anos o fungicida Impact foi superior ao Derosal, apresentando 3923 , 3007 e 3408 Kg ha^{-1} contra 3341 , 1945 e 3104 Kg ha^{-1} , respectivamente para os anos agrícolas 2008-09, 2009-10 e 2010-11. Já na comparação de anos dentro de cada tipo de fungicida verifica-se que para o fungicida Impact o ano 2008-09 foi o mais produtivo com 3923 Kg ha^{-1} , enquanto que o ano 2010-11 apresentou 3408 Kg

ha⁻¹ e no ano agrícola 2009-10 a PG ficou em 3007 Kg ha⁻¹, com aplicação do fungicida Impact. O fungicida Derosal apresentou um comportamento similar, sendo que o ano 2008-09 (3341 Kg ha⁻¹) foi o mais produtivo, seguido do ano agrícola 2010-11 (3104 Kg ha⁻¹) e, por fim, o ano agrícola 2009-10 (1945 Kg ha⁻¹) foi o mais castigado pela FAS. Houve diferença estatística entre todos os anos agrícolas, tanto para o fungicida Impact quanto para o Derosal.

As interações triplas entre os ambientes A x L x F fornecem dados mais detalhados sobre o comportamento de cada local, sob a aplicação de cada tipo de fungicida em cada ano (Tabela 24). Para o estudo da fonte de variação F/(AL), fungicidas dentro de anos e de locais, verifica-se que no ano agrícola 2008-09 e nos locais Anhumas e ESALQ, o fungicida Impact foi significativamente superior em relação ao fungicida Derosal. Já para o local Areão, essa diferença não foi detectada. Por outro lado, no ano agrícola 2009-10, para ambos os locais, Anhumas e Areão, houve diferenças estatísticas entre as aplicações dos fungicidas, com Impact proporcionando maiores produtividades, em relação ao Derosal. No ano agrícola 2010-11, no local ESALQ, não foi detectada diferença estatística entre os fungicidas. Para Anhumas e Areão houve significância, sendo o Impact mais produtivo que o Derosal em ambos os locais.

De acordo com a Tabela 24, o teste de médias para a fonte de variação L/(AF), locais dentro de anos e de fungicidas, mostra que o local Anhumas foi o mais produtivo (4654 Kg ha⁻¹), seguido de Areão (3922 Kg ha⁻¹) e da ESALQ (3319 Kg ha⁻¹) durante o ano agrícola 2008-09, com aplicação do Impact. Ainda no ano agrícola 2008-09, com aplicação do fungicida Derosal, a classificação dos locais sofreu uma moderada alteração. Os locais Anhumas e Areão foram os mais produtivos (4092 e 4122 Kg ha⁻¹, respectivamente), enquanto que a ESALQ apresentou média de PG de apenas 1990 Kg ha⁻¹. No ano agrícola 2009-10, o comportamento dos ambientes foi semelhante sob a aplicação dos dois diferentes tipos de fungicidas, sendo Anhumas significativamente mais produtivo que Areão. O mesmo ocorreu no ano agrícola 2010-11, ou seja, observa-se a mesma classificação dos ambientes tanto com a aplicação do fungicida Impact como do Derosal, sendo o local Anhumas o mais produtivo (4351 e 3720 Kg ha⁻¹), seguido pela ESALQ (3554 e 3469 Kg ha⁻¹) e Areão (2373 e 2185 Kg ha⁻¹).

Para a avaliação da influência dos anos, nos quais oscilaram a pressão da FAS, realizou-se ainda um teste de médias da fonte de variação A/(LF), anos dentro

de locais e de fungicidas (Tabela 24). Para o local Anhumas e com aplicação do fungicida Impact, o ano agrícola 2008-09 foi o mais produtivo (4654 Kg ha^{-1}), diferindo do ano agrícola 2010-11 (4351 Kg ha^{-1}), que também diferiu do ano agrícola 2009-10 (3214 Kg ha^{-1}). Considerando o mesmo local, Anhumas, porém com aplicação do fungicida Derosal, o comportamento entre os anos agrícolas seguiu a mesma tendência, ou seja, ano agrícola 2008-09 (4092 Kg ha^{-1}) melhor que 2010-11 (3720 Kg ha^{-1}) e que o ano agrícola 2009-10 (2206 Kg ha^{-1}), novamente o mais prejudicado pela incidência da FAS.

O local ESALQ apresentou comportamento semelhante tanto com aplicação do Impact como do Derosal. O ano agrícola 2010-11 (3554 Kg ha^{-1} , Impact e 3469 Kg ha^{-1} , Derosal) foi mais produtiva que a ano agrícola 2008-09 (3219 Kg ha^{-1} , Impact e 1990 Kg ha^{-1} , Derosal). Já para o local Areão, considerando a aplicação do fungicida Impact, o ano agrícola 2008-09 proporcionou melhores PG (3922 Kg ha^{-1}), seguido do ano agrícola 2009-10 (2806 Kg ha^{-1}) e do ano agrícola 2010-11 (2373 Kg ha^{-1}). Por outro lado, o local Areão com aplicação do fungicida Derosal, apresentou comportamento moderadamente diferente. O ano agrícola 2008-09 permaneceu sendo o mais produtivo (4122 Kg ha^{-1}), seguido do ano agrícola 2010-11 (2185 Kg ha^{-1}) e finalmente pelo ano agrícola 2009-10 (1707 Kg ha^{-1}). Estes resultados indicam mais uma vez a forte incidência da FAS durante o ano agrícola 2009-10 e a eficiência da metodologia em se utilizar dois fungicidas com princípios ativos diferentes para avaliar a reação dos genótipos a FAS.

Na Tabela 25, tem-se os testes de médias para os índices de efeito ferrugem sobre a produtividade (EFP) e taxa de susceptibilidade em relação à produtividade (TSP) para os anos e locais de testes. Analisando os anos agrícolas, verifica-se que houve diferença estatística entre os três anos agrícolas, tanto para EFP quanto para TSP. O ano agrícola 2010-11 foi o que apresentou menores danos à produtividade, devido à fraca ocorrência da FAZ, obtendo um EFP de -308 Kg ha^{-1} e TSP de -8% . O ano agrícola 2009-10 foi o mais afetado pela FAS, apresentando EFP de -1054 Kg ha^{-1} e TSP de -41% .

De acordo com a Tabela 25, o EFP para locais foi mais pronunciado em Anhumas, tendo sua produtividade reduzida em média -735 Kg ha^{-1} , porém não diferindo da ESALQ com -684 Kg ha^{-1} . Já o EFP no Areão foi estatisticamente diferente e teve média de -364 Kg ha^{-1} . A TSP para os locais não apresentou diferença estatística entre Areão e Anhumas, com valores médios de 17 e 19%,

respectivamente. Já a ESALQ foi a que apresentou maior TSP a FAS, com média de -26%.

4.3 Agrupamentos de Scott e Knott para médias de cruzamentos e de progênies dentro dos cruzamentos

O agrupamento das médias de cruzamentos e de suas progênies pelo método de Scott e Knott (1974) é apresentado nas Tabelas 26 e 27 para produtividade de grãos (PG) e na Tabela 28 para número de dias para maturação (NDM) e peso de cem sementes (PCS).

Na Tabela 26 estão expostos os cruzamentos e sua classificação por ordem decrescente, o teste de Scott e Knott e os valores máximos e mínimos das progênies que correspondem a cada cruzamento. Os testes foram realizados para o caráter PG para: a) o ano agrícola 2008-09, com aproximadamente 20 progênies por cruzamento e avaliadas em seis ambientes; b) o ano agrícola 2009-10, com 10 progênies por cruzamento, avaliadas em quatro ambientes; c) o ano agrícola 2010-11, com cinco progênies por cruzamento, avaliadas em seis ambientes; d) e, finalmente, a interação dos três anos agrícolas com as cinco progênies comuns, avaliadas em 16 ambientes (3 anos, 3 locais e 2 tipos de fungicidas).

Para os dados do ano agrícola 2008-09, observa-se na Tabela 26 que foram formados cinco grupos; oito cruzamentos apresentaram um conjunto de progênies com elevada média de PG nos seis ambientes 1x4 (USP 04-18.032 x BUSP 16-015), 1x6 (USP 04-18.032 x USP 97-10.046), 2x7 (USP 02-16.045 x USP 14-06-20), 2x10 (USP 02-16.045 x USP 191-104-11), 4x5 (BUSP 16-015 x USP 11-38), 6x8 (USP 97-10.046 x USP 191-102-03), 6x10 (USP 97-10.046 x USP 191-104-11) e 7x10 (USP 14-06-20 x USP 191-104-11), com média variando de 3530 a 3773 kg ha⁻¹ (Tabela 26). Observa-se que o genitor 10 (USP 191-104-11) está envolvido em três dos oito melhores cruzamentos para PG no ano agrícola 2008-09. Por outro lado, o cruzamento 1x2 (USP 04-18.032 x USP 02-16.045) foi o que apresentou a pior performance, sendo alocado sozinho no quinto grupo. Os cruzamentos 1x9 (USP 04-18.032 x USP 191-103-12), 2x3 (USP 02-16.045 x USP 97-08.135), 4x9 (BUSP 16-015 x USP 191-103-12) também apresentaram um comportamento inferior aos demais estando alocados no quarto grupo com produtividades de 2500 a 2600 kg ha⁻¹. Nota-se que os genitores 2 (USP 02-16.045) e o 9 (USP 191-103-12) foram os mais comuns entre os piores cruzamentos.

Durante o ano agrícola 2009-10, devido a maior agressividade da FAS, apenas três cruzamentos se destacaram, sendo eles 5x8 (USP 11-38 x USP 191-102-03), 7x10 (USP 14-06-20 x USP 191-104-11) e 8x10 (USP 191-102-03 x USP 191-104-11). Novamente, o genitor 10 (USP 191-104-11) mereceu destaque, bem como o genitor 8 (USP 192-101-03) nesse ano agrícola. A média de PG, mesmo para os melhores cruzamentos, não foram muito elevadas, correspondendo a 2700 kg ha⁻¹. Já os cruzamentos que não performaram adequadamente, compondo o quarto grupo, foram mais numerosos nesse ano agrícola, sendo 1x3 (USP 04-18.032 x USP 97-08.135), 1x4 (USP 04-18.032 x BUSP 16-015), 1x5 (USP 04-18.032 x USP 11-38), 1x9 (USP 04-18.032 x USP 191-103-12), 5x9 (USP 11-38 x USP 191-103-12), 6x8 (USP 97-10.046 x USP 191-102-03) e 8x9 (USP 191-102-03 x USP 191-103-12), com médias entre 1800 e 2100 kg ha⁻¹. Verifica-se que os cruzamentos envolvendo os genitores 1 (USP 04-18.032) e 9 (USP 191-103-12) foram mais comuns entre os que sofreram mais com a pressão da FAS (Tabela 26).

Com as sucessivas seleções realizadas nos anos agrícolas 2008-09 e 2009-10 pôde-se detectar no ano agrícola 2010-11 um maior número de cruzamentos no primeiro grupo, segundo o teste de agrupamento de Scott e Knott. Os cruzamentos 2x3 (USP 02-16.045 x USP 97-08.135), 2x4 (USP 02-16.045 x BUSP 16-015), 3x4 (USP 97-08.135 x BUSP 16-015), 3x5 (USP 97-08.135 x USP 11-38), 4x5 (BUSP 16-015 x USP 11-38), 4x6 (BUSP 16-015 x USP 97-10.046), 4x10 (BUSP 16-015 x USP 191-104-11) e 7x10 (USP 14-06-20 x USP 191-104-11) foram os mais produtivos com médias de PG variando entre 3740 e 4222 kg ha⁻¹ (Tabela 26). Para este ano agrícola o genitor 4 (BUSP 16-015) merece destaque como o que mais contribuiu para o desempenho dos melhores cruzamentos. Os cruzamentos que menos contribuíram para o bom desempenho de suas progênes e apresentaram uma média de PG reduzida foram 1x2 (USP 04-18.032 x USP 02-16.045), 1x8 (USP 04-18.032 x USP 191-102-03), 1x9 (USP 04-18.032 x USP 191-103-12), 1x10 (USP 04-18.032 x USP 191-104-11), 7x9 (USP 14-06-20 x USP 191-103-12), 8x9 (USP 191-102-03 x USP 191-103-12) e 9x10 (USP 191-103-12 x USP 191-104-11). Semelhante ao ano agrícola anterior, observa-se que os genitores 1 (USP 04-18.032) e 9 (USP 191-103-12) não contribuíram de forma satisfatória para a PG nas suas progênes.

A análise conjunta das cinco progênes nos 16 ambientes ao longo dos três anos agrícolas possibilita a observação de dados mais consistentes e representa, de

certa forma, a estabilidade da performance de cada cruzamento. Neste caso, os cruzamentos que se destacaram como os mais produtivos foram 2x4 (USP 02-16.045 x BUSP 16-015), 3x5 (USP 97-08.135 x USP 11-38), 4x5 (BUSP 16-015 x USP 11-38), 4x6 (BUSP 16-015 x USP 97-10.046), 4x10 (BUSP 16-015 x USP 191-104-11) e 7x10 (USP 14-06-20 x USP 191-104-11). Os cruzamentos que foram classificados no pior grupo foram 1x3 (USP 04-18.032 x USP 97-08.135), 1x9 (USP 04-18.032 x USP 191-103-12), 4x9 (BUSP 16-015 x USP 191-103-12), 8x9 (USP 191-102-03 x USP 191-103-12). O cruzamento 7x10 (USP 14-06-20 x USP 191-104-11) foi o que mais se destacou entre os cruzamentos, uma vez que esteve presente no melhor grupo em todos os anos agrícolas e variando entre o sexto e o segundo lugar na classificação geral dos cruzamentos (Tabela 26).

Como o número de progênies avaliadas era muito grande, o seu desempenho foi sintetizado na Tabela 27, na forma de distribuição de frequências. Só estão apresentadas as distribuições de frequência dos valores extremos (maiores e menores), para facilitar a interpretação dos dados de maior relevância. No ano agrícola 2008-09 foi possível detectar que os cruzamentos 1x4 (USP 04-18.032 x BUSP 16-015), 2x6 (USP 02-16.045 x USP 97-10.046), 2x7 (USP 02-16.045 x USP 14-06-20), 2x10 (USP 02-16.045 x USP 191-104-11), 4x5 (BUSP 16-015 x USP 11-38), 6x8 (USP 97-10.046 x USP 191-102-03), 6x10 (USP 97-10.046 x USP 191-104-11) e 7x10 (USP 14-06-20 x USP 191-104-11) foram os que apresentaram maior número de progênies no primeiro (melhor) grupo do teste do Scott e Knott. O número de progênies dentro de cada cruzamento antes mencionado foi respectivamente 12, 8, 10, 8, 10, 8, 10 e 9, representando mais de 40% de progênies no melhor grupo. Apenas os cruzamentos 2x6 (USP 02-16.045 x USP 97-10.046), 2x7 (USP 02-16.045 x USP 14-06-20), 6x8 (USP 97-10.046 x USP 191-102-03), 6x10 (USP 97-10.046 x USP 191-104-11) apresentaram uma ou duas progênies no pior grupo.

Ainda no ano agrícola 2008-09, os cruzamentos 1x3 (USP 04-18.032 x USP 97-08.135), 1x9 (USP 04-18.032 x USP 191-103-12), 2x3 (USP 02-16.045 x USP 97-08.135) e 4x9 (BUSP 16-015 x USP 191-103-12) apresentaram mais de 30% das progênies no pior agrupamento. O cruzamento 1x3 (USP 04-18.032 x USP 97-08.135) chamou a atenção por apresentar 14 progênies com as menores médias de PG.

O ano agrícola 2009-10 foi marcado por baixas médias de PG; no entanto, seis cruzamentos se destacaram com mais de 40% das progênies no grupo com as

maiores médias, sendo eles, 2x8 (USP 02-16.045 x USP 191-102-03) (5 progênies no primeiro grupo e uma no ultimo grupo), 4x8 (BUSP 16-015 x USP 191-102-03) (5 progênies no primeiro grupo), 5x6 (USP 11-38 x USP 97-10.046) (4 progênies no primeiro grupo e uma no ultimo grupo), 5x8 (USP 11-38 x USP 191-102-03) (5 progênies no primeiro grupo), 7x10 (USP 14-06-20 x USP 191-104-11) (4 progênies no primeiro grupo) e 8x10 (USP 191-102-03 x USP 191-104-11) (7 progênies no primeiro grupo). Observa-se um destaque do genitor 8 (USP 191-102-03), presente em quatro dos seis cruzamentos com maior número de progênies com alta produtividade em um ano agrícola com forte incidência da FAS (Tabela 27).

Por outro lado, quatro cruzamentos tiveram mais de 40% de suas progênies com a PG comprometida pela FAS. Os cruzamentos 1x3 (USP 04-18.032 x USP 97-08.135) e 1x9 (USP 04-18.032 x USP 191-103-12) apresentaram quatro progênies no pior grupo. Já os cruzamentos 5x9 (USP 11-38 x USP 191-103-12) e 8x9 (USP 191-102-03 x USP 191-103-12) apresentaram cinco progênies no pior grupo. Observa-se mais uma vez que o genitor 9 (USP 191-103-12) se destacou com maior presença nos piores índices.

Observando os dados do ano agrícola 2010-11 na Tabela 27, nota-se que cinco cruzamentos apresentaram 60% de progênies no agrupamento dos genótipos mais produtivos. Os cruzamentos 2x4 (USP 02-16.045 x BUSP 16-015), 3x5 (USP 97-08.135 x USP 11-38), 4x5 (BUSP 16-015 x USP 11-38), 4x6 (BUSP 16-015 x USP 97-10.046) e 7x10 (USP 14-06-20 x USP 191-104-11) obtiveram, respectivamente, 4, 3, 3, 3, e 3 progênies no melhor grupo. O grupo com as menores PG foi composto com apenas três progênies, uma de cada um dos cruzamentos 1x8 (USP 04-18.032 x USP 191-102-03), 7x9 (USP 14-06-20 x USP 191-103-12) e 9x10 (USP 191-103-12 x USP 191-104-11).

Por fim, a análise conjunta dos três anos agrícolas revela dados semelhantes ao ano agrícola 2010-11 (Tabela 27). Foram detectados seis cruzamentos com mais de 60% das progênies no melhor grupo, sendo eles, 2x4 (USP 02-16.045 x BUSP 16-015), 2x6 (USP 02-16.045 x USP 97-10.046), 3x5 (USP 97-08.135 x USP 11-38), 4x5 (BUSP 16-015 x USP 11-38), 4x6 (BUSP 16-015 x USP 97-10.046) e 7x10 (USP 14-06-20 x USP 191-104-11). O pior grupo por sua vez foi formado por cinco cruzamentos com mais de 40% das progênies apresentando baixas PG, sendo eles 1x3 (USP 04-18.032 x USP 97-08.135), 1x9 (USP 04-18.032 x USP 191-103-12), 4x9 (BUSP 16-015 x USP 191-103-12) e 8x9 (USP 191-102-03 x USP 191-103-12).

Estes dados mostram a consistência de comportamento de alguns cruzamentos e de suas progênies durante os três anos de teste e os vários locais avaliados. Pelo menos dois cruzamentos merecem destaque, o 2x4 (USP 02-16.045 x BUSP 16-015) e o 7x10 (USP 14-06-20 x USP 191-104-11) por apresentarem elevada média de PG (Tabela 26), sempre presentes no melhor grupo durante os três anos agrícolas e mais de 40% das progênies também no melhor grupo nos três anos agrícolas, além de nenhuma progênie no pior grupo (Tabela 27). Por outro lado, o cruzamento 1x9 (USP 04-18.032 x USP 191-103-12) se destacou pelo péssimo desempenho ao longo dos anos agrícolas, apresentando as menores produtividades entre os cruzamentos e a maior proporção de progênies nos piores grupos, e sem apresentar nenhuma progênie no melhor grupo em nenhum ano agrícola.

Na Tabela 28 estão expostos os resultados do teste de agrupamento de Scott e Knott para os caracteres NDM e PCS, avaliados durante os anos agrícolas 2009-10 e 2010-11. Para o caráter NDM observa-se que durante o ano agrícola 2009-10 os cruzamentos foram agrupados em quatro conjuntos, com o ciclo variando entre 114 a 126 dias. Já no ano agrícola 2010-11 o ciclo oscilou entre 124 e 133 dias. O ciclo mais curto no ano agrícola 2009-10 pode ser, em parte, associado a forte pressão da FAS que causou desfolha precoce das progênies, especialmente nos experimentos com aplicação do fungicida Derosal.

Os cruzamentos mais precoces no ano agrícola 2009-10 foram 1x5 (USP 04-18.032 x USP 11-38), 1x6 (USP 04-18.032 x USP 97-10.046), 4x5 (BUSP 16-015 x USP 11-38) e 5x9 (USP 11-38 x USP 191-103-12), enquanto que no ano agrícola 2010-11 foram 1x4 (USP 04-18.032 x BUSP 16-015), 1x5 (USP 04-18.032 x USP 11-38), 1x6 (USP 04-18.032 x USP 97-10.046), 1x8 (USP 04-18.032 x USP 191-102-03), 2x3 (USP 02-16.045 x USP 97-08.135) e 5x6 (USP 11-38 x USP 97-10.046). Nota-se que os cruzamentos 1x5 (USP 04-18.032 x USP 11-38) e 1x6 (USP 04-18.032 x USP 97-10.046) se repetiram entre os mais precoces, comparativamente com Vieira (2009), que relatou esses dois cruzamentos como os de menor grupo de maturação na geração F_2 . Já os mais tardios foram 2x7 (USP 02-16.045 x USP 14-06-20), 2x8 (USP 02-16.045 x USP 191-102-03), 2x10 (USP 02-16.045 x USP 191-104-11), 3x8 (USP 97-08.135 x USP 191-102-03), 3x10 (USP 97-08.135 x USP 191-104-11), 7x10 (USP 14-06-20 x USP 191-104-11) e 9x10 (USP 191-103-12 x USP 191-104-11) durante o ano agrícola 2009-10, enquanto que no ano agrícola 2010-11

foram mais tardios os cruzamentos 2x7 (USP 02-16.045 x USP 14-06-20), 2x10 (USP 02-16.045 x USP 191-104-11), 3x5 (USP 97-08.135 x USP 11-38), 3x7 (USP 97-08.135 x USP 14-06-20), 3x9 (USP 97-08.135 x USP 191-103-12), 3x10 (USP 97-08.135 x USP 191-104-11), 6x7 (USP 97-10.046 x USP 14-06-20), 7x10 (USP 14-06-20 x USP 191-104-11) e 8x9 (USP 191-102-03 x USP 191-103-12) (Tabela 28). A média dos cruzamentos 2x10 (USP 02-16.045 x USP 191-104-11) e 7x10 (USP 14-06-20 x USP 191-104-11) também se repetiram como os mais tardios nos dois anos de teste, semelhantemente ao observado por Vieira (2009) na geração F₂, que caracterizou esses cruzamentos com o grupo de maturação 7.7.

A Tabela 28 mostra que para o caráter PCS houve a formação de seis grupos, segundo o teste de Scott e Knott, tanto para o ano agrícola 2009-10 quanto para o ano agrícola 2010-11. Os dados do ano agrícola 2009-10 mostram que 11 cruzamentos foram alocados no sexto grupo, apresentando um reduzido valor de PCS, outro fato que indica a forte incidência da FAS nesse ano agrícola. Os cruzamentos que compõe esse grupo foram 1x3 (USP 04-18.032 x USP 97-08.135), 1x4 (USP 04-18.032 x BUSP 16-015), 1x5 (USP 04-18.032 x USP 11-38), 2x3 (USP 02-16.045 x USP 97-08.135), 3x4 (USP 97-08.135 x BUSP 16-015), 3x5 (USP 97-08.135 x USP 11-38), 3x6 (USP 97-08.135 x USP 97-10.046), 3x7 (USP 97-08.135 x USP 14-06-20), 3x9 (USP 97-08.135 x USP 191-103-12), 3x10 (USP 97-08.135 x USP 191-104-11) e 4x5 (BUSP 16-015 x USP 11-38), com PCS variando entre 12,33 e 11,05 g.

Os materiais com melhor desempenho no caráter PCS, durante o ano agrícola 2009-10, foram apenas os cruzamentos 7x8 (USP 14-06-20 x USP 191-102-03) e 8x9 (USP 191-102-03 x USP 191-103-12) (16,61 e 17,16 g respectivamente). O segundo grupo do teste de Scott e Knott foi formado pelos cruzamentos 1x8 (USP 04-18.032 x USP 191-102-03), 2x8 (USP 02-16.045 x USP 191-102-03), 6x8 (USP 97-10.046 x USP 191-102-03) e 8x10 (USP 191-102-03 x USP 191-104-11), com valores relativamente altos de médias de PCS, variando de 16,00 a 15,74g.

Para o ano agrícola 2010-11 o comportamento dos cruzamentos para o caráter PCS foi diferenciado, ou seja, maior quantidade de cruzamentos nos primeiros (melhores) grupos e poucos cruzamentos nos últimos (piores) grupos. O primeiro grupo reuniu oito cruzamentos apresentando PCS entre 17,93 e 16,66 g, sendo eles, 2x8 (USP 02-16.045 x USP 191-102-03), 4x8 (BUSP 16-015 x USP 191-102-03), 5x8 (USP 11-38 x USP 191-102-03), 6x8 (USP 97-10.046 x USP 191-102-

03), 7x8 (USP 14-06-20 x USP 191-102-03), 7x9 (USP 14-06-20 x USP 191-103-12), 8x9 (USP 191-102-03 x USP 191-103-12) e 8x10 (USP 191-102-03 x USP 191-104-11) (Tabela 28). Observa-se que em ambos os anos agrícolas trabalhados, o genitor 8 (USP 191-102-03) teve forte presença nos cruzamentos que se destacaram com elevado PCS. Apenas dois cruzamentos foram classificados no sexto, pior, grupo no ano agrícola 2010-11 para média de PCS, sendo eles 3x5 (USP 97-08.135 x USP 11-38) e 3x6 (USP 97-08.135 x USP 97-10.046) (Tabela 28).

4.4 Capacidade média de combinação

Na tabela 29, observa-se que os genitores 4 (BUSP 16-015), 6 (USP 97-10.046) e 10 (USP 191-104-11) destacaram-se entre os demais apresentando médias superiores à média geral. Essa superioridade das médias desses três genitores é decorrente de sua boa capacidade de combinação, permitindo elevada média de produtividade de grãos dos cruzamentos em que esses genitores estiveram envolvidos no esquema dialélico. Houve uma concordância parcial com Vieira (2009), o qual analisando o mesmo esquema dialélico na geração F_2 , através do modelo 2 de Griffing (1956), identificou o genitor 10 (USP 191-104-11) como sendo o de melhor capacidade geral de combinação (CGC).

A média dos nove cruzamentos envolvendo cada um dos genitores 4 (BUSP 16-015), 6 (USP 97-10.046) e 10 (USP 191-104-11) permitiram que eles contribuíssem para elevar a média experimental e apresentaram produtividade superior à média geral em 128, 106 e 96 Kg ha⁻¹, respectivamente.

Por outro lado, observa-se que os genitores 1 (USP 04-18.032), 3 (USP 97-08.135), e 9 (USP 191-103-12) foram os que apresentaram pior capacidade média de gerar boas combinações (Tabela 29). A mesma evidência ocorreu na geração F_2 , na qual Vieira (2009) identificou o genitor 1 (USP 04-18.032) como o de pior CGC.

Observando os dados de cada cruzamento na Tabela 29, verifica-se que as combinações 2x4 (USP 02-16.045 x BUSP 16-015), 2x10 (USP 02-16.045 x USP 191-104-11), 4x5 (BUSP 16-015 x USP 11-38), 4x6 (BUSP 16-015 x USP 97-10.046), 4x10 (BUSP 16-015 x USP 191-104-11), 7x10 (USP 14-06-20 x USP 191-104-11) foram as que apresentaram maiores médias de produtividade de grãos, indicando boa capacidade específica de combinação (CEC) entre eles e, também, reforçam a evidência dos genitores 4 (BUSP 16-015) e 10 (USP 191-104-11) apresentarem boa capacidade média de combinação. O cruzamento 4x10 (BUSP

16-015 x USP 191-104-11) também foi identificado no trabalho de Vieira (2009) como sendo de boa CEC.

4.5 Análises de adaptabilidade e estabilidade

A interação genótipos x ambientes significativa (Tabela 22) indica que os genótipos apresentam comportamento diferenciado em cada ambiente de teste, permitindo a estratificação ambiental e/ou a seleção de materiais com ampla adaptação ou adaptados a ambientes específicos.

A Tabela 30 classifica as 225 progênies comuns aos três anos de teste quanto à média de produtividade de grãos (PG), parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica de Eberhart e Russell (1966) e índices de efeito ferrugem (EFP) e taxa de susceptibilidade (TSP) à doença. Os cruzamentos que mais se destacaram apresentando mais de uma progênie na classificação dos 12% mais produtivos foram 2x4 (USP 02-16.045 x BUSP 16-015), 4x5 (BUSP 16-015 x USP 11-38), 4x10 (BUSP 16-015 x USP 191-104-11) e 7x10 (USP 14-06-20 x USP 191-104-11), sendo os três primeiros com duas progênies e o quarto cruzamento com quatro progênies no grupo mais produtivo. A PG dentro desse conjunto de progênies variou de 3662 a 4310 kg ha⁻¹.

No entanto, levando-se em consideração a média de PG, o coeficiente de regressão, o desvio da regressão, o R², e os índices EFP e TSP, outros cruzamentos também merecem destaque por apresentarem esses componentes da análise de adaptabilidade e estabilidade e tolerância a FAS mais equilibrados entre si. Com base nessas considerações, quatro progênies chamam a atenção com valor para serem usadas como genitores em programas de seleção recorrente e também com potencial para uso como futuras cultivares, sendo elas, 231-2224-12 (6x8) (USP 97-10.046 x USP 191-102-03), 231-6127-06 (1x8) (USP 04-18.032 x USP 191-102-03), 231-2220-11 (7x10) e 231-1120-08 (7x10) (USP 14-06-20 x USP 191-104-11).

A progênie 231-2224-12 (6x8) (USP 97-10.046 x USP 191-102-03) se destaca por apresentar uma média de PG próxima a 3800 kg ha⁻¹ e EFP de apenas -77 kg ha⁻¹, representando uma TSP de apenas -2%. Esses dados evidenciam que essa progênie tem grande potencial para contribuir em um programa de seleção recorrente para tolerância a FAS. Porém o coeficiente de determinação (R²) foi de 62% e o desvio de regressão foi significativo, indicando não ser um material muito estável.

A progênie 231-6127-06 (1x8) (USP 04-18.032 x USP 191-102-03) é um dos materiais mais interessantes por apresentar coeficiente de regressão (β_1) e desvio da regressão não significativos, ou seja, comportando-se como um genótipo com ampla adaptação e com boa estabilidade. O R^2 acima de 70% confere boa adequação do modelo ao genótipo e o EF e TS não muito expressivos, com -207 kg ha^{-1} e -13% , respectivamente.

O cruzamento 7x10 (USP 14-06-20 x USP 191-104-11) apresentou quatro de suas cinco progênies envolvidas nessa análise entre os 30 genótipos mais produtivos. Dessas quatro, a progênie 231-1120-08 se destaca por apresentar adaptação ampla e boa previsibilidade de comportamento, com o EFP e a TSP relativamente baixos, sendo respectivamente -382 kg ha^{-1} e -11% .

Por outro lado as progênies 231-3208-09 (6x7) (USP 97-10.046 x USP 14-06-20), 231-2207-01 (1x2) (USP 04-18.032 x USP 02-16.045), 231-2226-07 (4x10) (BUSP 16-015 x USP 191-104-11), 231-2112-01 (4x6) (BUSP 16-015 x USP 97-10.046), 231-2230-08 (5x6) (USP 11-38 x USP 97-10.046), 231-6217-12 (2x10) (USP 02-16.045 x USP 191-104-11), 231-6210-01 (1x3) (USP 04-18.032 x USP 97-08.135), 231-3120-05 (3x10) (USP 97-08.135 x USP 191-104-11), 231-3113-11 (1x7) (USP 04-18.032 x USP 14-06-20), 231-1102-04 (5x8) (USP 11-38 x USP 191-102-03), 231-1128-01 (4x7) (BUSP 16-015 x USP 14-06-20) e 231-3113-02 (1x7) (USP 04-18.032 x USP 14-06-20) apresentaram mais de 40% de redução de produtividade devido à incidência da FAS e a maioria delas comportou-se como de baixa previsibilidade, tornando-se materiais pouco interessantes para se manter em um programa de seleção recorrente para tolerância a FAS.

5 CONCLUSÕES

- a) O contraste entre reações diversas dos genótipos aos fungicidas, a variação na pressão do fungo da ferrugem asiática da soja (FAS) sobre as progênies entre anos agrícolas diferentes e os efeitos de locais contribuíram para a significância da interação entre genótipos e ambientes.
- b) Os genitores 8 (USP 191-102-03) e 10 (USP 191-104-11) foram os que mais contribuíram para elevadas médias de PG e peso de cem sementes (PCS). Já o genitor 4 (BUSP 16-015) destacou-se apenas na média de PG, além de ter apresentado valor alto de capacidade média de combinação para PG na média dos três anos agrícolas.
- c) O cruzamento 7x10 (USP 14-06-20 x USP 191-104-11) destacou-se originando o maior número de progênies com desempenho superior em PG e tolerância a FAS. Por outro lado, os genitores 1 (USP 04-18.032), 3 (USP 97-08.135) e 9 (USP 191-103-12) foram os que menos contribuíram para geração de progênies com alta PG.
- d) Houve variação entre as progênies dentro de cruzamentos para as estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica. Consequentemente, as progênies 231-2224-12 (6x8 = USP 97-10.046 x USP 191-102-03), 231-6127-06 (1x8 = USP 04-18.032 x USP 191-102-03) e 231-1120-08 (7x10 = USP 14-06-20 x USP 191-104-11) foram as mais indicadas para a seleção recorrente para tolerância a FAS.

REFERÊNCIAS

AGRIOS, G. **Plant pathology**. San Diego: Elsevier Academic Press, 2005. 922 p.

ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype– environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v. 4, n. 5, p. 503-508, 1964.

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

AMORIM, L. Infecção. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. cap. 15, p. 295-307.

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.; RIBEIRO, A.S.; YORINORI, J.T.; BROGIN, R.L.; OLIVEIRA, M.F.; TOLEDO, J.F.F. Inheritance of resistance of soybean to rust (*Phakopsora pachyrhizi* Sidow). In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7., 2004, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Embrapa, 2004. p. 100.

ARIAS, E.R.A. **Adaptabilidade e estabilidade das cultivares de milho avaliadas no Estado de Mato Grosso do Sul e avanço genético obtido no período de 1986/87 a 1993/94**. 1996. 118 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

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

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

BOREM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 2009. 529 p.

BROGIN, R.L.; ARIAS, C.A.A.; KIIHL, R.A.S.; TOLEDO, J.F.F.; YORINORI, J.T. Genótipos de soja resistentes a ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2., 2003, PORTO SEGURO. **Anais...** Porto Seguro: Sociedade Brasileira de Melhoramento de Plantas, 2003. 1 CD-ROM.

BROMFIELD, K.R. Soybean rust and soybean rust research. **Soybean Genetics Newsletter**, Columbia, v. 1, p. 45-52, 1974.

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

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. (Ed.). **Manual de fitopatologia**. São Paulo: Ceres, 1995. cap. 37, p. 729-760.

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

COCKERHAM, C.C. Estimation of genetics variance. In: HANSON, W.D.; ROBINSON, H.F. (Ed.). **Statistical genetics and plant breeding**. Madison: National Academy of Science, 1963. p. 53-94.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=2#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 10 jan. 2014.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1997. 390 p.

CRUZ, C.D.; TORRES, R.A.A.; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 3, p. 576-580, 1989.

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

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, n. 1, p. 36-40, 1966.

EMBRAPA SOJA. Doenças e medidas de controle. In: _____. **Tecnologias de produção de soja Região Central do Brasil 2007**. Londrina: Embrapa Soja, Embrapa Cerrados, Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p. 169-218

EMBRAPA SOJA. In: _____. **Prejuízo com ferrugem da soja se mantém estável nesta ano agrícola**. 2007. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/noticia/ver_noticia.php?cod_noticia=380>. Acesso em: 15 maio 2007.

EMBRAPA SOJA. In: _____. **Consórcio anti-ferrugem**. Disponível em: <<http://www.consortioantiferrugem.net/>>. Acesso em: 17 jan. 2009.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Vazio sanitário da soja**. Disponível em: <http://www.epamig.br/index.php?option=com_content&task=view&id=257&Itemid=188>. Acesso em: 20 fev. 2011.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ” - ESALQ. Departamento de Engenharia de Biosistemas. **Base de dados do posto agrometeorológico**. Disponível em: <<http://www.leb.ESALQ.usp.br/anos.html>>. Acesso em: 03 maio 2013.

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

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 12 p. (Special Report, 80).

FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MATO GROSSO. **Doenças da soja**. Rondonópolis, 2007. 346p.

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

GODOY, C.V. **Prejuízo com ferrugem da soja se mantém estável nesta ano agrícola**. 2007. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/alerta/ver_alerta.php?cod_pagina_sa=175&cultura=1>. Acesso em: 20 ago. 2012.

GODOY, C.V.; CANTERI, M.G. Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 1, p. 7-101, 2004.

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

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

HARTMAN, G.L.; WANG, T.C.; SHANMUGASUNDARAM, S. Soybean rust research: progress and future prospects. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 5., 1994, Chiang Mai. **Proceedings...** Bangkok: Banpot Napompeth, 1997. p. 180-186.

HARTMAN, G.L.; WANG, T.C.; TSCHANZ, A.T. Soybean rust development and the quantitative relationship between rust severity and soybean yield. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 75, n. 6, p. 596-600, 1991.

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

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

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

INDEX FUNGORUM. Disponível em:

<<http://www.indexfungorum.org/Names/NamesRecord.asp?RecordID=121037>>.

Acesso em: 17 fev. 2011.

JULIATTI, F.C.; POLIZEL, A.C.; JULIATTI, F.C. **Manejo integrado de doenças da soja**. Uberlândia: Composer, 2004. 327p.

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

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

LAPERUTA, L.D.C.; RIBEIRO, A.S.; RACHID, B.F.; TOLEDO, J.F.F. de; ARIAS, C.A.A. Identificação de novos genes de resistência à ferrugem asiática da soja (*Phakopsora pachyrhizi*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 4., 2006, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 2006. p. 130.

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

MARIOTTI, J.A.; OYARZABAL, E. S.; OSA, J. M.; BULACIO, A. N. R.; ALMADA, G. H. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genótipos de caña de azúcar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronomica del Noroeste Argentino**, Tucumán, v. 13, n. 1/4, p. 105-127, 1976.

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.

MEDEIROS, A.G. **Parâmetros genéticos e potencial agrônomo de cruzamentos tipo adaptado x exótico em soja, com ênfase na reação à ferrugem asiática.** 2009. 157 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

MELCHING, J.S.; DOWLER, W. M.; KOOGLER, D. L.; ROYER, M. H. Effects of duration, frequency, and temperature of leaf wetness periods on soybean rust. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 73, n. 2, p. 117-122, 1989.

MILES, M.R.; FREDERICK, R. D.; HARTMAN, G. L. Evaluation of soybean germplasm for resistance to *Phakopsora pachyrhizi*. **Plant Health Progress**, Saint Paul, v. 10, p. 1-29, 2006.

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, n. 6, p. 658-662, 2005.

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

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** Piracicaba: ESALQ, 2009. 477 p.

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

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

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

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

RONZELLI JR., P. **Melhoramento genético de plantas.** Curitiba: O Autor, 1996. 219 p.

SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system:** user's guide. Cary, 1996. 842 p.

SCHAFER, J.F. Tolerance to plant disease. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 8, p. 235-252, 1970.

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

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

SEIXAS, C.D.S. **Vazio Sanitário**: panorama nacional e medidas de monitoramento. Disponível em:
<<http://garoupa.cnpso.embrapa.br/download/consorcio/simposio2007/PalestrasCAFeSimposio/VazioSanitarioCAF.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2012.

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

SINCLAIR, J.B.; BACKMAN, P.A. **Compendium of soybean diseases**. Saint Paul: APS Press, 1989. 106 p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011

SINCLAIR, J.B.; HARTMAN, G.L. Soybean rust workshop. **College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences**, Urbana, v. 1, n. 1, p. 9-11, 1995.

TAN, Y.J.; YU, Z.L.; LIU, J.L. Studies on the epidemic regulation and control of soybean rust caused by *Phakopsora pachyrhizi* Sydow. In: INTSOY - INTERNATIONAL SOYBEAN PROGRAM SERIES, 1983, Urbana. **Proceedings...** Urbana: University of Illinois, 1983. p. 169-174.

TSCHANZ, A.T.; TSAI, B.Y. Effect of maturity on soybean rust development. **Soybean Rust Newsletter**, Urbana, v. 5, p. 38-41, 1982.

TSCHANZ, A.T.; WANG, T.C. Interrelationship between soybean development, resistance, and *Phakopsora pachyrhizi*. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE SOCIETY FOR THE ADVANCED OF BREEDING RESEARCH IN ASIA AND OCEANIA, 1985, Bangkok. **Proceedings...** Bangkok: Society for the Advanced of Breeding Research in Asia and Oceania. 1985. p. 14-20.

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.

VAKILI, N.G. Field survey of endemic leguminous hosts of *Phakopsora pachyrhizi* in Puerto Rico. **Plant Disease Reporter**, Washington, v. 63, n. 9, p. 931-935, 1979.

VALE, F.X.R. do; CHAVES, G.M.; ZAMBOLIN, L. Host range study of soybean rust in Brazil. **Soybean Rust Newsletter**, Ohio, v. 7, p. 7-9, 1985.

VELLO, N.A.; BROGIN, R.L.; ARIAS, C.A.A. Estratégias de melhoramento para o controle da ferrugem da soja. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3.; CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA E MERCOSOJA, 2., 2002. Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA Soja, 2002. p. 188–196.

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

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

YANG, C.Y. The IWGSR rust rating system. **Soybean Rust Newsletter**, Ohio, v. 1, p. 4-6, 1977.

YORINORI, J.T. Ferrugem da soja: panorama geral. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7., 2004, Londrina. **Anais....** Londrina: Embrapa Soja, 2004. p. 1299–1307.

YORINORI, J.T.; LAZZAROTTO, J.J. **Situação da ferrugem asiática da soja no Brasil e na América do Sul**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 27 p. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/alerta/documentos236.pdf>>. Acesso em: 07 fev. 2011.

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M. **Ferrugem da soja: *Phakopsora pachyrhizi* Sydow**. Londrina: Embrapa Soja, 2002. 6 p.

YORINORI, J.T.; GODOY, C.V.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; COSTAMILAN, L.N.; BERTAGNOLLI, P.F.; NUNES JR, J. Evolução da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil, de 2001 a 2003. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 36., 2003, Uberlândia. **Suplemento...** Uberlândia, 2003. p.210.

YORINORI, J.T.; YUYAMA, M.M. Doenças da soja. In: Boletim de Pesquisa de Soja 2007/2008. Rondonópolis: Fundação MT, 2008. p. 98-110.

YORINORI, J.T.; NUNES JR., J.; LAZZAROTTO, J.J. **Ferrugem “asiática” da soja no Brasil**: evolução, importância econômica e controle. Londrina: EMBRAPA Soja, 2004. 36 p.

YORINORI, J.T.; YUYAMA, M.M.; SIQUERI, F.V. Doenças da soja. In: Boletim de Pesquisa de Soja 2008/2009. Rondonópolis: Fundação MT, 2009. p. 180-228.

YORINORI, J.T.; PAIVA, W.M.; FREDERICK, R.D.; FERNANDEZ, P.F.T. Ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) no Brasil e no Paraguai, nos anos agrícolas de 2000/01 e 2001/02. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2., 2002, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2002. p. 94.

ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R. do; CHAVES, G.M. Partial resistance of soybean cultivars to *Phakopsora pachyrhizi*. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 8, n. 2, p. 117-122, 1983.

ANEXOS

Tabela 1 - Resumo das genealogias das linhagens usadas como genitoras nos cruzamentos

Genitores	Genótipos	Genealogias
1*	USP 04-18.032	Hartwig x (Foster x FT 79-3408)
2*	USP 02-16.045	(Primavera x Foster) x (Kirby x FT-2)
3*	USP 97-08.135	IAS-5 x IAC 100
4*	BUSP 16-015	(IAC-Foscarin 31 x Forrest) x (Foster x FT 79-3408)
5*	USP 11-38	Foster x FT 79-3408
6*	USP 97-10.046	(Primavera x SOC 81-79) x (IAC 10 x GO 81-11.046)
7**	USP 14-06-20	IAC 4 x Conquista
8**	USP 191-102-03	[(Tainung#4 x PI 230970 F ₇₋₄) x Doko] x Ocepar 4
9**	USP 191-103-12	[(Tainung#4 x PI 230970 F ₇₋₄) x Doko] x Hakucho
10**	USP 191-104-11	(IAC PL-1 x FT 2) x Ocepar 4

* Linhagens selecionadas do trabalho de Unfried (2007)

** Linhagens selecionadas do trabalho de Araújo et al. (2005)

Tabela 2 - Esquema dos cruzamentos em dialelo completo 10 x 10, realizado em 2005/06

⁺ Gen. n° cruz.	2*	3*	4*	5*	6*	7**	8**	9**	10**
1*	1x2 ₁	1x3 ₂	1x4 ₃	1x5 ₄	1x6 ₅	1x7 ₆	1x8 ₇	1x9 ₈	1x10 ₉
2*		2x3 ₁₀	2x4 ₁₁	2x5 ₁₂	2x6 ₁₃	2x7 ₁₄	2x8 ₁₅	2x9 ₁₆	2x10 ₁₇
3*			3x4 ₁₈	3x5 ₁₉	3x6 ₂₀	3x7 ₂₁	3x8 ₂₂	3x9 ₂₃	3x10 ₂₄
4*				4x5 ₂₅	4x6 ₂₆	4x7 ₂₇	4x8 ₂₈	4x9 ₂₉	4x10 ₃₀
5*					5x6 ₃₁	5x7 ₃₂	5x8 ₃₃	5x9 ₃₄	5x10 ₃₅
6*						6x7 ₃₆	6x8 ₃₇	6x9 ₃₈	6x10 ₃₉
7**							7x8 ₄₀	7x9 ₄₁	7x10 ₄₂
8**								8x9 ₄₃	8x10 ₄₄
9**									9x10 ₄₅

⁺Gen.: Genitores (1 a 10) identificados na Tabela 1; n° cruz.: número do cruzamento (1 a 45), como subscrito

Tabela 3 - Esquema da composição dos experimentos conduzidos em três diferentes locais (Anhumas, ESALQ, Areão) e em três anos agrícolas

ANOS / GERAÇÕES	LOCAIS	FUNGICIDAS	AMBIENTES	Nº. genótipos, blocos e parcelas
2008-09 F _{2:4}	1 - Anhumas	1 - Impact	1	Em média 20 progênies / cruz.
		2 - Derosal	2	
	2 - ESALQ	1 - Impact	3	4 testemunhas comuns / bloco
		2 – Derosal	4	12 blocos
	3 - Areão	1 – Impact	5	±80 parcelas / bloco
		2 – Derosal	6	
2009-10 F _{2:5}	1 - Anhumas	1 – Impact	7	10 progênies / cruz.
		2 – Derosal	8	5 testemunhas comuns / bloco
	3 - Areão	1 – Impact	9	10 blocos
		2 – Derosal	10	50 parcelas / bloco
2010-11 F _{2:6}	1 - Anhumas	1 – Impact	11	5 progênies / cruz.
		2 – Derosal	12	
	2 - ESALQ	1 – Impact	13	5 testemunhas comuns / bloco
		2 – Derosal	14	5 blocos
	3 - Areão	1 – Impact	15	50 parcelas / bloco
		2 – Derosal	16	
Interação 2008-11	Utilizou-se os dados dos três anos agrícolas, considerando as cinco progênies/cruz. e as duas testemunhas comuns aos 16 ambientes			

Tabela 4 - Resumo das análises de variância individuais dos dados obtidos para o caráter produtividade grãos de 883 genótipos (879 progênes e 4 testemunhas) de soja em 6 ambientes: 3 locais (Anhumas, ESALQ, Areão) x 2 tipos de fungicidas (FAS com controle da ferrugem e doenças de final de ciclo, DFC com controle somente das doenças de final de ciclo). Piracicaba – SP, ano agrícola 2008-09

FV	GL	Quadrados médios					
		Produtividade de Grãos (kg ha ⁻¹)					
		AMB. 1	AMB. 2	AMB. 3	AMB. 4	AMB. 5	AMB. 6
		Anhumas:FAS	Anhumas:DFC	ESALQ:FAS	ESALQ:DFC	Areão:FAS	Areão:DFC
Conjuntos	11	1188408	465478	636808	520388	864006	980861
Genótipos	882	1160700**	834887ns	913309ns	428888ns	1456007ns	1071637*
Testemunhas (T)	3	1675008*	6514967**	5935919**	2202848**	3357281*	5761155**
Progênes (P)	878	1114591**	803191ns	896119ns	417828ns	1449334ns	1055674*
T vs P	1	36702050**	10422517**	429460ns	5184121**	1967647ns	3202529*
Resíduo	33	525311	648666	591944	456621	980690	639386
Média Testemunhas		3297 B	3140 B	2660 A	1447 B	3171 A	3472 A
Média Progênes		4222 A	3641 A	2780 A	1776 A	3386 A	3673 A
Médias Gerais		4174	3615	2773	1759	3375	3663
Índice Ambiental		948	389	-453	-1467	149	437
C.V. (%)		17,37	22,28	27,74	38,43	29,34	21,83

^{ns}: não significativo; ** e *: significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste F.

Médias com mesma letra maiúscula nas colunas, dentro de ambientes, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 5 - Resumo da análise de variância conjunta dos dados obtidos para o caráter produtividade de grãos, envolvendo 883 genótipos (879 progênies e 4 testemunhas) de soja em 6 ambientes (3 locais x 2 tipos de fungicidas). Piracicaba – SP, ano agrícola 2008-09

FV	GL	Quadrados médios GxE
		PG (kg ha ⁻¹)
Conjuntos /Ambientes	66	775991
Genótipos	882	1906351**
Testemunhas (T)	3	20733052**
Progênies (P)	878	1802088**
T vs P	1	39592291**
Ambientes (Amb)	5	339283570**
Genótipos x Amb	4410	791047*
T x Amb	15	942826 ^{ns}
P x Amb	4390	786381*
Resíduo	198	640436
Média das Testemunhas		2864 B
Média das Progênies		3248 A
Média Geral		3228
C.V. (%)		24,79

^{ns}: não significativo; ** e *: significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste F

Médias com mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 6 - Resumo da análise de variância conjunta, decomposta em locais e fungicidas, dos dados obtidos para o caráter produtividade de grãos, envolvendo 883 genótipos (879 progênes e 4 testemunhas) de soja em 6 ambientes (3 locais x 2 tipos de fungicidas). Piracicaba – SP, ano agrícola 2008-09

FV	GL	Quadrados médios LxF
		PG (kg ha ⁻¹)
Conjuntos / (Locais x Fungicidas)	66	775991
Genótipos	882	1906766**
Testemunhas (T)	3	20733052**
Progênes (P)	878	1802476**
T vs P	1	39552057**
Locais	2	679448274**
Fungicidas	1	106353364**
Locais x Fungicidas	2	105889084**
Genótipos x Locais	1764	900199**
Genótipos x Fungicidas	882	710439ns
Genótipos x Locais x Fungicidas	1764	729100ns
T x Locais	6	1335065ns
T x Fungicidas	3	274163ns
T x Locais x Fungicidas	6	884918ns
P x Locais	1756	890141**
P x Fungicidas	878	712082ns
P x Locais x Fungicidas	1756	726745ns
Resíduo	198	640436
Média das Testemunhas		2864 B
Média das Progênes		3248 A
Média Geral		3228
C.V. (%)		24,79

^{ns}: não significativo; ** e *: significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste F

Médias com mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 7 - Comparação das médias dos dados obtidos para o caráter produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹) de 883 genótipos (879 progênes e 4 testemunhas) de soja em 3 locais x 2 tipos de fungicidas. Piracicaba – SP, ano agrícola 2008-09

Locais / Fungicidas	PG (kg ha ⁻¹)		Média
	FAS (IMPACT [®])	DFC (DEROSAL [®])	
1-Anhumas	4174 aA	3615 bA	3894 A
2-ESALQ	2773 aC	1759 bB	2267 C
3-Areão	3375 bB	3663 aA	3519 B
Média	3441 a	3015 b	3228

Médias com mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 8 - Comparação das médias dos dados obtidos para o caráter efeito ferrugem (kg ha^{-1}) e taxa de suscetibilidade (%) a partir da produtividade de grãos (PG, kg ha^{-1}) de 883 genótipos (879 progênies e 4 testemunhas) de soja em 3 locais x 2 tipos de fungicidas. Piracicaba – SP, ano agrícola 2008-09

Ef. Ferrugem	Média (kg ha^{-1})	Taxa de Suscetibilidade	Média (%)
3 – Areão	291 A	3 - Areão	11 A
1 - Anhumas	-558 B	1 - Anhumas	-12 B
2 – ESALQ	-1011 C	2 - ESALQ	-44 C

Médias com mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 9 - Resumo das análises de variância individuais dos dados obtidos para o caráter produtividade de grãos de 455 genótipos (450 progênies e 5 testemunhas) de soja em 4 ambientes: 2 locais (Anhumas e Areão) x 2 tipos de fungicidas (FAS com controle da ferrugem e das doenças de final de ciclo, DFC com controle somente das doenças de final de ciclo). Piracicaba – SP, ano agrícola 2009-10

FV	GL	Quadrados médios			
		Produtividade de Grãos (kg ha^{-1})			
		AMB. 7	AMB. 8	AMB. 9	AMB. 10
		Anhumas:FAS	Anhumas:DFC	Areão:FAS	Areão:DFC
Conjuntos	9	775584	143500	638325	389623
Genótipos	454	684715*	237823*	570014**	223791ns
Testemunhas (T)	4	11116459**	10565472**	6563225**	1064461**
Progênies (P)	449	297069101*	95247270*	246583765*	203884ns
T vs P	1	346560ns	125309ns	63765ns	248069ns
Resíduo	36	399308	130984	299416	153490
Média das Testemunhas		3283 A	1912 B	2935 A	1952 A
Média das Progênies		3039 B	2131 A	2581 B	1593 B
Médias Gerais		3064	2109	2617	1629
Índice Ambiental		709	-246	262	-726
C.V. (%)		20,63	17,16	20,91	24,05

^{ns}: não significativo; ** e *: significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste F

Médias com mesma letra maiúscula nas colunas, dentro de ambientes, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 10 - Resumo das análises de variância individuais dos dados obtidos para os caracteres número de dias para maturação (NDM) e peso de cem sementes (PCS) de 455 genótipos (450 progênes e 5 testemunhas) de soja em 2 ambientes: 1 local (Anhumas) x 2 tipos de fungicidas (FAS com controle da ferrugem e das doenças de final de ciclo, DFC com controle somente das doenças de final de ciclo). Piracicaba – SP, ano agrícola 2009-10

FV	GL	Quadrados médios			
		NDM (dias)		PCS (g)	
		AMB. 7 Anhumas:FAS	AMB. 8 Anhumas:DFC	AMB. 7 Anhumas:FAS	AMB. 8 Anhumas:DFC
Conjuntos	9	23,97	6,03	1,83	0,94
Genótipos	454	33,38**	31,49**	5,07**	3,63**
Testemunhas (T)	4	319,52**	327,01**	25,59**	23,18**
Progênes (P)	449	29,14**	28,66**	4,83**	3,44**
T vs P	1	1,35ns	0,02ns	1,89ns	2,05*
Resíduo	36	5,73	4,81	1,19	0,45
Média das Testemunhas		122 B	110 B	15,48 B	10,29 B
Média das Progênes		126 A	112 A	16,33 A	10,75 A
Médias Gerais		126,00	112,00	16,24	10,71
C.V. (%)		1,90	1,95	6,72	6,27

^{ns}: não significativo; ** e *: significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste F

Médias com mesma letra maiúscula nas colunas, dentro de ambientes, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 11 - Resumo das análises de variância conjunta dos dados obtidos para os caracteres produtividade de grãos (PG), número de dias para maturação (NDM) e peso de cem sementes (PCS) de 455 genótipos (450 progênes e 5 testemunhas) de soja em 4 ambientes: 2 locais (Anhumas e Areão) x 2 tipos de fungicidas. Piracicaba – SP, ano agrícola 2009-10

FV	GL	QM GxE	GL	QM GxE (Amb.7 e 8)	
		PG (kg ha ⁻¹)		NDM (dias)	PCS (g)
Conjuntos / Ambientes	36	486759	18	10,76	1,38
Genótipos	454	675119**	454	55,44502**	7,20**
Testemunhas (T)	4	5055965**	4	695,25**	43,90**
Progênies (P)	449	623957**	449	48,52**	6,80**
T vs P	1	6123703**	1	0,20ns	3,94*
Ambientes (Amb)	3	176079702**	1	34236**	7059**
Genótipos x Amb	1362	347075**	454	9,80**	1,47**
T x Amb	12	1023261**	4	26,96**	4,86*
P x Amb	1347	334289**	449	9,19**	1,44*
GxE)Resíduo	144	245800	72	4,60	0,82
Média das Testemunhas		2521 A		120 B	12,88 B
Média das Progênies		2336 B		122 A	13,54 A
Média Geral		2355		122	13,48
C.V. (%)		21,05		1,75	6,72

^{ns}: não significativo; ** e *: significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste F

Médias com mesma letra maiúscula nas colunas, dentro de ambientes, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 12 - Resumo da análise de variância conjunta, decomposta em locais e fungicidas, dos dados obtidos para o caráter produtividade de grãos (PG) de 455 genótipos (450 progênies e 5 testemunhas) de soja em 4 ambientes: 2 locais (Anhumas e Areão) x 2 tipos de fungicidas. Piracicaba – SP, ano agrícola 2009-10

FV	GL	Quadrados médios LxF
		PG (kg ha ⁻¹)
Conjuntos (locais x fungicidas)	36	486758**
Genótipos	454	675119**
Testemunhas (T)	4	5055965**
Progênies (P)	449	6239578**
T vs P	1	6123703**
Locais	1	112343226**
Fungicidas	1	415245218**
Locais x Fungicidas	1	650662ns
Genótipos x Locais	454	325370*
Genótipos x Fungicidas	454	377292**
Genótipos x Locais x Fungicidas	454	338562*
T x Locais	4	710477*
T x Fungicidas	4	2269720**
T x Locais x Fungicidas	4	89587ns
P x Locais	449	310796*
P x Fungicidas	449	356020**
P x Locais x Fungicidas	449	336050*
Resíduo	144	245800
Média das Testemunhas		2521 A
Média das Progênies		2336 B
Média Geral		2355
C.V. (%)		21,05

^{ns}: não significativo; ** e *: significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste F

Médias com mesma letra maiúscula nas colunas, dentro de ambientes, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 13 - Comparação das médias dos dados obtidos para o caráter produtividade de grãos (PG) de 455 genótipos (450 progênies e 5 testemunhas) de soja em 2 locais x 2 tipos de fungicidas e para os caracteres número de dias para maturação (NDM) e peso de cem sementes (PCS) em 1 local (Anhumas) x 2 tipos de fungicidas. Piracicaba – SP, ano agrícola 2009-10

Locais / Fungicidas	PG (kg ha ⁻¹)		Média
	FAS (IMPACT [®])	DFC (DEROSAL [®])	
1-Anhumas	3064 aA	2109 bA	2587 A
3-Areão	2617 aB	1629 bB	2123 B
Média	2840 a	1869 b	2355

Local / Fungicidas	NDM (dias)		Média
	FAS (IMPACT [®])	DFC (DEROSAL [®])	
1-Anhumas	126 a	112 b	122

Local / Fungicidas	PCS (g)		Média
	FAS (IMPACT [®])	DFC (DEROSAL [®])	
1-Anhumas	16,21 a	10,66 b	13,48

Médias com mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 14 - Comparação das médias dos dados obtidos para o caráter efeito ferrugem (kg ha^{-1}) e taxa de suscetibilidade (%) a partir da produtividade de grãos (PG, kg ha^{-1}) de 455 genótipos (450 progênies e 5 testemunhas) de soja em 2 locais x 2 tipos de fungicidas. Piracicaba – SP, ano agrícola 2009-10

Ef. Ferrugem	Média (kg ha^{-1})	Taxa Suscetibilidade	Média (%)
1 - Anhumas	-954 A	1 – Anhumas	-34 A
3 - Areão	-988 A	3 - Areão	-45 B

Médias com mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 15 - Resumo das análises de variância individuais dos dados obtidos para o caráter produtividade de grãos de 230 genótipos (225 progênies e 5 testemunhas) de soja em 6 ambientes: 3 locais (Anhumas, ESALQ, Areão) x 2 tipos de fungicidas (FAS com controle da ferrugem e das doenças de final de ciclo, DFC com controle somente das doenças de final de ciclo). Piracicaba – SP, ano agrícola 2010-11

FV	GL	Quadrados médios					
		Produtividade de grãos (kg ha^{-1})					
		AMB. 11 Anhumas:FA S	AMB. 12 Anhumas:DFC	AMB. 13 ESALQ:FA S	AMB. 14 ESALQ:DF C	AMB. 15 Areão:FAS	AMB. 16 Areão:DFC
Conjuntos	4	846007	715324	270630	1295741	730517	1419535
Genótipos	229	2954292**	1437556*	785786**	926600**	732713**	713447*
Testemunhas (T)	4	19011818**	13447509**	3555846**	825608**	2095401**	2792009**
Progênies (P)	224	2660726*	1227120ns	732479**	932050**	707558**	668672*
T vs P	1	3479903ns	110936ns	1510387*	117611ns	916797*	2428715*
Resíduo	16	1187343	691121	194973	160779	136653	304060
Média das Testemunhas		3983 A	3657 A	3331 B	3390 A	2190 B	1870 B
Média das Progênies		4380 A	3728 A	3591 A	3462 A	2392 A	2198 A
Médias Gerais		4340	3721	3566	3455	2373	2166
Índice Ambiental		1070	451	296	185	-897	-1104
C.V. (%)		25,11	22,34	12,38	11,60	15,58	25,46

^{ns}: não significativo; ** e *: significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste F

Médias com mesma letra maiúscula nas colunas, dentro de ambientes, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 16 - Resumo das análises de variância individuais dos dados obtidos para o caráter número de dias para maturação (NDM) de 230 genótipos (225 progênes e 5 testemunhas) de soja em 6 ambientes (3 locais x 2 tipos de fungicidas). Piracicaba – SP, ano agrícola 2010-11

FV	GL	Quadrados médios					
		NDM (dias)					
		AMB. 11	AMB. 12	AMB. 13	AMB. 14	AMB. 15	AMB. 16
		Anhumas:FAS	Anhumas:DFC	ESALQ:FA S	ESALQ:DF C	Areão:FAS	Areão:DFC
Conjuntos	4	2,160	10,760	1,060	5,440	14,160	2,240
Genótipos	229	38,00**	26,62**	20,45*	14,14**	53,14**	46,61**
Testemunhas (T)	4	550,16**	243,16**	181,66**	142,64**	692,66**	763,84**
Progênes (P)	224	17,26**	16,55**	14,79**	8,704**	21,76**	17,75**
T vs P	1	72,000**	0,001ns	84,500**	8,000ns	220,50**	84,50**
Resíduo	16	3,985	4,980	3,880	2,465	5,140	5,910
Média das Testemunhas		122 B	119 B	118 B	118 B	117 B	118 B
Média das Progênes		133 A	127 A	124 A	124 A	131 A	130 A
Médias Gerais		132,00	126,00	123,00	123,00	130,00	129,00
C.V. (%)		1,51	1,76	1,59	1,27	1,74	1,87

^{ns}: não significativo; ** e *: significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste F

Médias com mesma letra maiúscula nas colunas, dentro de ambientes, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 17 - Resumo das análises de variância individuais dos dados obtidos para o peso de cem sementes (PCS) de 230 genótipos (225 progênes e 5 testemunhas) de soja em 6 ambientes (3 locais x 2 tipos de fungicidas). Piracicaba – SP, ano agrícola 2010-11

FV	GL	Quadrados médios					
		PCS (gramas)					
		AMB. 11	AMB. 12	AMB. 13	AMB. 14	AMB. 15	AMB. 16
		Anhumas:FAS	Anhumas:DFC	ESALQ:FA S	ESALQ:DF C	Areão:FAS	Areão:DFC
Conjuntos	4	1,700	0,753	0,210	3,870	3,370	3,360
Genótipos	229	4,41*	3,73*	3,76**	3,93**	6,33*	5,31*
Testemunhas (T)	4	11,63**	5,492*	7,339**	18,53**	5,777**	6,191**
Progênes (P)	224	4,258ns	3,712**	3,706**	3,689**	6,038**	5,065**
T vs P	1	0,649ns	3,892ns	0,018ns	8,611**	0,045ns	0,328ns
Resíduo	16	2,270	1,150	0,427	0,296	1,160	1,131
Média das Testemunhas		15,37 A	13,96 A	14,31 B	14,16 A	14,70 B	14,11 B
Média das Progênes		16,03 A	13,89 A	14,65 A	14,07 A	16,52 A	15,71 A
Médias Gerais		15,96	13,90	14,62	14,08	16,33	15,55
C.V. (%)		9,430	7,720	4,470	3,860	6,610	6,840

^{ns}: não significativo; ** e *: significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste F

Médias com mesma letra maiúscula nas colunas, dentro de ambientes, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 18 - Resumo das análises de variância conjunta dos dados obtidos para os caracteres produtividade de grãos (PG), número de dias para maturação (NDM) e peso de cem sementes (PCS) de 230 genótipos (225 progênies e 5 testemunhas) de soja em 6 ambientes (3 locais x 2 tipos de fungicidas). Piracicaba – SP, ano agrícola 2010-11

FV	GL	Quadrados médios GxE		
		PG (Kg ha ⁻¹)	NDM (dias)	PCS (g)
Conjuntos / Ambientes	24	879626	5,970	2,211
Genótipos	229	3531534**	159,81**	21,74**
Testemunhas (T)	4	24525640**	2249**	32,82**
Progênies (P)	224	3142836**	69,56**	21,33**
T vs P	1	6382033**	330,75**	6,424*
Ambientes (Amb)	5	160473167**	3423**	265,93**
Genótipos x Amb	1145	799316**	7,806**	1,119ns
T x Amb	20	3440510**	64,89**	4,428**
P x Amb	1120	7536158**	5,447ns	0,997ns
Resíduo	96	445822	4,395	1,073
Média das Testemunhas		3070 B	119 B	14,43 B
Média das Progênies		3288 A	128 A	15,14 A
Média Geral		3267	127,00	15,07
C.V. (%)		20,44	1,64	6,87

^{ns}: não significativo; ** e *: significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste F

Médias com mesma letra maiúscula nas colunas, dentro de ambientes, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 19 - Resumo da análise de variância conjunta, decomposta em locais e fungicidas, dos dados obtidos para os caracteres produtividade de grãos (PG), número de dias para maturação (NDM) e peso de cem sementes (PCS) de 230 genótipos (225 progênies e 5 testemunhas) de soja em 6 ambientes (3 locais x 2 tipos de fungicidas). Piracicaba – SP, ano agrícola 2010-11

FV	GL	Quadrados médios LxF		
		PG (kg ha ⁻¹)	NDM (dias)	PCS (g)
Conjuntos (locais x fungicidas)	24	879626	5,9700	2,2120
Genótipos	229	3522406**	159,79**	21,62**
Testemunhas (T)	4	24525640**	2249**	32,82**
Progênies (P)	224	3133097**	69,53**	21,22**
T vs P	1	6416727**	330,75**	6,424*
Locais	2	374291162**	6619**	348,42**
Fungicidas	1	36020547**	1646**	473,22**
Locais x Fungicidas	2	8717812**	1124**	80,13**
Genótipos x Locais	458	955369**	11,47**	1,499*
Genótipos x Fungicidas	229	620737*	5,487ns	0,9793ns
Genótipos x Locais x Fungicidas	458	728486**	5,292ns	0,8087ns
T x Locais	8	5550104**	114,05**	8,839**
T x Fungicidas	4	2383974**	12,46*	1,828ns
T x Locais x Fungicidas	8	1859184**	41,95**	1,316ns
P x Locais	448	877074**	6,514**	1,227ns
P x Fungicidas	224	589571*	5,120ns	0,936ns
P x Locais x Fungicidas	448	708452**	4,535ns	0,799ns
Resíduo	96	445822	4,40	1,07
Média das Testemunhas		3070 B	119 B	14,43 B
Média das Progênies		3288 A	128 A	15,14 A
Média Geral		3267	127,00	15,07
C.V. (%)		20,44	1,64	6,87

^{ns}: não significativo; ** e *: significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste F

Médias com mesma letra maiúscula nas colunas, dentro de ambientes, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 20 – Comparação das médias dos dados obtidos para os caracteres produtividade de grãos (PG), número de dias para maturação (NDM) e peso de cem sementes (PCS) de 230 genótipos (225 progênies e 5 testemunhas) de soja em 3 locais x 2 tipos de fungicidas, Piracicaba – SP, ano agrícola 2010-11

Locais / Fungicidas	PG (kg ha ⁻¹)		Média
	FAS (IMPACT [®])	DFC (DEROSAL [®])	
1-Anhumas	4340 aA	3721 bA	4030 A
2-ESALQ	3455 aB	3565 aB	3510 B
3-Areão	2372 aC	2165 bC	2269 C
Média	3422 a	3112 b	3247
Locais / Fungicidas	NDM (dias)		Média
	FAS (IMPACT [®])	DFC (DEROSAL [®])	
1-Anhumas	131 aA	126 bB	129 B
2-ESALQ	123 aC	123 aC	123 C
3-Areão	130 aB	129 aA	130 A
Média	128 a	126 b	127
Locais / Fungicidas	PCS (g)		Média
	FAS (IMPACT [®])	DFC (DEROSAL [®])	
1-Anhumas	15,77 aB	13,84 bB	14,80 B
2-ESALQ	14,50 aC	13,96 bB	14,23 C
3-Areão	16,33 aA	15,55 bA	15,94 A
Média	15,54 a	14,45 b	15

Médias com mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 21 - Comparação das médias dos dados obtidos para o caráter efeito ferrugem (kg ha⁻¹) e taxa de suscetibilidade (%) a partir da produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹) de 230 genótipos (225 progênies e 5 testemunhas) de soja em 3 locais x 2 tipos de fungicidas, Piracicaba – SP, ano agrícola 2010-11

Ef. Ferrugem	Média (kg ha ⁻¹)	Taxa Suscetibilidade	Média (%)
2 - ESALQ	-110 A	2 - ESALQ	-4 A
3 - Areão	-207 A	3 - Areão	-10 A
1 - Anhumas	-614 B	1 - Anhumas	-11 A

Médias com mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 22 – Resumo da análise de variância conjunta dos dados obtidos para o caráter produtividade de grãos (PG) de 227 genótipos (225progênes e 2 testemunhas) de soja em 16 ambientes (3 anos x 3 locais x 2 tipos de fungicidas). Piracicaba-SP, ano agrícolas 2008-09, 2009-10 e 2010-11

FV	GL	Quadrados médios GxE
		PG (kg ha ⁻¹)
Conjuntos / Ambientes	126	547157
Genótipos	226	1970372**
Testemunhas (T)	1	32951524**
Progênes (P)	224	1754362**
T vs P	1	20343476**
Ambientes (Amb)	15	138743177**
Genótipos x Amb	3390	761996**
T x Amb	15	32951524**
P x Amb	3360	1754362**
Resíduo	126	429805
Média das Testemunhas		2953 B
Média das Progênes		3247 A
Média Geral		3226
C.V. (%)		20,32

^{ns}: não significativo; ** e *: significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste F

Médias com mesma letra maiúscula nas colunas, dentro de ambientes, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 23 - Resumo da análise de variância conjunta, decomposta em anos, locais e fungicidas, dos dados obtidos para o caráter produtividade de grãos (PG) de 227 genótipos (225 progênies e 2 testemunhas) de soja em 16 ambientes (3 anos x 3 locais x 2 tipos de fungicidas), Piracicaba-SP, ano agrícolas 2008-09, 2009-10 e 2010-11

FV	GL	Quadrados médios (AxLxF)
		PG (kg ha ⁻¹)
Conjuntos (anos x locais x fungicidas)	126	547157
Genótipos	226	1670822**
Anos	2	269871065**
Locais	2	257297971**
Fungicidas	1	234621831**
Anos x Locais	3	236476381**
Anos x Fungicidas	2	26933748**
Locais x Fungicidas	2	16915004**
Anos x Locais x Fungicidas	3	20943207**
Genótipos x Anos	452	1291708**
Genótipos x Locais	452	926738**
Genótipos x Fungicidas	226	570136*
Genótipos x Anos x Locais	678	764957**
Genótipos x Anos x Fungicidas	452	520618ns
Genótipos x Locais x Fungicidas	452	652460**
Genótipos x Anos x Locais x Fungicidas	657	679374**
Resíduo	126	429805
Média das Testemunhas		2953 B
Média das Progênies		3247 A
Média Geral		3226
C.V. (%)		20,32

^{ns}: não significativo; ** e *: significativo a 1 e 5 %, respectivamente, pelo teste F

Médias com mesma letra maiúscula nas colunas, dentro de ambientes, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 24 - Comparação das médias dos dados obtidos para o caráter produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹) de 230 genótipos (225 progênies e 5 testemunhas) de soja em 3 anos, 3 locais e 2 tipos de fungicidas, Piracicaba – SP, ano agrícolas 2008-09, 2009-10 e 2010-11

ANOS (A)	LOCAIS (L)	FUNGICIDAS (F)		Médias A/L e L/A	Médias Anos
		FAS (IMPACT®)	DFC (DEROSAL®)		
		Médias A/(L F), L/(A F) e F/(A L)			
2008-09	1-Anhumas (J)	4654 J ₁ Aa	4092 J ₁ Ab	4361 J ₁ A	3670 A
	2-ESALQ (K)	3219 K ₂ Ca	1990 K ₂ Bb	2583 K ₂ C	
	3-Areão (L)	3922 L ₁ Ba	4122 L ₁ Aa	3952 L ₁ B	
	Média A/F e F/A	3923 Q ₁ q ₁	3341 Q ₁ q ₂		
2009-10	1-Anhumas (J)	3214 J ₃ Aa	2206 J ₃ Ab	2701 J ₃ A	2483 C
	3-Areão (L)	2806 L ₂ Ba	1707 L ₃ Bb	2251 L ₂ B	
	Média A/F e F/A	3007 Q ₃ q ₁	1945 Q ₃ q ₂		
2010-11	1-Anhumas (J)	4351 J ₂ Aa	3720 J ₂ Ab	3993 J ₂ A	3277 B
	2-ESALQ (K)	3554 K ₁ Ba	3469 K ₁ Ba	3497 K ₁ B	
	3-Areão (L)	2373 L ₃ Ca	2185 L ₂ Cb	2279 L ₂ C	
	Média A/F e F/A	3408 Q ₂ q ₁	3104 Q ₂ q ₂		
Médias Fungicidas		3517 a	2934 b		Médias Locais
Médias L/F e F/L	1-Anhumas	4059 P ₁ p ₁	3311 P ₁ p ₂		3703 A
	2-ESALQ	3385 P ₂ p ₁	2669 P ₂ p ₂		3054 B
	3-Areão	3032 P ₃ p ₁	2650 P ₂ p ₂		2863 C

Médias com mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 25 - Comparação das médias dos dados obtidos para o caráter efeito ferrugem (EF, kg ha⁻¹) e taxa de suscetibilidade (TS, %) a partir da produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹) de 230 genótipos (225 progênies e 5 testemunhas) de soja em 3 anos x 3 locais x 2 tipos de fungicidas, Piracicaba – SP, ano agrícolas 2008-09, 2009-10 e 2010-11

EF - Anos	Média (kg ha⁻¹)	TS – Anos	Média (%)
2010-11	-308 A	2010-11	-8 A
2008-09	-529 B	2008-09	-18 B
2009-10	-1054 C	2009-10	-41 C

EF - Locais	Média (kg ha⁻¹)	TS – Locais	Média (%)
3 - Areão	-364 A	3 – Areão	-17 A
2 - ESALQ	-684 B	1 - Anhumas	-19 A
1 - Anhumas	-735 B	2 – ESALQ	-26 B

Médias com mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Tabela 26 - Agrupamento de Scott e Knott (SK) das médias dos dados obtidos para o caráter produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹) e classificação dos 45 cruzamentos do dialelo 10 x10 e valores máximos (Máx) e mínimos (Mín) das progênes dentro de cada cruzamento, Piracicaba – SP, ano agrícolas 2008-09, 2009-10 e 2010-11 (continua)

Cr. ^{id}	Ano agrícola 2008-09 (20 prog/cr. x 6 amb)					Ano agrícola 2009-10 (10 prog/cr. x 4 amb)					Ano agrícola 2010-11 (5 prog/cr. x 6 amb)					Interação 2008-11 (5 prog/cr. x 16 amb)		
	Cl.	Médias	SK	Máx	Mín	Cl.	Médias	SK	Máx	Mín	Cl.	Médias	SK	Máx	Mín	Cl.	Médias	SK
1x2	34	3088	C	4351	1931	20	2369	C	2611	2071	43	2758	D	3383	2185	38	3027	C
1x3	45	2230	E	3376	798	42	1961	D	2379	1511	16	3428	B	3741	2876	42	2874	D
1x4	1	3773	A	4368	2793	41	2031	D	2549	1405	36	2989	C	3357	2289	25	3193	C
1x5	11	3432	B	4602	2492	40	2078	D	2461	1411	28	3118	C	4411	2365	20	3259	B
1x6	7	3541	A	4856	2319	37	2204	C	2587	1508	31	3093	C	3537	2681	16	3327	B
1x7	28	3130	C	3977	2052	21	2363	C	2860	1921	38	2868	C	3290	2463	37	3039	C
1x8	36	3052	C	4581	1319	18	2388	C	2981	1958	45	2486	D	3855	1217	35	3062	C
1x9	43	2615	D	3608	949	45	1824	D	2305	1118	42	2760	D	3869	1537	45	2735	D
1x10	19	3314	B	4000	2330	15	2395	C	3136	1551	39	2808	D	3441	2105	33	3101	C
2x3	42	2660	D	3422	1884	17	2389	C	2928	1624	7	3751	A	4432	2963	32	3108	C
2x4	13	3401	B	4252	2752	8	2543	B	3243	1893	1	4222	A	5135	3251	1	3670	A
2x5	31	3105	C	3956	2286	22	2358	C	2832	1891	30	3095	C	4640	1853	31	3131	C
2x6	10	3434	B	4116	2126	11	2446	B	3151	1942	19	3330	B	4114	2116	10	3404	B
2x7	5	3558	A	4011	2754	5	2628	B	3443	2103	13	3434	B	4792	2865	7	3450	B
2x8	23	3227	C	4153	2071	10	2491	B	2874	1786	21	3313	B	4184	2723	9	3410	B
2x9	38	2985	C	3931	1563	14	2401	C	3200	1586	29	3113	C	4480	2366	26	3183	C
2x10	2	3673	A	4355	3251	7	2553	B	3184	2002	17	3418	B	4119	3002	8	3426	B
3x4	27	3137	C	4248	2243	32	2253	C	2672	1872	8	3740	A	4275	2742	13	3343	B
3x5	17	3346	B	4171	2446	26	2333	C	3117	1802	3	3905	A	4354	3167	6	3505	A
3x6	18	3322	B	3996	2355	19	2369	C	2799	1730	10	3461	B	4685	2037	21	3243	B
3x7	33	3091	C	3664	2301	34	2239	C	2915	1480	26	3146	C	3646	2373	36	3056	C
3x8	39	2958	C	3994	2318	12	2433	C	2900	1897	22	3271	B	4255	2463	24	3212	B
3x9	41	2941	C	3538	2341	36	2209	C	2955	1681	37	2890	C	3684	2473	41	2956	C

^{id} : cruzamentos identificados na Tabela 2 e genitores na Tabela 1

Tabela 26 - Agrupamento de Scott e Knott das médias dos dados obtidos para o caráter produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹) e classificação dos 45 cruzamentos do dialelo 10 x10 e valores máximos (Máx) e mínimos (Mín) das progênes dentro de cada cruzamento, Piracicaba – SP, ano agrícolas 2008-09, 2009-10 e 2010-11 (conclusão)

Cr. ^{id}	Ano agrícola 2008-09 (20 prog/cr. x 6 amb)					Ano agrícola 2009-10 (10 prog/cr. x 4 amb)					Ano agrícola 2010-11 (5 prog/cr. x 6 amb)					Interação 2008-11 (5 prog/cr. x 16 amb)		
	Cl.	Médias	SK	Máx	Mín	Cl.	Médias	SK	Máx	Mín	Cl.	Médias	SK	Máx	Mín	Cl.	Médias	SK
3x10	37	3014	C	4369	2213	31	2255	C	2521	1907	20	3318	B	3879	2583	28	3167	C
4x5	8	3530	A	4107	2876	28	2326	C	2568	1982	4	3887	A	4497	2816	5	3534	A
4x6	9	3452	B	4502	2682	13	2413	C	3102	1940	2	4080	A	4377	3621	4	3619	A
4x7	21	3275	C	3867	2904	35	2229	C	2781	1562	25	3151	C	4039	2433	34	3100	C
4x8	29	3127	C	4086	1749	6	2619	B	2952	2139	9	3496	B	4192	2905	19	3283	B
4x9	44	2560	D	3827	1800	33	2242	C	2966	1813	32	3054	C	3513	2639	43	2844	D
4x10	16	3358	B	4347	2738	4	2629	B	3392	2196	5	3852	A	4886	3068	3	3626	A
5x6	20	3296	B	4318	2148	9	2505	B	2995	1746	34	3004	C	3679	2029	22	3232	B
5x7	12	3430	B	4383	2575	23	2349	C	2918	1871	14	3431	B	4446	3029	18	3302	B
5x8	24	3227	C	4283	1950	1	2748	A	3109	2178	11	3455	B	5158	2374	12	3358	B
5x9	25	3177	C	3908	2375	43	1952	D	3552	706	33	3029	C	3581	2571	30	3137	C
5x10	22	3227	C	4428	2481	30	2268	C	2946	1730	15	3430	B	3813	2738	14	3343	B
6x7	15	3373	B	4317	2138	27	2332	C	2751	1386	18	3409	B	4371	1571	17	3325	B
6x8	3	3662	A	4776	2464	39	2136	D	2765	1533	24	3205	C	4030	2541	15	3338	B
6x9	26	3152	C	4419	2306	25	2333	C	2912	1925	27	3119	C	4142	2169	29	3142	C
6x10	4	3568	A	4124	2144	24	2333	C	2793	1264	12	3452	B	4121	2998	11	3388	B
7x8	14	3386	B	4322	2264	29	2269	C	2559	1539	35	3002	C	4197	2157	27	3173	C
7x9	32	3091	C	4261	2272	38	2182	C	2785	1720	41	2777	D	4341	1178	40	2989	C
7x10	6	3552	A	4720	2614	2	2736	A	3420	2289	6	3808	A	4460	3142	2	3650	A
8x9	35	3069	C	4296	2412	44	1887	D	2335	1477	44	2627	D	3907	1747	44	2808	D
8x10	30	3117	C	3940	2069	3	2733	A	3181	2103	23	3240	C	3927	1577	23	3228	B
9x10	40	2955	C	3847	1907	16	2392	C	3345	1834	40	2785	D	4142	1054	39	2995	C
Média Geral		3214		4155	2239		2336		2905	1746		3267		4119	2423		3229	

Médias com mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade

Tabela 27 - Agrupamento de Scott e Knott das médias dos dados obtidos para o caráter produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹) das progênes dentro dos 45 cruzamentos do dialelo 10x10, em 3 anos, 3 locais e 2 tipo de fungicidas, Piracicaba – SP, ano agrícolas 2008-09, 2009-10 e 2010-11 (continua)

Cr. ^{id}	2008-09 (20 prog/cr. x 6 amb)		2009-10 (10 prog/cr. x 4 amb)		2010-11 (5 prog/cr. x 6 amb)		Interação 2008-11 (5 prog/cr. x 16 amb)	
	Maiores ¹	Menores ¹	Maiores ¹	Menores ¹	Maiores ¹	Menores ¹	Maiores ¹	Menores ¹
1x2	2	3	0	0	0	0	0	0
1x3	0	14	0	4	0	0	0	2
1x4	12	0	0	2	0	0	0	0
1x5	6	1	0	2	1	0	1	0
1x6	7	2	0	1	0	0	1	0
1x7	2	3	1	0	0	0	0	0
1x8	3	3	1	0	0	1	1	2
1x9	0	8	0	4	0	0	0	3
1x10	7	2	3	2	0	0	0	0
2x3	0	6	3	1	2	0	0	0
2x4	5	0	3	0	4	0	4	0
2x5	2	2	1	0	1	0	1	1
2x6	8	2	3	0	1	0	3	0
2x7	10	1	2	0	1	0	1	0
2x8	4	3	5	1	1	0	2	0
2x9	3	3	3	2	1	0	2	1
2x10	8	0	3	0	1	0	1	0
3x4	1	2	0	0	2	0	1	0
3x5	5	1	2	2	3	0	3	0
3x6	4	1	1	1	1	0	1	1
3x7	0	2	1	2	0	0	0	1
3x8	2	4	3	0	1	0	1	0
3x9	0	3	2	2	0	0	0	1
3x10	1	2	0	0	0	0	0	0
4x5	10	0	0	0	3	0	3	0

^{id} : cruzamentos identificados na Tabela 2 e genitores na Tabela 1

Tabela 27 - Agrupamento de Scott e Knott das médias dos dados obtidos para o caráter produtividade de grãos (PG, kg ha⁻¹) das progênes dentro dos 45 cruzamentos do dialelo 10x10, em 3 anos, 3 locais e 2 tipo de fungicidas, Piracicaba – SP, ano agrícolas 2008-09, 2009-10 e 2010-11 (conclusão)

Cr. ^{id}	2008-09 (20 prog/cr. x 6 amb)		2009-10 (10 prog/cr. x 4 amb)		2010-11 (5 prog/cr. x 6 amb)		Interação 2008-11 (5 prog/cr. x 16 amb)	
	Maiores ¹	Menores ¹	Maiores ¹	Menores ¹	Maiores ¹	Menores ¹	Maiores ¹	Menores ¹
4x6	6	0	3	0	3	0	4	0
4x7	3	0	1	1	1	0	0	0
4x8	4	3	5	0	1	0	0	0
4x9	1	8	1	2	0	0	0	2
4x10	4	0	3	0	2	0	2	0
5x6	4	2	4	1	0	0	1	0
5x7	5	0	1	0	1	0	1	0
5x8	6	2	5	0	1	0	1	0
5x9	4	1	1	5	0	0	0	0
5x10	4	1	2	2	0	0	1	0
6x7	6	2	1	1	2	0	2	0
6x8	8	1	1	1	1	0	1	0
6x9	4	2	2	0	0	0	0	0
6x10	10	1	1	1	1	0	1	0
7x8	6	2	0	1	1	0	1	1
7x9	3	3	1	1	1	1	1	1
7x10	9	0	4	0	3	0	4	0
8x9	0	2	0	5	0	0	0	2
8x10	1	1	7	0	0	0	0	1
9x10	3	3	1	1	1	1	1	1
Total ²	193	102	81	48	42	3	47	20
Nº Grupos ³	4		4		6		4	

¹São apresentadas as freqüências das progênes nos grupos extremos: **maiores** = todas as progênes da coluna tem médias letra “a”; e **menores** = todas as progênes da coluna tem médias iguais à menor letra possível de acordo com o grupo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott e Knott.

²Total de progênes similares dentro do grupo. Ex: 193 – todas as 193 progênes são iguais entre si.

³Número total de grupos obtidos pelo teste de Scott-Knott. Ex: 6 grupos– letras: a, b, c, d, e, f.

^{id} : cruzamentos identificados na Tabela 2 e genitores na Tabela 1

Tabela 28 - Agrupamento de Scott e Knott das médias dos dados obtidos para os caracteres número de dias para maturação (NDM) e peso de cem sementes (PCS) e classificação dos 45 cruzamentos do dialelo 10 x10, Piracicaba – SP, ano agrícolas 2009-10 (1 local x 2 tipos de fungicidas) e 2010-11(3 locais x 2 tipos de fungicidas) (continua)

Cr. ^{id}	Ano agrícola 2009-10 (10 prog/cr. x 2 amb)						Ano agrícola 2010-11 (5 prog/cr. x 6 amb)					
	NDM (dias)			PCS (g)			NDM (dias)			PCS (g)		
	Cl.	Médias	SK	Cl.	Médias	SK	Cl.	Médias	SK	Cl.	Médias	SK
1x2	37	117	C	22	13,47	D	32	127	C	21	15,16	B
1x3	30	118	C	36	12,21	F	30	127	C	41	13,13	E
1x4	40	116	C	41	11,59	F	41	125	D	32	14,16	D
1x5	45	114	D	39	11,79	F	43	124	D	34	13,98	D
1x6	44	114	D	31	12,85	E	44	124	D	36	13,81	D
1x7	35	117	C	27	13,35	D	33	127	C	33	14,14	D
1x8	26	119	C	6	15,74	B	45	124	D	12	16,17	B
1x9	36	117	C	16	13,89	D	21	129	B	18	15,52	B
1x10	28	118	C	25	13,38	D	26	128	C	26	14,71	C
2x3	38	116	C	40	11,73	F	40	125	C	42	13,11	E
2x4	22	119	C	30	12,92	E	22	129	B	31	14,19	D
2x5	34	117	C	18	13,63	D	24	128	B	11	16,20	B
2x6	32	117	C	19	13,61	D	29	127	C	29	14,63	C
2x7	6	124	A	14	13,92	D	4	131	A	14	15,87	B
2x8	1	126	A	3	16,00	B	10	130	B	2	17,61	A
2x9	15	121	B	11	14,19	C	15	130	B	23	15,03	C
2x10	4	125	A	15	13,90	D	3	132	A	16	15,64	B
3x4	25	119	C	38	11,82	F	23	128	B	43	12,82	E
3x5	17	121	B	45	11,05	F	8	131	A	45	11,56	F
3x6	18	120	B	44	11,13	F	34	127	C	44	12,43	F
3x7	10	122	B	42	11,59	F	6	131	A	39	13,32	E
3x8	7	123	A	23	13,45	D	13	130	B	10	16,23	B
3x9	12	122	B	37	12,20	F	2	133	A	38	13,35	E
3x10	3	125	A	43	11,51	F	1	133	A	40	13,18	E
4x5	43	115	D	35	12,33	F	36	126	C	30	14,46	C
4x6	39	116	C	32	12,69	E	37	126	C	35	13,98	D
4x7	23	119	C	21	13,48	D	27	128	C	22	15,05	C
4x8	31	118	C	8	14,71	C	39	126	C	1	17,93	A
4x9	24	119	C	12	14,03	D	38	126	C	13	16,06	B
4x10	14	122	B	24	13,39	D	17	129	B	25	14,81	C
5x6	41	116	C	33	12,66	E	42	125	D	37	13,81	D
5x7	20	120	B	17	13,64	D	11	130	B	17	15,60	B
5x8	29	118	C	10	14,33	C	28	127	C	7	17,06	A
5x9	42	116	D	20	13,56	D	25	128	C	19	15,34	B
5x10	27	119	C	34	12,64	E	16	130	B	27	14,68	C
6x7	9	122	B	26	13,37	D	7	131	A	24	14,83	C

^{id} : cruzamentos identificados na Tabela 2 e genitores na Tabela 1

Tabela 28 - Agrupamento de Scott e Knott das médias dos dados obtidos para os caracteres número de dias para maturação (NDM) e peso de cem sementes (PCS) e classificação dos 45 cruzamentos do dialelo 10 x10, Piracicaba – SP, ano agrícolas 2009-10 (1 local x 2 tipos de fungicidas) e 2010-11 (3 locais x 2 tipos de fungicidas) (conclusão)

Cr. ^{id}	Ano agrícola 2009-10 (10 prog/cr. x 2 amb)						Ano agrícola 2010-11 (5 prog/cr. x 6 amb)					
	NDM (dias)			PCS (g)			NDM (dias)			PCS (g)		
	Cl.	Médias	SK	Cl.	Médias	SK	Cl.	Médias	SK	Cl.	Médias	SK
6x8	33	117	C	4	15,99	B	35	127	C	3	17,61	A
6x9	21	120	B	7	15,00	C	31	127	C	9	16,26	B
6x10	19	120	B	29	13,22	D	19	129	B	20	15,30	B
7x8	11	122	B	2	16,61	A	12	130	B	5	17,11	A
7x9	8	123	B	13	13,94	D	18	129	B	8	16,66	A
7x10	2	125	A	28	13,29	D	9	131	A	28	14,64	C
8x9	13	122	B	1	17,16	A	5	131	A	4	17,47	A
8x10	16	121	B	5	15,85	B	20	129	B	6	17,09	A
9x10	5	124	A	9	14,52	C	14	130	B	15	15,67	B
Média	120			13,50			128			15,05		

Médias com mesma letra maiúscula na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade

^{id} : cruzamentos identificados na Tabela 2 e genitores na Tabela 1

Tabela 29 - Capacidade média de combinação entre os 10 genitores do dialelo completo para o caráter produtividade de grãos (Kg ha⁻¹) utilizando-se as médias dos 45 cruzamentos nos 16 ambientes (3 anos agrícolas x 3 locais x 2 tipos de fungicidas). Piracicaba-SP, 2008-09, 2009-10 e 2010-11

Genitores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Médias	Cl.
1		3027	2874	3193	3259	3327	3039	3062	2735	3101	3069	9
2	3027		3108	3670	3131	3404	3450	3410	3183	3426	3312	4
3	2874	3108		3343	3505	3243	3056	3212	2956	3167	3163	8
4	3193	3670	3343		3534	3619	3100	3283	2844	3626	3357	1
5	3259	3131	3505	3534		3232	3302	3358	3137	3343	3311	5
6	3327	3404	3243	3619	3232		3325	3338	3142	3388	3335	2
7	3039	3450	3056	3100	3302	3325		3173	2989	3650	3232	6
8	3062	3410	3212	3283	3358	3338	3173		2808	3228	3208	7
9	2735	3183	2956	2844	3137	3142	2989	2808		2995	2977	10
10	3101	3426	3167	3626	3343	3388	3650	3228	2995		3325	3
Contribuição por genitor	-160	83	-66	128	82	106	3	-21	-252	96	3229	

Tabela 30 - Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade com base na metodologia de Eberhart e Russell (1966) dos 225 genótipos de soja comuns aos 16 ambientes (3anos x 3 locais x 2 tipos de fungicidas), para produtividade de grãos (kg ha⁻¹); médias do efeito ferrugem (EFP) e taxa de suscetibilidade (TSP) da produtividade de grãos (continua)

Cr. ^{id}	Genótipos	Médias (kg ha ⁻¹)	β_1	σ^2_{di}	R ² (%)	EFP (kg ha ⁻¹)	TSP (%)
4x10	231-4228-12	4310	1,51*	1207891*	55,78	-1544	-34
2x4	231-2127-09	4191	1,78*	1652037*	58,07	-1214	-32
5x8	231-4213-02	4165	0,52*	774798*	16,74	-630	-17
2x7	231-3205-03	3952	1,23ns	1087294*	47,69	-783	-29
7x10	231-3218-03	3894	1,27ns	1031302*	50,20	-298	-12
4x10	231-6221-05	3885	1,00ns	998164*	39,06	-1249	-36
7x10	231-2220-05	3850	1,11ns	960650*	44,61	-779	-31
4x6	231-4124-04	3842	1,30ns	443968*	63,89	-816	-20
1x5	231-1215-10	3809	1,73*	476927*	75,10	-1164	-33
2x4	231-2127-04	3799	1,43*	1181917*	53,60	41	-7
6x8	231-2224-12	3796	1,54*	871826*	62,22	-77	-2
1x8	231-6127-06	3792	1,29ns	194733ns	70,79	-207	-13
2x10	231-1122-01	3788	1,04ns	75145ns	66,06	-543	-20
4x6	231-6111-07	3778	1,31ns	1525493*	44,52	-1012	-21
4x5	231-6125-09	3766	1,32ns	387043*	66,02	-537	-24
2x5	231-2208-04	3759	1,28ns	446225*	63,13	-1242	-38
2x9	231-1227-05	3758	0,69ns	405517*	33,85	-580	-13
3x5	231-3219-12	3752	1,67*	99635ns	82,71	-265	-16
5x7	231-4123-05	3745	1,66*	680663*	69,38	-1117	-37
4x5	231-6125-04	3730	1,50*	893004*	60,86	-689	-11
6x10	231-6107-06	3721	1,06ns	230813ns	60,57	-1250	-36
3x6	231-5229-03	3702	1,51*	1281203*	54,73	-574	-13
7x8	231-6126-01	3698	1,26ns	413956*	63,06	-832	-27
5x6	231-2230-12	3683	1,46*	96873ns	78,53	-1349	-37
7x10	231-2220-11	3662	1,10ns	204728ns	63,39	-639	-26
7x10	231-1120-08	3662	0,71ns	-33186ns	53,94	-382	-11
3x5	231-2223-11	3655	1,36ns	87469ns	76,38	-859	-31
2x8	231-1226-08	3655	0,87ns	1221751*	29,30	-628	-21
2x8	231-1226-09	3633	1,02ns	191068ns	60,18	-1077	-30
2x4	231-3118-05	3627	1,54*	984740*	60,50	-1190	-33
2x4	231-3118-03	3617	1,09ns	679730*	49,21	-1216	-41
6x7	231-6229-10	3608	0,68ns	349119*	35,10	-938	-31
2x9	231-6132-11	3607	0,69ns	45901ns	47,81	-731	-22
4x6	231-2112-05	3594	1,00ns	180273ns	59,70	-677	-20
2x6	231-3225-05	3591	1,21ns	813209*	51,68	-132	-7
4x5	231-3121-07	3586	1,08ns	530738*	52,49	-1216	-39
7x9	231-1228-09	3584	0,81ns	1803609*	21,23	259	23
5x10	231-3131-02	3575	0,92ns	362128*	49,37	-614	-17
2x6	231-3225-11	3572	1,26ns	867523*	52,84	-1045	-31
3x5	231-1104-01	3570	1,09ns	400782*	56,65	-265	-13
6x7	231-3208-09	3570	0,68ns	1930663*	15,05	-1459	-40
2x6	231-2210-09	3569	1,31ns	972640*	52,51	-291	-10
3x4	231-2125-05	3557	1,13ns	512055*	55,26	-1061	-33
4x6	231-5204-04	3557	1,43*	527740*	65,91	-538	-18
9x10	231-4105-03	3555	1,11ns	203722ns	63,69	-630	-23
1x6	231-4204-09	3548	1,31ns	450202*	63,77	-1139	-38
3x8	231-3207-08	3545	0,84ns	420969*	43,25	-376	-20

^{id} : cruzamentos identificados na Tabela 2 e genitores na Tabela 1

Tabela 30 - Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade com base na metodologia de Eberhart e Russell (1966) dos 225 genótipos de soja comuns aos 16 ambientes (3anos x 3 locais x 2 tipos de fungicidas), para produtividade de grãos (kg ha⁻¹); médias do efeito ferrugem (EFP) e taxa de suscetibilidade (TSP) da produtividade de grãos (continuação)

Cr. ^{id}	Genótipos	Médias (kg ha ⁻¹)	β_1	σ^2_{di}	R ² (%)	EFP (kg ha ⁻¹)	TSP (%)
5x10	231-1218-10	3513	1,04ns	-33388ns	71,46	-342	-11
3x8	231-5105-11	3511	0,87ns	1138502*	30,68	472	10
3x6	231-4112-03	3507	0,96ns	552305*	45,98	-652	-20
2x3	231-1207-04	3492	0,85ns	876830*	33,37	-495	-15
3x4	231-2125-01	3490	0,76ns	147222ns	47,61	-329	-14
2x10	231-5129-05	3486	0,89ns	-133952ns	70,82	-620	-22
8x10	231-1206-03	3479	0,68ns	296857ns	36,56	-330	-5
1x6	231-2215-07	3467	1,09ns	189493ns	63,55	-585	-16
4x8	231-2209-09	3467	0,94ns	451353*	47,54	-262	-11
1x2	231-2207-01	3462	1,30ns	234808ns	69,93	-1375	-44
6x10	231-5228-02	3460	0,98ns	560341*	46,94	-1185	-38
3x5	231-3219-07	3458	0,91ns	441986*	46,11	-708	-22
5x10	231-4126-01	3434	1,23ns	754644*	53,71	-249	-8
6x8	231-2224-05	3432	1,39*	249007ns	72,13	-574	-16
2x7	231-4208-04	3427	0,69ns	574922*	30,01	-782	-24
2x8	231-1226-02	3427	1,19ns	46058ns	72,99	-1185	-35
6x9	231-4113-04	3426	1,04ns	1001268*	40,93	-853	-20
6x8	231-2224-02	3415	1,55*	427445*	71,70	-888	-22
8x10	231-4119-03	3413	0,67ns	491494*	30,70	-380	-18
4x7	231-6208-07	3411	1,33ns	227943ns	70,89	-993	-27
5x8	231-3202-08	3409	0,88ns	505317*	42,68	-925	-28
4x10	231-2226-07	3407	1,52*	775826*	63,43	-1928	-54
4x8	231-2209-01	3381	0,71ns	427668*	34,96	-198	-6
1x8	231-6127-05	3381	0,89ns	651663*	39,75	-193	-1
4x5	231-2118-06	3380	1,30ns	34123ns	76,73	-539	-16
1x10	231-6226-04	3376	1,05ns	511790*	51,38	-473	-22
8x10	231-3119-10	3373	0,73ns	103811ns	47,35	-561	-17
2x8	231-3107-11	3369	0,82ns	313141ns	44,88	105	2
6x7	231-4231-04	3368	1,30ns	883822*	53,91	-729	-16
7x8	231-3127-04	3365	1,32ns	596645*	60,69	-707	-24
5x7	231-6105-07	3359	1,06ns	13174ns	69,85	-827	-25
2x7	231-3205-09	3347	1,22ns	55481ns	73,54	-1126	-36
3x10	231-4111-04	3347	1,07ns	258288ns	60,31	-244	-13
4x8	231-1101-12	3345	0,90ns	364410*	48,22	-458	-16
8x9	231-6215-09	3337	0,88ns	592438*	40,80	-1100	-37
4x9	231-6211-12	3337	1,02ns	-255442ns	84,36	-165	-8
8x10	231-2130-05	3330	0,45*	136423ns	24,28	157	4
2x10	231-5129-12	3325	1,04ns	987170*	41,18	-328	-7
4x6	231-2112-01	3325	1,13ns	2174619*	30,76	-1603	-45
3x9	231-1216-11	3324	0,85ns	93822ns	55,72	-666	-24
1x5	231-6113-09	3322	1,19ns	-223184ns	86,26	-674	-25
1x4	231-1224-07	3310	1,43*	236468ns	73,60	-196	-11
2x3	231-3102-10	3308	0,81ns	1658342*	22,16	-871	-31
5x6	231-2230-08	3301	0,80ns	825110*	31,86	-1501	-44
6x7	231-3208-06	3301	0,96ns	-65684ns	69,83	-911	-32
1x4	231-4116-02	3301	1,22ns	80770ns	72,60	-778	-28
1x10	231-6226-08	3293	1,27ns	205643ns	69,87	-1146	-49
1x7	231-3113-10	3291	1,33ns	-82056ns	82,21	-674	-26

^{id} : cruzamentos identificados na Tabela 2 e genitores na Tabela 1

Tabela 30 - Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade com base na metodologia de Eberhart e Russell (1966) dos 225 genótipos de soja comuns aos 16 ambientes (3anos x 3 locais x 2 tipos de fungicidas), para produtividade de grãos (kg ha⁻¹); médias do efeito ferrugem (EFP) e taxa de suscetibilidade (TSP) da produtividade de grãos (continuação)

Cr. ^{id}	Genótipos	Médias (kg ha ⁻¹)	β_1	σ^2_{di}	R ² (%)	EFP (kg ha ⁻¹)	TSP (%)
6x10	231-6107-07	3291	0,89ns	293161ns	50,00	-539	-21
4x10	231-5103-04	3289	0,88ns	215062ns	52,38	-1016	-34
2x6	231-4221-10	3289	1,02ns	700346*	45,65	-712	-31
3x4	231-3104-09	3284	1,19ns	439841*	59,55	-884	-27
2x7	231-5131-01	3281	0,73ns	137457ns	46,39	-428	-20
3x10	231-3120-03	3281	0,97ns	-28016ns	67,87	-806	-25
3x10	231-5222-03	3278	0,83ns	-14995ns	60,06	-216	-13
2x10	231-5129-06	3277	0,71ns	1820404*	16,99	-413	-10
5x9	231-1214-06	3274	0,91ns	327411ns	49,85	-944	-35
3x7	231-1105-08	3273	0,91ns	-78630ns	68,07	-490	-15
7x8	231-3127-09	3272	1,07ns	28657ns	69,41	-367	-10
7x9	231-4107-02	3269	1,01ns	422048*	52,10	-75	-7
1x6	231-6231-06	3268	1,01ns	-9139ns	68,84	72	4
3x7	231-1105-06	3267	1,25ns	30971ns	75,54	-422	-15
4x7	231-6208-12	3263	1,10ns	1322854*	38,76	-694	-28
1x7	231-1205-03	3263	1,13ns	136005ns	67,22	-528	-27
1x5	231-2102-11	3256	1,63*	1033058*	62,16	-803	-29
2x10	231-6217-12	3255	1,33ns	365181*	66,99	-973	-40
3x6	231-4112-01	3253	1,07ns	-20128ns	71,70	-436	-15
6x10	231-6107-04	3250	0,47*	370793*	20,17	-784	-21
5x6	231-5122-06	3249	0,65ns	340932*	32,95	-782	-24
5x9	231-4114-02	3249	1,32ns	257829ns	69,69	-433	-15
3x6	231-6123-07	3245	0,85ns	-128789ns	68,49	-468	-15
2x7	231-1110-12	3243	1,11ns	-72438ns	75,93	-691	-24
4x10	231-2226-08	3237	1,13ns	445918*	57,19	-1038	-39
2x5	231-3229-07	3235	1,24ns	71484ns	73,55	-774	-27
5x7	231-4123-02	3220	0,94ns	49899ns	62,58	-16	-1
6x10	231-4101-09	3220	1,09ns	31386ns	70,04	-1044	-35
4x7	231-6208-11	3217	1,19ns	469713*	58,87	-729	-25
1x4	231-3115-07	3208	1,22ns	168487ns	69,50	-512	-16
4x5	231-2118-09	3206	1,26ns	148307ns	71,48	-695	-22
1x3	231-6210-01	3204	1,01ns	371315*	53,65	-1127	-41
3x4	231-6124-12	3203	1,50*	268147ns	74,53	-1512	-53
5x10	231-3131-05	3193	0,98ns	-82229ns	71,42	-747	-26
9x10	231-1201-08	3190	0,42*	1355199*	8,40	-1665	-50
1x6	231-3221-03	3184	1,14ns	1461128*	38,32	-242	-3
4x8	231-6212-12	3182	0,59*	1072594*	17,64	-15	-2
3x4	231-1225-03	3182	1,57*	591363*	68,72	-832	-29
7x10	231-4224-03	3182	1,04ns	1655533*	31,90	-817	-32
5x8	231-4213-11	3181	0,92ns	35673ns	62,52	-247	0
3x7	231-5108-03	3174	1,31ns	957960*	52,79	-702	-5
6x9	231-6101-10	3174	0,61*	1158923*	17,61	1	1
1x6	231-3221-02	3168	1,14ns	965698*	45,95	108	-5
3x8	231-2228-01	3156	0,97ns	220881ns	56,71	-683	-26
1x9	231-5208-11	3155	1,14ns	405113*	58,45	-391	-17
6x8	231-3227-01	3147	0,48*	1130875*	11,88	-555	-13
5x6	231-4207-01	3146	1,10ns	612901*	51,36	-500	-17
2x3	231-1207-11	3139	0,78ns	728086*	32,20	-260	-12

^{id} : cruzamentos identificados na Tabela 2 e genitores na Tabela 1

Tabela 30 - Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade com base na metodologia de Eberhart e Russell (1966) dos 225 genótipos de soja comuns aos 16 ambientes (3anos x 3 locais x 2 tipos de fungicidas), para produtividade de grãos (kg ha⁻¹); médias do efeito ferrugem (EFP) e taxa de suscetibilidade (TSP) da produtividade de grãos (continuação)

Cr. ^{id}	Genótipos	Médias (kg ha ⁻¹)	β_1	σ^2_{di}	R ² (%)	EFP (kg ha ⁻¹)	TSP (%)
1x5	231-1215-07	3139	1,38*	218521ns	72,81	-832	-29
5x9	231-1214-03	3127	0,47*	249621ns	22,97	-637	-24
2x5	231-3229-08	3127	1,02ns	49351ns	66,21	-473	-17
9x10	231-5207-10	3117	0,91ns	46673ns	61,29	-639	-20
2x4	231-5225-08	3115	0,96ns	17241ns	65,08	-247	-7
6x9	231-6101-04	3114	0,98ns	762400*	42,05	-90	-3
5x7	231-4123-12	3100	1,00ns	939356*	39,95	115	4
1x8	231-1231-06	3100	1,21ns	1293730*	43,61	-396	-27
3x9	231-3128-08	3090	1,26ns	-4944ns	77,37	-391	-16
3x5	231-2223-12	3088	0,88ns	48051ns	59,76	-236	-14
5x7	231-2117-08	3086	0,92ns	-38058ns	66,08	-552	-18
1x4	231-2116-01	3084	1,06ns	854157*	44,45	-530	-16
5x9	231-1214-07	3078	0,98ns	159728ns	59,81	-610	-22
1x10	231-5111-12	3074	0,99ns	167729ns	59,90	-709	-27
6x9	231-3125-01	3072	0,81ns	396932*	41,96	-594	-16
1x4	231-4116-12	3061	0,64ns	1049703*	20,36	-202	-10
5x8	231-5126-08	3061	0,79ns	1352531*	24,05	-967	-28
4x8	231-2209-06	3038	0,88ns	643741*	39,37	-303	-16
7x9	231-1228-06	3035	1,08ns	243877ns	61,29	-501	-21
8x9	231-2222-12	3024	1,17ns	-34036ns	75,97	-323	-20
1x3	231-1121-10	3012	0,55*	242173ns	29,30	-39	-4
5x10	231-6118-10	3001	0,64*	607759*	26,15	-592	-15
3x10	231-3120-05	3000	1,20ns	590560*	56,25	-1072	-46
3x9	231-3128-10	2999	0,93ns	177761ns	56,44	-13	5
2x6	231-4221-02	2998	0,53*	1538278*	11,37	74	10
9x10	231-3124-03	2989	1,14ns	83763ns	69,60	-998	-34
1x7	231-3113-11	2982	1,24ns	284664ns	66,27	-1221	-43
3x8	231-3207-10	2982	1,16ns	348839*	61,05	-806	-38
5x8	231-1102-04	2975	1,13ns	574326*	53,64	-1510	-57
2x9	231-3105-11	2969	0,57*	276056ns	29,78	-494	-20
2x8	231-3107-05	2968	1,05ns	1226127*	37,92	-610	-26
1x2	231-1107-04	2965	1,12ns	79177ns	69,30	95	3
5x9	231-2132-04	2958	1,42*	-54041ns	82,95	-565	-15
1x2	231-2207-05	2953	0,75ns	267850ns	42,03	-139	-11
2x5	231-3229-05	2937	1,00ns	112676ns	62,55	-827	-33
1x9	231-4121-06	2930	0,77ns	292000ns	42,65	-858	-32
3x10	231-4111-11	2929	1,07ns	754511*	46,95	-789	-32
1x10	231-6226-03	2926	0,96ns	842128*	39,67	-443	-25
6x9	231-4113-11	2922	0,66ns	1454250*	17,48	-829	-34
1x2	231-2207-02	2919	0,71ns	440034*	34,43	-331	-9
6x8	231-3227-11	2902	1,13ns	442596*	56,95	-321	-23
7x9	231-4107-06	2896	0,87ns	-54825ns	64,50	-748	-29
3x7	231-4210-11	2890	1,41*	22041ns	80,07	-440	-22
2x9	231-4128-01	2885	0,76ns	202410ns	45,34	-191	-7
4x9	231-3226-07	2882	0,64ns	505364*	28,44	-561	-18
7x8	231-1221-09	2869	1,32ns	542000*	61,97	-522	-30
3x8	231-2228-02	2867	0,54*	149773ns	31,49	-177	-10
1x7	231-5209-02	2849	0,65ns	104170ns	41,85	-482	-20

^{id} : cruzamentos identificados na Tabela 2 e genitores na Tabela 1

Tabela 30 - Estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade com base na metodologia de Eberhart e Russell (1966) dos 225 genótipos de soja comuns aos 16 ambientes (3anos x 3 locais x 2 tipos de fungicidas), para produtividade de grãos (kg ha⁻¹); médias do efeito ferrugem (EFP) e taxa de suscetibilidade (TSP) da produtividade de grãos (conclusão)

Cr. ^{id}	Genótipos	Médias (kg ha ⁻¹)	β_1	σ^2_{di}	R ² (%)	EFP (kg ha ⁻¹)	TSP (%)
1x10	231-6226-07	2837	0,60*	598487*	24,27	-160	-3
1x2	231-2207-03	2837	0,68ns	342316*	35,29	-342	-22
1x3	231-6210-11	2829	1,01ns	160661ns	61,18	-461	-25
3x9	231-3128-12	2823	0,98ns	-9649ns	67,43	-319	-7
2x3	231-1207-03	2818	1,28ns	842504*	53,86	-1236	-37
4x7	231-1128-01	2817	0,99ns	174074ns	59,42	-1166	-40
1x7	231-3113-02	2811	0,87ns	1041578*	31,98	-917	-42
8x9	231-3224-08	2798	1,09ns	462332*	54,65	34	4
4x7	231-1128-10	2790	0,88ns	105164ns	56,73	-811	-26
2x3	231-3102-11	2782	0,48*	55572ns	30,28	-30	-1
5x6	231-4207-05	2779	0,70ns	726732*	28,09	-868	-26
4x9	231-2231-02	2778	0,79ns	-68634ns	61,18	-686	-25
6x7	231-6229-04	2778	0,96ns	971809*	37,60	-605	-15
1x5	231-6113-04	2767	0,93ns	15958ns	63,72	-722	-30
1x3	231-6210-10	2700	0,84ns	326556ns	45,76	-575	-26
2x9	231-1227-01	2696	0,83ns	720227*	35,40	-490	-23
3x7	231-6228-01	2679	0,80ns	22196ns	56,50	-921	-38
4x9	231-4227-06	2668	0,75ns	177489ns	45,86	304	15
7x8	231-1221-10	2663	0,89ns	381142*	46,79	-148	-4
1x8	231-2105-04	2642	0,38*	972276*	8,62	-345	-11
1x3	231-1121-12	2624	0,80ns	-146558ns	67,27	-362	-15
1x9	231-3114-04	2601	1,13ns	48997ns	70,93	-150	-12
2x5	231-1106-05	2598	0,58*	539750*	24,16	-324	-3
1x9	231-5208-08	2570	0,29*	-226015ns	27,82	8	-3
4x9	231-5128-07	2554	0,64ns	1095329*	19,81	-275	10
8x10	231-3119-12	2546	0,22*	928440*	3,25	37	-1
3x9	231-1216-09	2546	0,75 ^{ns}	830611*	28,79	-546	-22
3x6	231-5229-02	2506	0,84 ^{ns}	314526 ^{ns}	46,31	-143	-5
8x9	231-2222-11	2474	0,61*	551002*	25,57	-160	-6
1x9	231-5208-09	2417	1,09 ^{ns}	351180*	57,98	-212	-12
8x9	231-1114-07	2404	0,98 ^{ns}	609789*	45,45	-339	-23
1x8	231-3123-10	2395	0,75 ^{ns}	1728794*	18,97	-41	-25
7x9	231-2120-12	2159	0,45*	1291342*	9,66	-334	-15
9x10	231-6115-07	2123	0,19*	1092963*	2,15	-410	-18

^{id} : cruzamentos identificados na Tabela 2 e genitores na Tabela 1

Figura 1 – Dados climáticos de temperaturas máxima e mínima (Temp. Máx. e Temp. Mín., respectivamente), precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar durante os meses de novembro a março nas ano agrícolas 2008-09, 2009-10 e 2010-11, para o município de Piracicaba – SP

Tabela 31 - Resumo do número de dias com chuva durante os meses de novembro a março nas ano agrícolas 2008-09, 2009-10 e 2010-11 para o município de Piracicaba – SP

		2008-09	2009-10		2010-11		Médias	Total
Dias com chuva	nov	8	nov	13	nov	10	10	31
	dez	12	dez	18	dez	16	15	46
	jan	18	jan	26	jan	20	21	64
	fev	16	fev	13	fev	15	15	44
	mar	11	mar	10	mar	18	13	39
Média		13		16		16	15	-
Total		65		80		79	75	224