

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTIMATIVAS DO COEFICIENTE DE HERDABILIDADE ENTRE
E DENTRO DE FAMÍLIAS F₅ DE SOJA**

Rafael Santos Finholdt
Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**ESTIMATIVAS DO COEFICIENTE DE HERDABILIDADE ENTRE
E DENTRO DE FAMÍLIAS F₅ DE SOJA**

Rafael Santos Finholdt

Orientador: Prof. Dr. Antonio Orlando Di Mauro

Co-orientador: Dr. Marcelo Marchi Costa

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas).

JABOTICABAL - SP

Maio – 2012

Finholdt, Rafael Santos
F497e Estimativas do coeficiente de herdabilidade entre e dentro de famílias F_5 de soja / Rafael Santos Finholdt. -- Jaboticabal, 2012
iii, 42 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012
Orientador: Antonio Orlando Di Mauro
Banca examinadora: Rinaldo Cesar de Paula, Eduardo Antônio Gavioli

Bibliografia

1. seleção entre famílias. 2. seleção dentro de família. 3. *Glycine Max* L. Merrill. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 633.34:631.52

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RAFAEL SANTOS FINHOLDT – nascido em 8 de outubro de 1986, em Uberaba, estado de Minas Gerais. Ingressou no curso de Agronomia nas Faculdades Associadas de Uberaba (FAZU), Uberaba – MG, obtendo o título de Engenheiro Agrônomo em Agosto de 2009. Durante a graduação, foi bolsista de extensão e de iniciação científica no setor de melhoramento genético de soja pela EPAMIG/Uberaba-MG, em parceria com Embrapa e Fundação Triângulo de Pesquisa e Desenvolvimento (2007-2008), no projeto intitulado: “Hibridações, avanço de geração de populações, seleção de progênies e instalação dos testes de avaliação de DHE e de VCU para obtenção de novas cultivares de soja convencional”. Nos anos de 2008 à 2010, participou como integrante e estagiário nas Faculdades Associadas de Uberaba – FAZU, do Grupo de Estudos em Melhoramento de Plantas – GEMEP, atuando com a cultura da soja na instalação e condução de ensaios de VCU de 1º e 2º ano de diversas instituições (Empraba, Pioneer, Dow Agrosience, Wehrmann). E no último semestre do curso, fez estágio curricular na Fundação Triângulo de Pesquisa e Desenvolvimento, em Uberaba-MG, no setor de grandes culturas com foco em soja, milho e algodão. Em março de 2010 ingressou no curso de Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), Jaboticabal – SP. Durante o mestrado foi responsável por seleção de progênies, avanço de geração, implantação e condução de VCU, partes essenciais do melhoramento clássico. Em setembro de 2011 ingressou como melhorista júnior na Empresa Soy Tech Seeds Pesquisa em Soja, onde é responsável pela parte de seleção de progênies, pesquisa e desenvolvimento de novas cultivares de soja, na área de melhoramento genético na cultura da soja.

“Não há como impedir que seu concorrente produza resultados.
A única fórmula de vencer é sermos mais eficientes nas próprias ações e
ocupando espaços, caso contrário, ele o fará.”

W. Timothy Gallwey

Aos meus pais Carlos e Rosa e
ao meu irmão Lucas pelo estímulo,
confiança e companherismo.

Ofereço

Aos meus avós Arnaldo (*in memorian*) e Rudolfo (*in memorian*),
Hilda e Djanira e aos familiares pelos ensinamentos,
dedicação e companherismo.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Aos familiares por todo apoio e dedicação para a minha formação moral e profissional.

Aos amigos que sempre contribuíram e incentivaram nas horas boas e nos momentos de desespero. Todos foram de suma importância na minha passagem por Jaboticabal.

Aos meus fiéis braços direitos desde outrora quando nos conhecemos ainda em Uberaba, José Arantes Ferreira Júnior e Sybelli Magda Coelho Gonçalves Espindola.

Aos amigos de Jaboticabal mais que especiais Anderson Dallastra, Camila Ferro, Daniel Sordi, Eduardo Bizari, Flávio Cese Arantes, Guillermo Gomes, Laerte Bárbaro Júnior, Marcela Yada, Mayara Murata, Otavia Vilela, Paolo Orlando Zancanaro, Tatiane Baldo, Viviane Vianna e Wellington Zanni.

À Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP), Jaboticabal – SP e ao Departamento de Produção Vegetal.

Ao Prof. Dr. Antônio Orlando Di Mauro, pela orientação e realização deste trabalho, assim como pelos conselhos do cotidiano.

Ao co-orientador Marcelo Marchi Costa, que empenhou-se ao máximo em me auxiliar, por sua amizade e conhecimentos transmitidos.

Aos membros das bancas de qualificação e defesa pelas contribuições e auxílios prestados.

Aos bolsistas da graduação e integrantes do programa de melhoramento pelo auxílio na condução do ensaio.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal, Geraldo, Rubens, Sebastião, Tito, Osmar, Mauro, Gabi e Mônica pelo apoio no dia a dia, pelas conversas e todos momentos de alegrias.

Ao Marcelo gerente da fazenda de pesquisa da FCAV/UNESP que sempre esteve presente nos auxiliando na medida do possível e com excelência.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas).

À CAPES pelo apoio financeiro.

Aos profissionais ligados ao melhoramento que me incentivaram e mostraram que estava no caminho certo, Neylson Arantes, Roberto Zito, Maria Eugênia, Sybelli Espindola, Marcus Teixeira, Carlos Varon, André Abreu, Luis Alliprandini, Marcos Norio.

Aos atuais amigos de trabalho pela paciência, dedicação e incentivo, André Abreu, Carlos Varon, Christopher Tinius, Fábio Ruggiero, João Gilioli, Luis Stabile, Odnei Fernandes, aos colegas do Centro de Pesquisa de Porto Nacional e a todo time soja de RT e DM.

É bem provável que tenha esquecido algum nome e peço humildes desculpas, afinal são inúmeras pessoas que contribuíram e contribuem para meu aprimoramento.

A Deus, por iluminar meu caminho.

MUITO OBRIGADO!!!

SUMÁRIO

RESUMO.....	ii
SUMMARY.....	iii
1.INTRODUÇÃO.....	1
2.REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. A cultura da soja.....	3
2.1.1. Botânica.....	3
2.1.2. Origem.....	3
2.1.3. Expansão da soja no Brasil.....	4
2.1.4. Importância econômica.....	6
2.2. Melhoramento genético da soja.....	8
2.2.1. Características agronômicas desejáveis.....	10
2.3. Estimativas de parâmetros genotípicos e fenotípicos.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1. Manejo experimental e tratamentos utilizados.....	12
3.2. Avaliações dos caracteres.....	13
3.3. Análises estatísticas.....	14
3.3.1. Análise de variância.....	14
3.3.2. Estimativas das variâncias ambientais, fenotípicas e genotípicas.....	15
3.3.3. Herdabilidade no sentido amplo e restrito.....	16
3.3.4. Coeficiente de variação genética.....	17
3.3.5. Coeficiente de variação experimental.....	18
3.3.6. Quociente CVg/CVe.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5. CONCLUSÕES.....	30
6. REFERÊNCIAS.....	31
APÊNDICES.....	38

Estimativas do coeficiente de herdabilidade entre e dentro de famílias F₅ de soja

RESUMO – O aumento de produtividade é fator preponderante para o melhoramento de soja e lançamento de novas cultivares. A herdabilidade é o parâmetro que indica a porção genética que será transmitida aos descendentes, sendo de suma importância para os melhoristas conhecerem a herança de cada caráter. O objetivo do trabalho foi estimar as variâncias e os coeficientes de herdabilidades nos sentidos amplo e restrito em populações F₅ de soja. O experimento foi conduzido em 2010/11 no delineamento experimental de blocos aumentados de Federer, com quatro cruzamentos biparentais e testemunhas intercalares, em Jaboticabal-SP. Os dados foram analisados utilizando-se o Software Genes. Pelos resultados nota-se estimativas de herdabilidades maiores entre famílias quando comparadas a dentro de famílias, o que indica que a seleção é mais favorável entre famílias quando se avançam as gerações. As estimativas dos coeficientes de herdabilidades nos sentidos amplo e restrito foram próximas, na maioria das situações, mostrando que a maior parte da variância genética é de natureza aditiva, onde métodos de seleção simples podem levar a ganhos satisfatórios. Obteve-se elevados coeficientes de variação genéticos (CV_g), onde a razão do coeficiente de variação genético pelo coeficiente de variação experimental (CV_g/CV_e) pode favorecer o direcionamento da seleção.

Palavras-Chave: seleção entre famílias, seleção dentro de família, *Glycine max* L. Merrill.

Heritability coefficient estimates among and within F₅ soybean families

SUMMARY – Yield increase is one of the main factors for soybean breeding for the new cultivars release. Heritability is the parameter that indicates the genetic proportion transmitted to offspring, being very important for breeders to know the traits inheritance. The aim of this work was to estimate variances and heritability coefficients both on broad and narrow sense in F₅ soybean populations. The experiment was conducted in 2010/11 season, using Federer augmented blocks design with 4 biparental crosses and intercalated checks, in Jaboticabal-SP. Data were analysed using Genes Software. By the results, it can be noticed that heritability among families showed higher estimates when compared to within families estimates; this indicates that selection among families is more favorable for advancing generation. The estimation of heritability coefficients in broad sense and narrow sense were close in most of the situations, showing that the largest part of genetic variance is of additive nature, in which simple selection methods can lead to satisfactory genetic gains. High genetic variance coefficients were obtained, where the relation between genetic variance coefficient and experimental variance coefficient can be favorable to guide the selection.

Keywords: heritability, genotypic analysis, phenotypic analysis, selection among families, selection within families

1. INTRODUÇÃO

A soja, *Glycine max* L. Merrill, é originária do continente Asiático. Durante anos, passou por um processo de evolução e expansão sendo hoje de extrema importância no agronegócio mundial. O complexo soja confere ao Brasil grande destaque no cenário internacional, como o segundo maior exportador e produtor mundial (USDA, 2012). O aumento da produtividade e a adaptação das cultivares de soja ao cenário brasileiro é resposta ao sucesso dos programas de melhoramento genético de iniciativas públicas e privadas (BORÉM; MIRANDA, 2009).

A obtenção de estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos, tais como herdabilidades, correlações e ganhos esperados com seleção, têm elevada importância em programas de melhoramento genético, pois possibilitam a tomada de decisões relacionadas com a escolha do método de seleção mais apropriado, os caracteres que devem ser selecionados em etapas iniciais e avançadas de um programa e também o peso que deve ser atribuído a cada caráter, separadamente ou em conjunto (ROSSMANN, 2001; SILVEIRA, 2007).

O conhecimento da natureza e magnitude dos efeitos gênicos que controlam um caráter é primordial para o processo de seleção e a predição do comportamento das gerações segregantes. A existência da variância aditiva é um indicativo de relacionamento entre o comportamento da unidade selecionada e a unidade melhorada, ou seja, a sua descendência. O valor genético aditivo é um indicador do número de alelos favoráveis da unidade de seleção (BACKES et al., 2002).

As estimativas de herdabilidade para caracteres economicamente importantes são necessárias para a escolha de uma estratégia eficaz de melhoramento genético, permitindo definir o momento em que a seleção será mais eficiente e qual a intensidade a ser aplicada (MUNIZ et al., 2002). A herdabilidade varia de acordo com as mais diversas características agrônômicas, e os fatores que afetam na estimativa da herdabilidade são: o método de estimação, a diversidade na população, o nível de endogamia da população, o tamanho da amostra avaliada, o número e tipo de

ambientes considerados, a unidade experimental considerada e a precisão na condução do experimento e na coleta de dados (BORÉM; MIRANDA, 2009).

Buscando estabelecer o processo seletivo mais adequado, o presente trabalho objetivou em estimar as variâncias e coeficientes de herdabilidade de caracteres de importância agrônômica e assim auxiliar nos processos seletivos futuros em populações de soja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura da soja

2.1.1. Botânica

A soja quanto sua classificação botânica pertence ao reino *Plantae*, divisão *Magnoliophyta*, à classe *Magnoliopsida*, ordem *Fabales*, família *Fabaceae* (antiga *Leguminosae*), subfamília *Faboideae* (*Papilionoideae*), gênero *Glycine*, espécie *Glycine max* e forma cultivada *Glycine max* (L.) Merrill (SEDIYAMA et al., 2009). Classifica-se como planta anual, de porte ereto, ramificada esparsamente, com um tipo de crescimento arbustivo e com folhas trifoliadas alternadas, os folíolos são ovalados, ovais a lanceolados-elípticos, as flores são brancas ou roxas podendo haver diferenças de tonalidades, as vagens são retas ou ligeiramente curvadas, contendo uma a quatro sementes de forma ovalada ou subesférica, as cores do tegumento podem variar de amarelo-claro, verde-oliva ou marrom a preto avermelhado (SEDIYAMA et al., 2005).

2.1.2. Origem

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), que hoje é cultivada mundo afora, é muito diferente dos ancestrais que lhe deram origem: espécies de plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente ao longo do Rio Amarelo, na China. Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais, entre duas espécies de soja selvagem, que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China. Sua importância na dieta alimentar da

antiga civilização chinesa era tal, que a soja, juntamente com o trigo, o arroz, o centeio e o milheto, era considerada um grão sagrado, com direito a cerimoniais ritualísticos na época da semeadura e da colheita (EMBRAPA, 2003).

As primeiras citações do grão aparecem no período entre 2.883 e 2.838 AC, quando a soja era considerada um grão sagrado, ao lado do arroz, do trigo, da cevada e do milheto. Um dos primeiros registros do grão está no livro "Pen Ts'ao Kong Mu", que descrevia as plantas da China ao Imperador Sheng-Nung. Para alguns autores, as referências à soja são ainda mais antigas, remetendo ao "Livro de Odes", publicado em chinês arcaico (EMBRAPA, 2012).

Em 1740, a soja foi introduzida na Europa (França – Paris) e em 1875, teve início uma grande campanha visando ao cultivo da soja na Europa. Em 1804, a soja foi pela primeira vez citada nos Estados Unidos da América, na região da Pensilvânia. A primeira referência sobre soja no Brasil data de 1882, na Bahia, em relato de Gustavo D'Utra (SEDIYAMA et al., 2009). Na Argentina, as primeiras tentativas de exploração de soja foram por volta de 1957, com as variedades originárias dos EUA (SEDIYAMA et al., 1999).

2.1.3 Expansão da soja no Brasil

Segundo EMBRAPA (2003), a soja chegou ao Brasil via Estados Unidos, em 1882. Assim como nos EUA, a soja no Brasil dessa época era estudada mais como cultura forrageira, eventualmente também produzindo grãos para consumo de animais da propriedade, do que como planta produtora de grãos para a indústria de farelos e óleos vegetais.

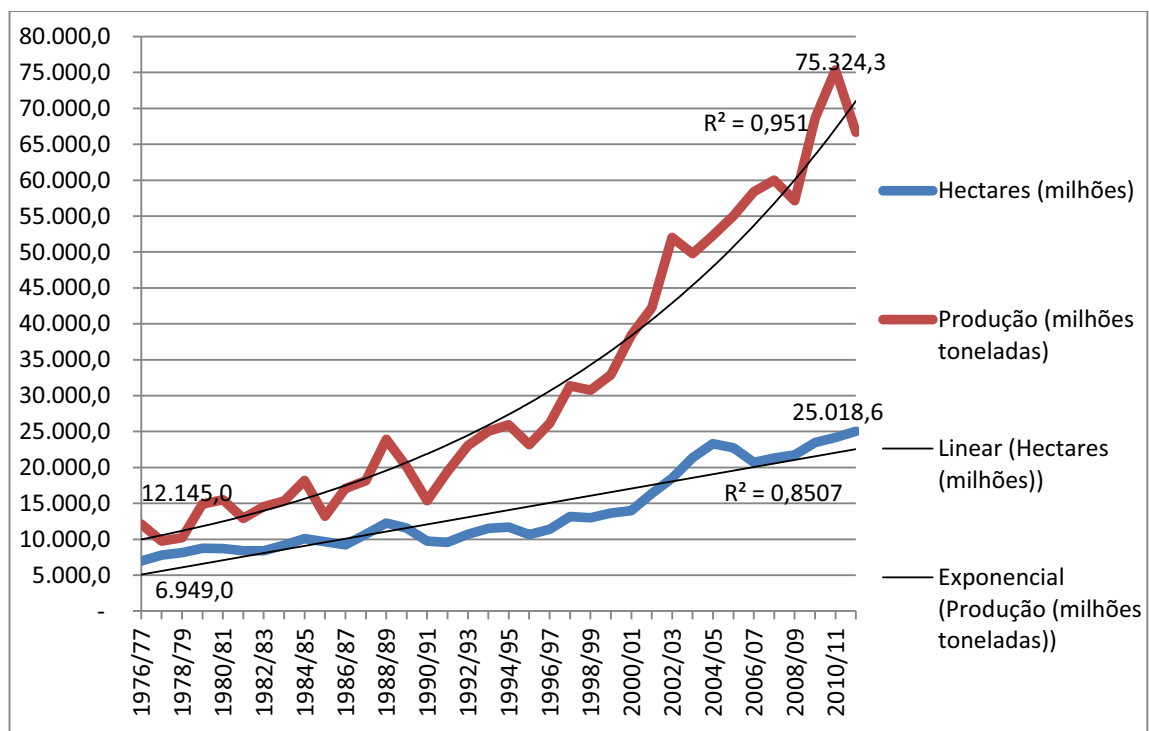
Os primeiros registros do cultivo de soja no Rio Grande do Sul datados em 1900 foram efetivos, a boa adaptação da soja nas terras do Sul do país e a crescente demanda dos mercados internos e externo deram estabilidade aos preços do produto no mercado, o que incentivou o aumento de área. Em pouco tempo, os cientistas não

só criaram tecnologias específicas para as condições de solo e clima do Cerrado, como conseguiram criar a primeira cultivar para regiões tropicais brasileiras, que permitiu que a soja produzisse no Cerrado, onde antes a planta não se desenvolvia (Embrapa, 2003).

Por volta de 1938 houve a primeira exportação de soja brasileira, para a Alemanha. Enquanto em 1951, surgiu a primeira indústria para extração de óleo comestível de soja. A partir dessa época, a cultura soja expandiu-se para os diversos estados do Brasil e seu sucesso é devido pelos incentivos governamentais, a demanda de mercado e os trabalhos ligados ao melhoramento (SEDIYAMA et al., 2009).

Observa-se no gráfico 1 a expansão de área e o aumento de produção de soja no Brasil das safras 1976/77 a 2011/12, adaptado da série histórica da Conab.

Gráfico 1 – 35 anos de expansão da cultura da soja no Brasil



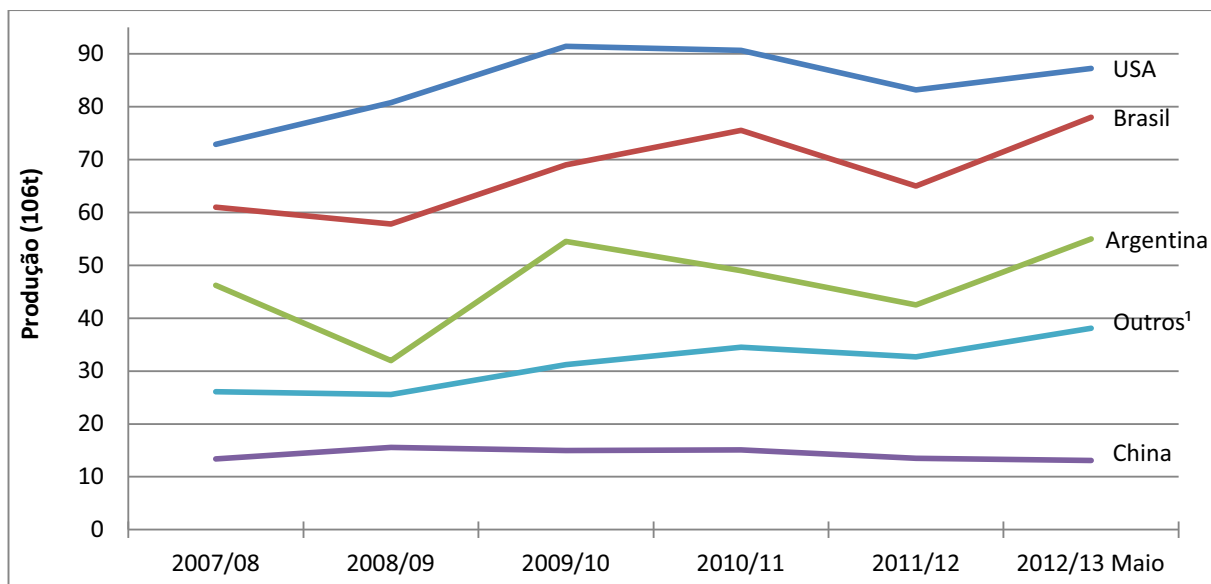
Adaptado: Conab, 2012.

Nesses 35 anos, verifica-se um aumento de 6,2 vezes em relação à produção de soja e um aumento de área de 3,6 vezes. Nota-se a importância dos trabalhos de melhoramento solucionando questões ligadas à adaptabilidade dos materiais possibilitando a exploração das áreas de cerrados e do ambiente tropical e os ganhos genéticos proporcionando produtividades maiores.

2.1.4. Importância econômica

A cultura da soja confere ao Brasil grande destaque no agronegócio mundial, por ser o segundo maior produtor e exportador de grãos de soja (GRAF. 2 e GRAF. 3) (MAPA, 2006; ABIOVE, 2007; CONAB, 2012; USDA, 2012). Atualmente a soja é cultivada em praticamente todo o território nacional, sendo o principal produto agrícola do país (MORCELI JÚNIOR et al., 2008).

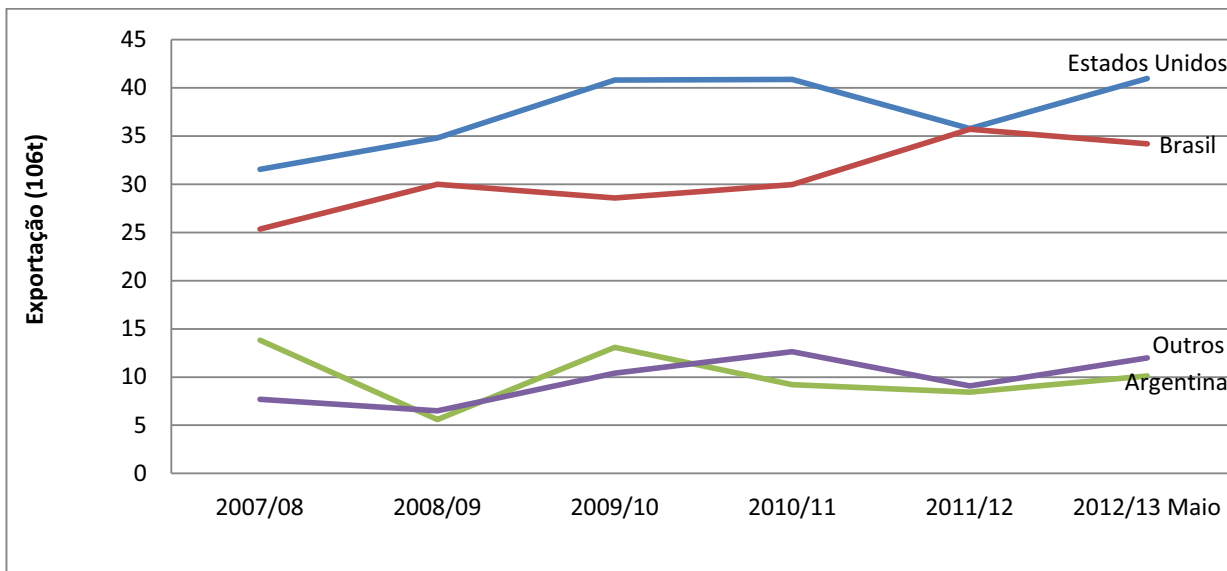
Gráfico 2. Produção mundial de soja, no período de 2007/08 à 2011/12, e estimativa para maio de 2012/13.



¹ Soma da produção de vários países incluindo Índia, Paraguai, Canadá e outros produtores.

Fonte: USDA, 2012.

Gráfico 3. Histórico da exportação mundial de soja, de 2007/08 à 2011/12, com estimativa para maio de 2012/13.



Fonte: USDA, 2012.

E a cada dia aumenta ainda mais sua consolidação no cenário nacional ganhando novas áreas, anteriormente de milho, por sua maior liquidez, maior resistência à estiagem e menor custo por hectare. Em consequência, mais de 50% da safra em grãos é exportada (USDA,2012), além disso, é responsável por 90% do farelo proteico e do óleo produzidos no Brasil (ANUÁRIO BRASILEIRO DA SOJA, 2008). O farelo é a principal fonte de proteína na nutrição animal, sendo utilizado principalmente na formulação de rações. O óleo de soja representa mais de 90% do consumo de óleo comestível no Brasil (BLACK, 2000). Cabe ainda salientar, a crescente utilização da soja como matéria prima do Biodiesel, que vem recebendo inúmeros incentivos por ser de grande significância econômica e ambiental (ANUÁRIO BRASILEIRO DA SOJA, 2008; O GLOBO, 2012).

Sobre as perspectivas futuras de aumento da demanda por grãos de soja podem ser consideradas as seguintes causas: o aumento da população humana; o poder aquisitivo continuará incrementando-se, principalmente nos países asiáticos, onde está o maior potencial de consumo; o uso da soja para produção de biocombustíveis, tintas,

lubrificantes, plásticos e vernizes (EMBRAPA, 2005); o aumento gradativo do consumo da soja na alimentação humana no ocidente, entre outras causas (SEDIYAMA et al., 2009).

A área plantada de soja no Brasil na safra 2011/2012 é de aproximadamente 25,018 milhões de hectares que equivale a um aumento de 0,84 milhões, com produção de 66,682 milhões de toneladas, representando um recuo de 8,7 milhões de toneladas em relação à safra passada em resposta as intempéries climáticas pelo “*La niña*”. A fronteira agrícola do MAPITOBA apresentou os maiores índices de crescimento e representa grandes progressos para o aumento de produção nacional (CONAB, 2012).

2.2. Melhoramento genético da soja

O termo melhoramento de plantas pode ser definido de forma clássica como “a ciência e a arte de aprimorar plantas” (FEHR, 1987). Segundo FARIA et al., (2007), o principal objetivo dos programas de melhoramento genético é a seleção de genótipos de soja com elevada produtividade de grãos e capacidade de adaptação ambiental, que estão aliadas com a predição dos ganhos obtidos pela seleção. KIIHL E ALMEIDA (2000) relatam que para obtenção de uma cultivar de soja, além de produtiva, é necessário apresentar comportamento estável em uma série de ambientes. E que os fatores que contribuem para uma boa estabilidade de uma cultivar, são resistência às doenças, aos nematóides e aos insetos, bem como características agronômicas desejáveis, como tolerância à acidez do solo, penetração profunda das raízes e alta qualidade fisiológica das sementes.

Grande parte dos programas de melhoramento envolvem quatro etapas principais: 1) escolha dos parentais, cruzamentos entre os mesmos e obtenção de genótipos segregantes, 2) avanço das gerações iniciais através de autofecundações naturais, 3) teste de desempenho agronômico e 4) seleção das linhagens

experimentais. A etapa intermediária correspondente ao avanço das gerações para atingir a homozigose feita de forma rotineira, com a desvantagem do aumento do número de anos de cada ciclo do programa de melhoramento e a demanda adicional de recursos humanos e financeiros. Essas limitações poderiam ser contornadas pela eficiente escolha dos parentais e pela avaliação e seleção dos genótipos promissores logo nas gerações iniciais, problemas de incompatibilidade híbrida e diferenças na capacidade de combinação que levam a ocorrência de cruzamentos inferiores (BORÉM; MIRANDA, 2009)

Contudo, selecionar progênies superiores não é tarefa fácil, uma vez que os caracteres de importância, em sua maioria quantitativos, apresentam comportamento complexo, por serem influenciados pelo ambiente e estarem inter-relacionados, de tal forma que a seleção de um provoca uma série de mudanças em outros (CRUZ, 2001). Para a obtenção de genótipos superiores, é necessária a reunião de uma série de atributos favoráveis que confirmem rendimento comparativamente mais elevado e satisfaçam as exigências do mercado. Com isso, a seleção baseada em uma ou poucas características mostra-se inadequada, conduzindo a um produto final superior apenas em relação aos caracteres selecionados. E para tornar a seleção mais eficiente a adoção de índice de seleção seria a alternativa mais viável (CRUZ; REGAZZI, 1997).

O caráter produção, tratando-se de um caráter quantitativo, controlado por muitos genes, sofre maior influência ambiental. Normalmente, as estimativas de herdabilidade são menores em comparação aos demais caracteres agrônômicos, além disso, para o mesmo caráter, destaca-se as variâncias devidas à dominância, que colaboram para a obtenção de baixas estimativas de herdabilidade no sentido restrito (MUNIZ, 2007).

Para o melhoramento é interessante a obtenção de grande variabilidade genética nas plantas para a imposição de processos seletivos que efetivamente resultem em ganhos significativos (BERNARDO, 2002), suas técnicas devem ser direcionadas para o desenvolvimento de materiais genéticos superiores, mas comprometidas com a recuperação e manutenção de populações de espécies ameaçadas de extinção, e que

sejam também metas prioritárias, para a própria sobrevivência da humanidade (CRUZ, 2005).

2.2.1. Características agronômicas desejáveis

Os programas de melhoramento genético de soja, no Brasil, visam principalmente o aumento da produtividade de grãos (ARANTES; SOUZA, 1993; KIIHL, 1994) e resistência às doenças, principais causas de perdas de produtividade e algumas sendo limitantes ao lançamento de cultivares (SEDIYAMA, 2009).

Portanto como objetivo principal de um programa de melhoramento a produtividade é o fator preponderante, porém outros caracteres são fundamentais para o favorecimento e aceitação do sistema de produção, devendo levar em conta o ciclo da cultivar, altura de plantas na maturação, altura de inserção, acamamento e valor agronômico (resistência a deiscência de vagem ou abertura das vagens, resistência às doenças, resistência às pragas, resistência aos nematóides, resistência a chuva na colheita, qualidade de grãos).

Segundo SEDIYAMA et al. (2009), para as características alturas de planta na maturação e inserção de vagem existe uma maior aceitabilidade de cultivares que variam de 50 a 90 cm e 12 a 15 cm. Enquanto que estudos realizados por REZENDE E CARVALHO (2007), indicam que plantas com alturas entre 60 e 120 cm satisfazem a colheita mecanizada. Para MARCOS FILHO (1986), o primeiro legume deve localizar em torno de 10 a 12 cm, e a altura mais satisfatória está em 15 cm em situações de topografias mais acidentadas.

2.3. Estimativas de parâmetros genotípicos e fenotípicos

A obtenção de estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos, tais como herdabilidades, correlações genéticas e fenotípicas e ganhos esperados com seleção, têm importância muito grande em programas de melhoramento genético, pois

possibilitam a tomada de decisões relacionadas com a escolha do método mais apropriado, os caracteres que devem ser selecionados em etapas iniciais e avançadas de um programa e também o peso que deve ser atribuído a cada caráter, separadamente ou em conjunto (ROSSMANN, 2001; SILVEIRA, 2007).

O conhecimento da natureza e da magnitude dos efeitos gênicos que controlam um caráter é primordial para o processo de seleção e a predição do comportamento das gerações segregantes. A existência da variância aditiva é um indicativo de relacionamento entre o comportamento da unidade selecionada e a unidade melhorada, ou seja, a sua descendência. O valor genético aditivo é um indicador do número de alelos favoráveis da unidade de seleção (BACKES et al., 2002).

As estimativas de herdabilidade para caracteres economicamente importantes são necessárias para a escolha de uma estratégia eficaz de melhoramento genético, permitindo definir o momento em que a seleção será mais eficiente e qual a intensidade a ser aplicada (MUNIZ et al., 2002). A herdabilidade varia de acordo com as mais diversas características agronômicas, sendo os fatores que afetam as estimativas, o método utilizado para estimar o valor da herdabilidade, a diversidade na população, o nível de endogamia da população, o tamanho da amostra avaliada, o número e tipo de ambientes considerados, a unidade experimental considerada e a precisão na condução do experimento e da coleta de dados (BORÉM; MIRANDA, 2009).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Manejo experimental e tratamentos utilizados

O experimento foi realizado na área experimental da Fazenda da FCAV/UNESP – Jaboticabal/SP, situada a uma latitude de 21° 15' 22" S e longitude de 48° 18' 58" W, com altitude de 595 m, no ano agrícola 2010/2011. Sendo o plantio realizado em 19 de novembro de 2010, época de plantio dentro da recomendada regionalmente e com capacidade de campo ideal já atingida. O índice pluviométrico durante os meses de ensaio (Novembro à Março) foi de 1289 mm, estando bem próximo da média anual de Jaboticabal. A colheita foi realizada em março precedida de uma grande concentração de precipitação (Apêndice 1) e de números de dias chuvosos (Apêndice 2), podendo ser considerado um ano atípico. Muitas famílias foram prejudicadas pelo excesso de chuva, ocorrendo germinação de vagens em algumas situações e, em outras a presença de grãos ardidos.

O experimento constituiu-se de 4 populações de soja, em geração F₅, distribuídas em 111 famílias derivadas de cruzamentos biparentais (Tabela 1). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos aumentados ou blocos de Federer (1956), com duas testemunhas intercalares (MGBR-46 e CD219) a cada 15 linhas. As famílias foram compostas de 6 linhas (Apêndice 3), onde cada linha aberta era oriunda de uma planta coletada nas populações (Bulks) da geração F₄. As parcelas constituíram-se de 6 linhas com 5 m, com área útil de 4 m lineares desprezando 0,5 m de cada extremidade, neste intervalo retiraram-se 6 plantas de amostragem de cada linha, seguindo metodologia proposta por SILVEIRA et al. (2006). Os tratos culturais (Apêndice 4) seguiram as recomendações para a cultura da soja, sendo realizados imediatamente quando atingido o nível de dano econômico para pragas e de modo preventivo e curativo para doenças..

As populações trabalhadas no presente trabalho foram direcionadas por pais que atendem os interesses dos programas de melhoramentos locais, visando produtividade

e materiais de ciclo precoce a médio. A população 2 e 4, trata-se de um cruzamento recíproco onde o progenitor CD 216 confere a população características de precocidade. O cruzamento recíproco possibilita ainda o estudo de possíveis heranças maternas.

Tabela 1. – Relação dos cruzamentos, genealogia e número de famílias da geração F₅ em estudo, no ano agrícola 2010/2011. Jaboticabal, SP.

Populações	Genealogia	Número de famílias
1	BRS255 X CD219	10
2	CD216 X BRS256	39
3	CD216 X FUNDACEP53	27
4	BRS256 X CD216	35
Total		111

3.2. Avaliações dos caracteres

Nas seis plantas colhidas em cada família foram avaliados oito caracteres de importância agrônômica, sendo eles: altura de plantas na maturação (APM) – em centímetros, da superfície do solo ao ápice da haste principal; altura de inserção da primeira vagem (AI) – em centímetros, da superfície do solo até a inserção da primeira vagem; número de ramos (NR) – número total de ramos da planta; número de vagens (NV) – número total de vagens com sementes formadas; número de sementes por plantas (NS) – quantidade total de sementes produzidas por planta; acamamento (AC) – seguindo a escala de notas visuais variando de 1 (planta ereta) a 5 (plantas prostadas); valor agrônômico (VA) – notas visuais variando de 1 (planta ruim) a 5 (excelente); e produção de grãos (PG) – referente ao peso total das sementes de cada planta, em gramas.

As características APM, AI, AC e VA foram avaliadas em nível de campo. A APM e AI foram avaliadas no estágio de desenvolvimento R8, que segundo a escala de FEHR E CAVINESS (1977), equivale a aproximadamente 50% de plantas com 95% das vagens com coloração de vagem madura. A avaliação de AC por notas visuais seguiu a

metodologia de BERNARD et al. (1965), variando de 1,0 para quase todas plantas eretas (muito boa); 2,0 plantas ligeiramente inclinadas ou algumas plantas acamadas; 3,0 plantas moderadamente inclinadas ou 25 a 50% de plantas acamadas (regular); 4,0 plantas consideravelmente inclinadas ou de 50 a 80% de plantas acamadas (baixa) e 5,0 todas plantas acamadas (muito baixa). Enquanto para VA, levou-se em conta à sanidade das plantas, resistência às doenças, tolerância à chuva na colheita (grãos ardidos, germinação na vagem, enrugamento e esverdeamento dos grãos), deiscência de vagens, porte da planta, tipo de folha e distribuição das ramificações.

As características NR, NV, NS e PG foram avaliadas após colheita de campo sendo levadas ao barracão, uma vez que essas avaliações consistem em contagem e pesagem. Salienta-se que para a PG não se realizou correção de umidade por se tratar do peso de sementes por planta e possuir uma pequena amostra de sementes.

3.3. Análises Estatísticas

3.3.1. Análise de variância

As análises de variâncias foram realizadas para cada caráter de acordo com o modelo estatístico para linhas e pais intercalares, sugerido por CRUZ (2001): $Y_{ij} = \mu + f_i + e_i + p_{ij} + \delta_{ij}$, em que Y_{ij} é a observação relativa à j-ésima planta da i-ésima família; μ é a média geral da geração (testemunha ou família); f_i é o efeito genético atribuído à i-ésima família, com $i = 1, 2, \dots, 111$; e_i é o efeito ambiental entre fileiras (de uma testemunha ou de famílias); p_{ij} é o efeito genético atribuído à j-ésima planta da i-ésima família, com $j = 1, 2, \dots, 666$; δ_{ij} é o efeito ambiental entre plantas dentro de fileiras (de uma testemunha ou de famílias).

3.3.2. Estimativas das variâncias ambientais, fenotípicas e genotípicas

Com os dados entre e dentro de parcelas referentes às testemunhas e às linhas segregantes foi possível estimar os componentes de variância fenotípica, genotípica e ambiental. A variância ambiental refere-se a estimativa com base na variação fenotípica entre as repetições das testemunhas intercalares, e são representadas por:

a) Variância ambiental entre (σ_{ae}^2)

$$- \sigma_{ae}^2 = (r_1 - 1) \text{QMEp}_1 + (r_2 - 1) \text{QMEp}_2 / r_1 + r_2 - 2$$

b) Variância ambiental dentro (σ_{ad}^2)

$$- \sigma_{ad}^2 = (r_1 p - r_1) \text{QMDp}_1 + (r_2 p - r_2) \text{QMDp}_2 / p(r_1 + r_2) - r_1 - r_2$$

Onde: r_1 e r_2 = número de repetições das testemunhas 1 e 2, respectivamente; p_1 e p_2 = número de plantas por testemunhas 1 e 2; QME = quadrado médio entre repetições das testemunhas; QMD = quadrado médio entre plantas dentro das repetições das testemunhas.

As variâncias genotípicas entre e dentro de famílias foram estimadas da diferença da variância fenotípica pela variância ambiental. De acordo com o exposto adiante:

a) Variância genotípica entre (σ_{ge}^2)

$$- \sigma_{ge}^2 = \sigma_{fe}^2 - \sigma_{ae}^2$$

b) Variância genotípica dentro (σ_{gd}^2)

$$- \sigma_{gd}^2 = \sigma_{fd}^2 - \sigma_{ad}^2$$

Onde: $\hat{\sigma}_{fd}^2$ - variância fenotípica entre plantas dentro de famílias; $\hat{\sigma}_{fe}^2$ - variância fenotípica entre famílias; $\hat{\sigma}_{gd}^2$ - variância genotípica entre plantas dentro de famílias; $\hat{\sigma}_{ge}^2$ - variância genotípica entre famílias.

Variância aditiva e variância dominante

Em seguida a variância genotípica total foi decomposta em variância aditiva (σ^2_A) e variância dominante (σ^2_D), por intermédio das expressões de distribuição desta entre e dentro de famílias autofecundadas, conforme FALCONER E MACKAY (1996):

$$- \sigma^2_{ge} = 2F_n \cdot \sigma^2_A + F_n (1-F_n) \cdot \sigma^2_D$$

$$- \sigma^2_{gd} = (1-F_n) \cdot \sigma^2_A + (1-F_n) \cdot \sigma^2_D$$

É sabido que o coeficiente de endogamia (F_n) da geração F5 é de 7/8 ou 87,5% (CRUZ, 2001).

3.3.3. Herdabilidade no sentido amplo e restrito

Os coeficientes de herdabilidade no sentido amplo entre e dentro de famílias para média das famílias foram estimados por:

$$- \text{Entre famílias: } h_{Ae}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{ge}^2}{\hat{\sigma}_{fe}^2} \quad - \text{Dentro de famílias: } h_{Ad}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{gd}^2}{\hat{\sigma}_{fd}^2}$$

Através do conhecimento do coeficiente de endogamia (F_n) da geração F5, que é de 7/8 segundo CRUZ (2001), foi possível estimar as variâncias aditivas e dominantes, conseqüentemente, as herdabilidades no sentido restrito, conforme a seguir:

- Entre famílias:
$$h_{Re}^2 = \frac{2F\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_{fe}^2}$$

- Dentro de famílias:
$$h_{Rd}^2 = \frac{(1-F)\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_{fd}^2}$$

- Total:
$$h_{Rtotal}^2 = \frac{(1+F)\hat{\sigma}_A^2}{\hat{\sigma}_{ftotal}^2}$$

3.3.4. Coeficiente de variação genética

O coeficiente de variação genética foi estimado pela seguinte fórmula:

- CVg (%) = $(\hat{\sigma}_g / \bar{x}) \cdot 100$, onde $\hat{\sigma}_g$ é o estimador do desvio padrão e \bar{x} é a média geral do caráter em consideração.

3.3.5. Coeficiente de variação experimental

O coeficiente de variação experimental foi calculado pela seguinte fórmula:

$CVe(\%) = (\hat{\sigma}_e/x) \cdot 100$, onde $\hat{\sigma}_e$ é o estimador do desvio padrão e x é a média do desvio padrão residual.

3.3.6. Quociente CVg/CVe

Foi calculado pela razão CVg/CVe e representa uma informação para auxílio na seleção (CRUZ; REGAZZI, 1997). Essa é uma relação importante onde valores maiores que 1 e possibilitam uma seleção efetiva por métodos mais simples de melhoramento e favorecem a seleção fenotípica de caracteres (PIMENTEL-GOMES, 1985).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os quadrados médios obtidos na análise de variância para os oito caracteres avaliados nas populações de soja em geração F₅. Observa-se que para as famílias analisadas, os caracteres VA, NV, NS foram significativos pelo teste F, a 5% de probabilidade, enquanto AI e PG foram significativos a 1% de probabilidade. Entre as testemunhas observam-se diferenças significativas para VA e NV a 5% de probabilidade pelo teste F, enquanto NS e PG foram significativos a 1% de probabilidade.

Tabela 2. Resumo da análise de variância referente aos caracteres altura de planta na maturação (APM), altura de inserção de primeira vagem (AI), número de ramos (NR), acamamento (AC), valor agrônômico (VA), número de vagens (NV), número de sementes (NS) e produtividade por planta (PROD), em Jaboticabal-SP.

Fontes de variação	Quadrados médios								
	(1)	APM	AI	NR	AC	VA	NV	NS	PG
Famílias		409,86 ^{ns}	15,52 ^{**}	1,45 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,056 [*]	412,57 [*]	2083,57 [*]	28,31 ^{**}
Testemunhas		0,23 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,054 [*]	917,94 [*]	6191,37 ^{**}	55,04 ^{**}
Média geral		78,19	11,54	5,41	1,31	1,86	66,98	151,06	15,37
CV %		15,94	8,02	14,34	10,31	3,18	19,58	18,23	14,61

(1) ^{ns}: não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade. * Significativo pelo teste F, a 5%. **Significativo pelo teste F, a 1% de probabilidade.

Na Tabela 3, referente às estimativas das variâncias genótípicas e fenotípicas, entre e dentro de famílias, observa-se que as variâncias genótípicas são maiores entre famílias em relação às estimativas dentro de famílias para os caracteres APM, AI, NR, VA, NV, NS e PG. Para as variâncias fenotípicas, constata-se um menor valor entre família para o caráter NR, juntamente com AC. Isto implica que com o avanço das gerações houve a diminuição de variabilidade dentro das famílias, levando a homogeneidade.

Tabela 3. Estimativas de variâncias fenotípicas e genótípicas entre (σ^2_{Fe} e σ^2_{Ge}), dentro de famílias (σ^2_{Fd} e σ^2_{Gd}) e as variâncias aditivas (σ^2_A) e dominantes (σ^2_D) para os oito caracteres avaliados nas populações de soja na geração F₅, na safra agrícola 2010/11. Jaboticabal, SP.

Variâncias	Caracteres ^{1/}							
	APM	AI	NR	AC	VA	NV	NS	PG
σ^2_{Fe}	416,871	15,214	1,488	0,019	0,055	386,77	1949,62	26,87
σ^2_{Fd}	58,725	7,159	1,680	0,020	0,025	200,70	927,08	10,99
σ^2_{Ge}	264,917	14,371	0,858	0,0003	0,051	221,38	1214,58	21,90
σ^2_{Gd}	17,142	4,659	0,806	0,004	0,016	22,78	77,17	5,77
σ^2_A	151,01	6,21	0,09	-0,002	0,02	121,70	693,10	10,17
σ^2_D	-8,16	32,62	6,63	0,036	0,11	68,13	-50,05	37,89

^{1/} APM = altura de plantas na maturação; AI = altura de inserção da primeira vagem; NR = número de ramos; AC = acamamento de plantas; VA = valor agrônômico; NV = número de vagens; NS = número de sementes; PG = produção por planta.

Em relação aos valores de NR, observa-se o valor fenotípico menor entre famílias comparado ao valor dentro de famílias. Por outro lado, o valor genotípico entre famílias é superior ao dentro de famílias, fato justificado pela ausência de variabilidade e não significância pelo teste F. Para AC, em ambas as situações (variâncias fenotípicas e genotípicas), o valor dentro de famílias foi superior. Resultados semelhantes foram obtidos por BÁRBARO et al.(2009).

Na Tabela 3, pode se ainda observar os valores de σ^2_A e σ^2_D , onde valores interessantes ao melhoramento são expressos pela σ^2_A , que é a porção genética herdável pelos descendentes. Portanto quanto maiores esses valores melhores serão para uma seleção efetiva. Para σ^2_D observam-se valores negativos para APM e NS, enquanto para σ^2_A o caráter AC foi negativo, o que é contrário ao proposto pela definição de MATHER E JINKS (1984) onde o componente de efeito aditivo (a) nunca seria negativo, enquanto que o sinal do componente dos efeitos dos desvios de dominância (d) depende da direção predominante da dominância. Porém outros estudos depararam com a mesma situação HALLAUER E MIRANDA FILHO (1995); ALVES et al. (2002) e LOBO et al. (2005). HALLAUER E MIRANDA FILHO (1995) e CUNHA (2004) afirmam que valores negativos podem ser causados por um modelo, técnica experimental ou amostragens inadequadas.

No estudo das estimativas de herdabilidade no sentido amplo e restrito entre e dentro de famílias (Tabela 4), observa-se que a herdabilidade entre famílias foi superior a herdabilidade dentro de famílias, o que condiz com as populações estudadas por BACKES et al. (2002), COSTA et al. (2008), BÁRBARO et al. (2009), excetuando-se a característica AC, provavelmente por ser um caráter de análise visual e ter baixa amplitude.

A superioridade do desempenho entre as famílias nas populações em F_5 enfatiza que se deve priorizar a seleção desses materiais, em relação à seleção dentro de famílias (seleção individual). Fato justificado pela uniformização das progêneses ano após ano, resultante das sucessivas autofecundações, diminuindo a heterozigose existente

nas populações iniciais. A seleção entre famílias de soja em gerações avançadas, ou seja com altos níveis de homozigose, também foi indicada como superiores para otimização do melhoramento por BACKES et al. (2002), REIS et al. (2004), MORCELI JÚNIOR et al.(2008) e BÁRBARO et al. (2009).

Tabela 4. – Estimativas dos coeficientes de herdabilidade nos sentidos amplo entre famílias (h^2_{Ae}) e dentro de famílias (h^2_{Ad}), restrito entre famílias (h^2_{Re}), dentro de famílias (h^2_{Rd}) e total (h^2_{Rtotal}), para oito caracteres agronômicos, na região de Jaboticabal, SP, safra 2010/2011.

Caracteres^{1/}	h^2_{Ae}	h^2_{Re}	h^2_{Ad}	h^2_{Rd}	h^2_{Rtotal}
APM	0,635	0,638	0,292	0,309	0,597
AI	0,945	0,718	0,651	0,104	0,522
NR	0,577	0,107	0,479	0,006	0,054
NV	0,572	0,554	0,114	0,073	0,389
NS	0,623	0,626	0,083	0,09	0,453
AC	0,015	0(-0,19)	0,20	0(-0,01)	0(-0,10)
VA	0,933	0,719	0,643	0,108	0,528
PG	0,815	0,666	0,525	0,111	0,505

^{1/} APM = altura de plantas na maturação; AI = altura de inserção da primeira vagem; NR = número de ramos; AC = acamamento de plantas; VA = valor agronômico; NV = número de vagens; NS = número de sementes; PG = produção por planta.

Constata-se que os caracteres AI, NR, NV, NS, VA e PG obtiveram baixos valores de herdabilidades no sentido restrito dentro de famílias, enquanto entre famílias valores baixos foram encontrados em NR e negativo para AC, que deve ser considerado como nulo (zero). De maneira geral, as estimativas no sentido amplo e restrito foram próximas, na maioria das situações, fato justificado pela geração avançada em que se encontram as populações. Sendo assim, haverá uma diminuição na relação da variância genética e a fenotípica, e ainda a variância de dominância

atuante na mesma. Quanto ao caráter AC o valor negativo dá-se pela utilização da σ^2A também negativa no numerador da fração. Herdabilidades negativas também foram constatadas por Azevedo Filho et al. (1998) e Mauro et al. (1999), na cultura da soja. E na a cultura do feijão por Coelho et al. (2002), que justificam a estimativa de herdabilidade negativa em razão do estimador utilizado, em que a variância genotípica é obtida da subtração da estimativa da variância ambiental pela variância fenotípica. Indicando que a variância do caráter é nula ou de pequena magnitude (SEARLE et al., 1992).

Para o caráter PG, a herdabilidade no sentido restrito obtido foi de 66% e 11%, entre famílias e dentro de famílias, respectivamente. Valores semelhantes também foram encontrados por Backes et al. (2002), que variaram de 16,43 a 69,7% entre famílias e 2,41 a 10,82% dentro de famílias, em populações de soja nas gerações F_5 e F_6 . Rossman (2001), avaliando a herdabilidade no sentido restrito em 4 anos entre linhagens na geração F_8 obteve valores entre 61,8 e 86% para esse caráter .

Enquanto que, para a herdabilidade ampla do caráter PG, a estimativa entre famílias foi de 81,5% e de 52,5% dentro de famílias. Esses valores dos coeficientes de herdabilidades estão próximo aos obtidos por Costa et al. (2004), com 81% de herdabilidade em populações de soja em F_2 e Gomes et al. (2004), com médias de herdabilidade entre 62% e 29%, em gerações F_6 e $F_{6:7}$, respectivamente. Santos et al. (1995) obtiveram herdabilidade no sentido amplo de 57,68% dentro de progênies em F_6 , valor bem próximo ao constatado no presente estudo.

Para a herdabilidade de APM, nota-se que a estimativa no sentido restrito foi maior que no sentido amplo tanto entre como dentro de famílias, porém muito próximos. Os valores observados no sentido amplo entre e dentro de famílias foram de 63,5 e 29,2%, respectivamente, enquanto que os constatados por Gomes et al. (2004), variaram de 0 a 77% em $F_{6:7}$ e de 37 a 85% em F_6 . Já Backes et al. (2002), avaliando 5 populações em geração F_6 , obtiveram herdabilidades superiores na maioria das populações, o mesmo sendo observado por Costa et al. (2004), que obtiveram média

de 84,7% para o caráter APM, em populações F_2 . Bárbaro et al. (2009), em populações F_5 e F_6 , obtiveram resultados discrepantes nas 5 famílias em estudo, sendo que em uma delas observou-se herdabilidade no sentido restrito maior que no sentido amplo e as variações foram de 11,88 a 94,17% em F_5 , e de 2,95 a 75,97% em F_6 , para o sentido amplo entre famílias. Enquanto dentro de famílias as estimativas variaram de 1,33 a 61,57% em F_5 , e de 1,37 a 80,11% em populações de soja na geração F_6 .

Para o caráter AI, constatou-se herdabilidades amplas entre e dentro de famílias de 94,5 e 65,1%, respectivamente, diferindo dos valores inferiores obtidos por Costa et al. (2004) e Bárbaro et al. (2009). Enquanto isso, para as características NV e NS, constatou-se estimativas de herdabilidades amplas entre e dentro de famílias similares às de algumas famílias observadas por Bárbaro et al. (2009) e bastantes inferiores aos valores obtidos por Costa et al. (2004), de 77,96% para NV e 80,66% para NS.

A característica agrônômica AC, com coeficientes de herdabilidade amplos entre e dentro de 1,5 e 20%, respectivamente, comportou-se divergindo de diversos estudos que a classificaram como de média e alta herdabilidade (Rossmann, 2001; Costa et al., 2004; Farias, 2008). Entretanto, os relatos de Bárbaro et al. (2009) são parcialmente plausíveis com os obtidos neste estudo, onde se observam dois fatos em comum, algumas famílias com baixas herdabilidades e com estimativas de herdabilidade dentro maiores do que entre famílias. O fato de não haver variabilidade contribuiu para isso, além de ser uma característica visual em uma escala pequena.

Para o caráter VA, as estimativas dos coeficientes de herdabilidade entre e dentro de famílias foram de 93,3 e 64,3%, respectivamente. Esses valores podem ser considerados altos e condizentes com os relatos de Costa et al. (2004) e Bárbaro et al. (2009), sendo superiores aos valores constatados por Gomes et al. (2004).

Cabe ressaltar que valores altos de herdabilidade no sentido restrito favorecem o sucesso da seleção, uma vez que a herdabilidade é a porção genética transmitida dos pais aos descendentes, dada pela variância aditiva. Sendo assim ter-se-á grande

sucesso na seleção entre famílias por apresentarem valores de herdabilidades maiores em relação à seleção dentro de famílias, nas gerações em estudo.

Na Tabela 5, encontram-se as médias das testemunhas, das famílias na geração F_5 e de cada população individualmente, para os oito caracteres estudados. Observa-se que as médias das duas testemunhas foram superiores às das famílias para os caracteres APM, AI, VA, NV e NS; enquanto que para as características AC e PG, apenas a cultivar MGBR-46 Conquista (TEST1) apresentou valores maiores que as médias das famílias F_5 . O fato das médias das famílias e das populações individuais se comportarem abaixo das médias das testemunhas era esperado uma vez que se mantiveram todas as famílias, independente de suas características.

Tabela 5. Médias e coeficientes de variação dos caracteres agronômicos altura de planta na maturação (APM), altura de inserção de primeira vagem (AI), número de ramos (NR), acamamento (AC), valor agronômico (VA), número de vagens (NV), número de sementes (NS) e produtividade por planta (PG) avaliados nas testemunhas e famílias F₅, em genótipos de soja, no ano agrícola 2010/11, em Jaboticabal-SP.

Parâmetros ^{1/}	Caracteres							
	APM	AI	NR	AC	VA	NV	NS	PG
TEST1	88,75	13,25	4,17	1,28	2,24	97,58	216,92	20,32
TEST2	91,75	12,58	3,17	1,37	2,14	71,92	149,67	13,49
F5	78,13	11,53	5,47	1,30	1,85	64,91	147,48	15,16
Pop.(1)	76,59	10,78	6,42	1,25	2,13	96,49	197,07	18,17
Pop.(2)	68,25	9,51	5,35	1,29	1,83	63,01	142,39	12,56
Pop.(3)	79,68	9,22	5,32	1,32	1,75	64,54	148,33	18,10
Pop.(4)	85,82	15,50	5,64	1,34	1,86	60,79	142,31	15,26
CVg(%)	20,54	33,48	16,40	1,64	12,42	23,93	24,69	31,65
CVe(%)	15,94	8,02	14,34	10,31	3,18	19,58	18,23	14,61
CVg/CVe	1,29	4,17	1,14	0,16	3,91	1,22	1,36	2,17

^{1/} TEST1 e TEST2 = médias das testemunhas intercalares, MGBR-46 Conquista e Coodetec 219, respectivamente; F₅ = médias geral das famílias; Pop.(1) = médias das famílias oriundas da população referente ao cruzamento BRS255xCD219; Pop.(2) = médias das famílias oriundas da população referente ao cruzamento CD216xBRS256; Pop.(3) = médias das famílias oriundas da população referente ao cruzamento CD216XFUNDACEP53; Pop.(4) = médias das famílias oriundas da população referente

ao cruzamento BRS256XCD216; CVg = Coeficiente de variação genético; CVe = Coeficiente de variação experimental.

Ao analisar as populações individualmente observa-se que, em termos de APM e AI, todos os genótipos avaliados atendem às exigências que favorecem a colheita mecanizada, descritas na literatura (REZENDE; CARVALHO, 2007; SEDIYAMA et al., 2009). Saliencia-se ainda, outro ponto bastante favorável, que as populações em termos de AC estão similares às testemunhas. As populações 1, 3 e 4 apresentaram comportamento superior à cultivar CD219 para o quesito produtividade, porém ficaram abaixo da MGBR-46, uma cultivar bastante adaptada à região do ensaio. Deve-se considerar que, mesmo dentro da própria população, a média é subestimada por causa da quantidade de famílias avaliadas, onde muitas apresentam comportamento ainda indesejado em termos produtivos, e pela não estabilidade das características nas gerações segregantes, quando comparadas às testemunhas. A população 2 foi severamente inferiorizada por ter maior número de famílias e algumas terem sido prejudicadas pelo excesso de chuva na colheita afetando a qualidade de semente e sua produtividade, apresentando a menor mediana em estudo (Apêndice 5). Enquanto a população 3 merece destaque para a característica produtividade, por possuir a maioria dos valores acima da média.

Quanto aos coeficientes de variação experimental (CVe), destaca-se que todos situam-se abaixo de 20% e asseguram uma boa precisão experimental, sendo considerados por Pimentel-Gomes (1985) como baixos ou médios. Carvalho et al. (2003) definiram uma nova proposta para classificação de coeficientes de variação para a cultura da soja para as características APM e PG, sendo o aceitável de 12% e 16%, respectivamente. Sendo assim, o CVe de PG está dentro do aceitável para a cultura. Para os caracteres NV e AI, observam-se CVe de 19,58% e 8,02% , respectivamente, valores inferiores aos 20,84% e 17,15% observados por Silveira et al. (2006), na região de Jaboticabal.

Os caracteres APM, AI, NV e PG apresentaram CVg de 20,54%, 33,48%, 23,93% e 31,65%, respectivamente, e foram todos superiores aos valores 12,43%, 20,38%, 23,63% e 13,02% para as mesmas características obtidas por Silveira et al. (2006). Por outro lado, Costa et al. (2008) ao estudarem seis populações de soja em F3 obtiveram valores variando de 10 a 14,13% para APM, 24,58 a 33,63% para AI, 14,99 a 33,15% para NV e 32,57 a 82,24% para PG, sendo assim os valores de AI e NV estão entre as variações encontradas. Enquanto para APM o valor de 20,54% foi superior e o CVg para PG de 31,65% foi inferior às seis populações. O CVg elevado pode ser um fator positivo ao considerar sua utilização na relação CVg/CVe, que auxilia a seleção.

Os coeficientes da relação CVg/CVe apresentaram valores acima de 1 para quase todos os caracteres, exceto AC, sendo favoráveis para a seleção fenotípica. Todos os caracteres obtiveram valores maiores que 1 e possibilitam uma seleção efetiva por métodos mais simples de melhoramento (massal).

5. CONCLUSÕES

- As populações 1, 3 e 4 são promissoras, em termos de produtividade, para a seleção de genótipos superiores.
- A população 2 não é indicada para a seleção, por apresentar valores abaixo das testemunhas e suscetibilidade às chuvas na maturação.
- Observou-se uma possível herança materna na população 2, ocasionando perdas por germinação dentro da vagem e grãos ardidos. Fato comum no parental CD 216 e, não encontrado na população 4 de cruzamento recíproco quando usado como pai.

6. REFERÊNCIAS

ABIOVE – Associação Brasileira das indústrias de óleos vegetais. **Produção responsável no Agronegócio soja**. São Paulo. Abril, 2007. p.1-19.

ALVES, G. F.; RAMALHO, M. A. R.; SOUZA, J. C. Alterações nas propriedades genéticas da população CMS-39 submetida à seleção massal para prolificidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.1, n.3, p.89-101, 2002.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE SOJA 2008/ ERNA. **Regina Reetz ...[et al.]**.- Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2008.136p.

ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. **Cultura da Soja nos Cerrados**. Piracicaba: 1993, 535p.

AZEVEDO FILHO, J. A.; VELLO, N. A.; GOMES, R. L. F. Estimativas de parâmetros genéticos de populações de soja em solos contrastantes na saturação de alumínio. **Bragantia**, v.57, n.2, Campinas, 1998.

BACKES, R. L.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C. D.; TEIXEIRA, R.C. Estimativas de parâmetros genéticos em populações F5 e F6 de soja. **Revista Ceres**, v. 49, n. 2, p. 201-216, 2002.

BÁRBARO, I. M.; DI MAURO, A. O.; CENTURION, M. A. P. C.; MACHADO, P. C.; BÁRBARO JÚNIOR, L. S. Análises genéticas em populações de soja resistentes ao cancro da haste e destinadas para áreas canavieiras. **Colloquim Agrarie**, v. 5, n.1, Jan-Jun. 2009, p. 07-24.

BERNARD, R. L.; CHAMBERLAIN, D. W.; LAWRENCE, R. D. **Result of the cooperative uniform soybeans tests**. Washington: USDA, 1965. 134p.

BERNANDO, R. **Breeding for quantitative traits in plants**. Woodbury: Stemma Press, 2002, p. 360.

BLACK, R.J. **Complexo soja: fundamentos, situação atual e perspectiva**. In: **Soja: tecnologia de produção II/CÂMARA**, G. M. S. São Paulo, Piracicaba, ESALQ/LPV, 2000. p. 1-17.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 5ªed. Viçosa: Ed. Viçosa, 2009. 529 p.

CARVALHO, C. G. P.; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L.; A.; KIIHL, R. A. S.; OLIVEIRA, M. F.; HIROMOTO, D. M.; TAKEDA, C. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. **Pesq. Agropec. bras.**, Brasília, v.38, n.2, p. 187-193, fev. 2003.

COELHO, A. D. F.; CARDOSO, A. A.; CRUZ, C. D; ARAÚJO, G. A. A; FURTADO, M. R.; AMARAL, C. L. F. Herdabilidades e correlações da produção do feijão e dos seus componentes primários, nas épocas de cultivo da primavera-verão e do verão-outono, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.2, p.211-216, 2002.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, oitavo levantamento, maio 2012**. Brasília: Conab, 2012.

COSTA, M. M.; DI MAURO, A. O; UNEDA-TREVISOLI, S. H.; ARRIEL, N. H. C.; BÁRBARO, I. M.; MUNIZ, F. R. S. Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1095-1102, Nov. 2004.

COSTA, M. M.; DI MAURO, A. O.; UNEDA-TREVISOLI, S. H.; ARRIEL, N. H. C.; BÁRBARO, I. M.; SILVEIRA, G. D.; MUNIZ, F. R. S. Heritability estimation in early generations of two-way crosses in soybean. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 101-108, 2008.

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

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. Viçosa: UFV, 2005, p. 394.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2 ed. rev. Viçosa: Ed. UFV, 1997. 390p.

CUNHA, R. N. V. **Efeito do processo dispersivo em subpopulações de tamanho reduzido de milho (Zea mays L.)**. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema de produção 4 tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2004**. Londrina, 2003, 237 p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja-Região Central do Brasil 2005**. Sistema de Produção 6. Embrapa, Londrina, 2005, 239p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Soja: História**. Disponível em: <
http://www.cnpso.embrapa.br/index.php?cod_pai=8&op_page=112>. Acesso em: 20 mai. 2012

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

FARIA, A. P.; FONSECA JÚNIOR, N. S. F.; DESTRO, D.; FARIA, R. T. Ganho genético na cultura da soja. Genetic gain in soybean crop, **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 1, p. 71-78, jan./mar. 2007

FARIAS, G. J. **Avaliação de progênies F2:4 de uma população de soja e perspectivas de melhoramento**. 2008. 61 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.

FEDERER, W. T. Augmented (or hoonuiaku) designs. **Hawaiian Planters Record**, v.55, n. 2, p. 191-208, 1956.

FEHR, W. P.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Agriculture and Home Economics Experiment Station and Cooperative Extension Service. Ames: Iowa State University, 1977. 11p. (Special Report 80)

FEHR, W. P. **Principles of cultivar development**. New York: Macmillan Publishing Company, 1987. 536p.

GOMES, R. L. F.; VELLO, N. A.; AZEVEDO FILHO; J. A. Genetic analysis of F6 and F6:7 soybean generations. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 4, p. 35-42, 2004.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. de. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2ed. Ames: Iowa State University Press, 1995. 468p.

KIIHL, R. A. S. Choice of cultivars. In: Tropical Soybean: improvement and production. E. Kueneman (ed). **FAO –Plant Production and Protection Series**, n. 27. Rome, Italy. 1994. p. 111-113.

KIIHL, R. A. S.; ALMEIDA, L. A. A. O futuro do melhoramento genético como agregador de tecnologia via semente. In: CONGRESSO DE TECNOLOGIA E COMPETITIVIDADE DA SOJANO MERCADO GLOBAL, 1., 2000, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: 2000. p. 45-47.

LOBO, V. L. S.; GIORDANO, L. B.; LOPES, C. A. Herança da resistência à mancha bacteriana em tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**. 30:343-349. 2005

MAPA. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Soja Brasil: série histórica de área cultivada, produção e produtividade.** 2006. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 30 mar. 2012.

MARCOS FILHO, J. **Produção de sementes de soja.** Campinas: Fundação Cargill, 1986, p.86.

MATHER, S. K.; JINKS, J. L. **Introdução à genética biométrica.** Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1984.

MAURO, A.O.; COSTA L.C.; PERECIN, D. Análises genéticas no desenvolvimento de variedades de soja para cultivo em áreas de reforma de canavial. **Revista Ceres**, v.46, p.423-433, 1999.

MORCELI JÚNIOR, A. A.; DI MAURO, A. O.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H; MUNIZ, F. R. S.; COSTA, M. M.; MORCELI, T. G. S. Análise genética em cruzamentos de soja com fonte de resistência ao nematóide de cisto. **Revista Ceres**, v. 55(3), p. 153-159, 2008.

MUNIZ, F. R. S.; DI MAURO, A. O.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; OLIVEIRA, J. A.; BÁRBARO, I. M.; ARRIEL, N. H. C.; COSTA, M. M. Parâmetros genéticos e fenotípicos em populações segregantes de soja. **Revista bras. de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 615-622, 2002.

MUNIZ, F. R. S. **Análise da variabilidade genética em populações segregantes de soja.** Jaboticabal, SP, 2007, p. 94. Tese (Doutorado)

O GLOBO. **Oferta maior de óleo de soja garante mistura de 5% de biodiesel.** Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/oferta-maior-de-oleo-de-soja-garante-mistura-de-5-de-biodiesel-3152932>>. Acesso em: 25 mai. 2012

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** São Paulo: Esalq, 1985. 467 p.

REIS, E. F.; REIS, M. S.; CRUZ, C. D.; SEDIYAMA, T. Comparação de procedimentos de seleção para produção de grãos em populações de soja. **Ciência rural**, Santa Maria, v. 34, n. 3, p. 685-692, mai-jun, 2004.

REZENDE, P.M. de; CARVALHO, E. de A. Avaliação de cultivares de soja [Glycine max (L.) Merrill] para o sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.6, p.1616-1623, nov./dez. 2007.

ROSSMANN, H. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos**. 2001. 80 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SANTOS, C. A.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, C. S.; CRUZ, C. D.; SEDIYAMA, T. Parametros genéticos e seleção indireta em progênies F6 de um cruzamento de soja (Glycine max (L.) MERRIL). **Revista Ceres**, v. 42, p. 155-166, 1995.

SEARLE, S.R., CASELLA, G., McCULLOCH, C.E. **Variance components**. New York : John Wiley & Sons, 1992. 501p.

SEDIYAMA, T., TEIXEIRA, R.C.; REIS, M.S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. (ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Editora UFV. 808p. 1999

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoramento da soja. In: BOREM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa-MG: UFV, 2005. p. 553-603.

SEDIYAMA, T., TEIXEIRA, R.C.; BARROS, H.B. 2009. Origem, evolução e importância econômica. In: SEDIYAMA, T. (ed.) **Tecnologias de produção e uso da soja**. Londrina: Editora Mecenias. 314p.

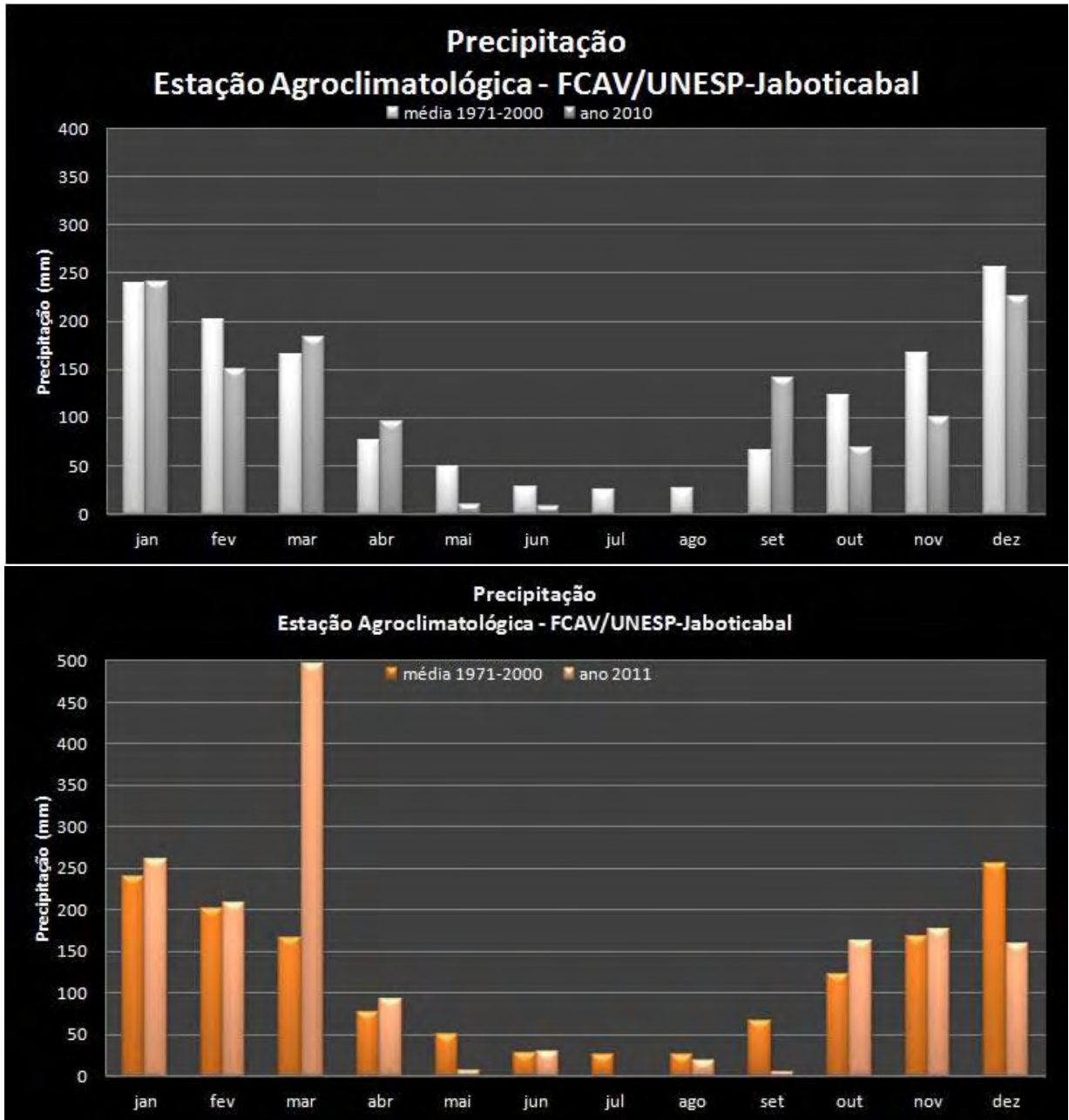
SILVEIRA, G. D. **Estimativas de parâmetros genéticos visando seleção de genótipos segregantes de soja**. Jaboticabal, SP, 2007, p. 45. Tese (Doutorado)

SILVEIRA, G. D.; DI MAURO, A. O.; CENTURION, M. A. P. C. Seleção de genótipos de soja para a região de Jaboticabal (SP) (Ano agrícola 2003-2004). **Científica**, Jaboticabal, v. 34, n.1, p.92 – 98, 2006.

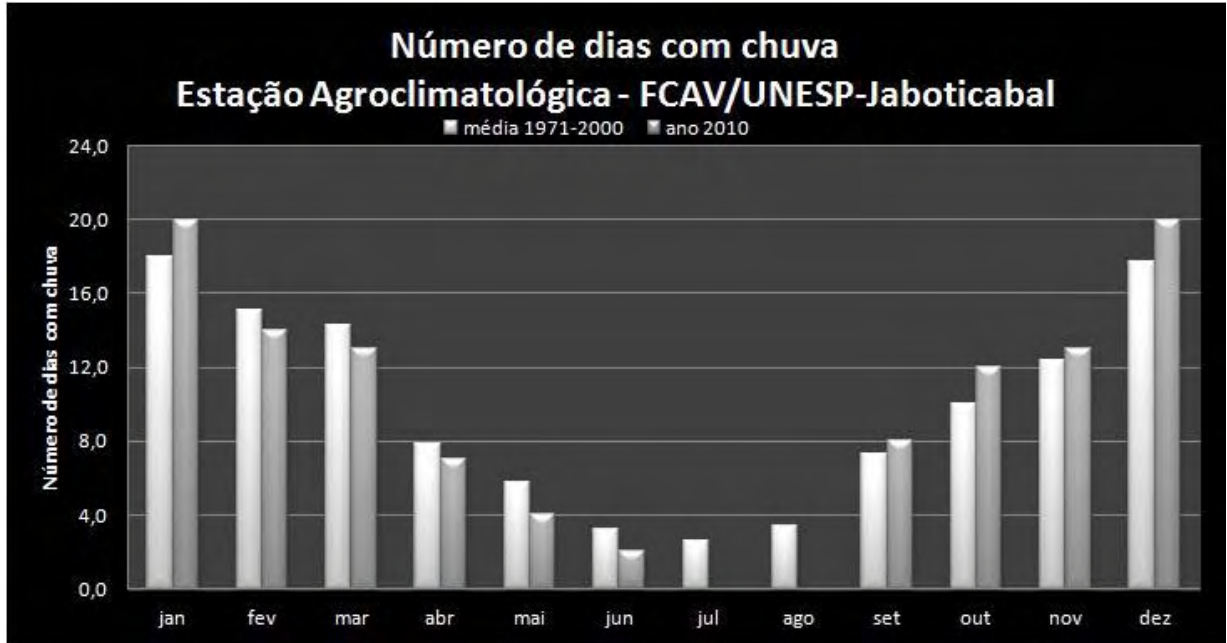
USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Soybeans: World supply and distribution**. 2012. Acesso em: 20 mai. 2012.

APÊNDICES

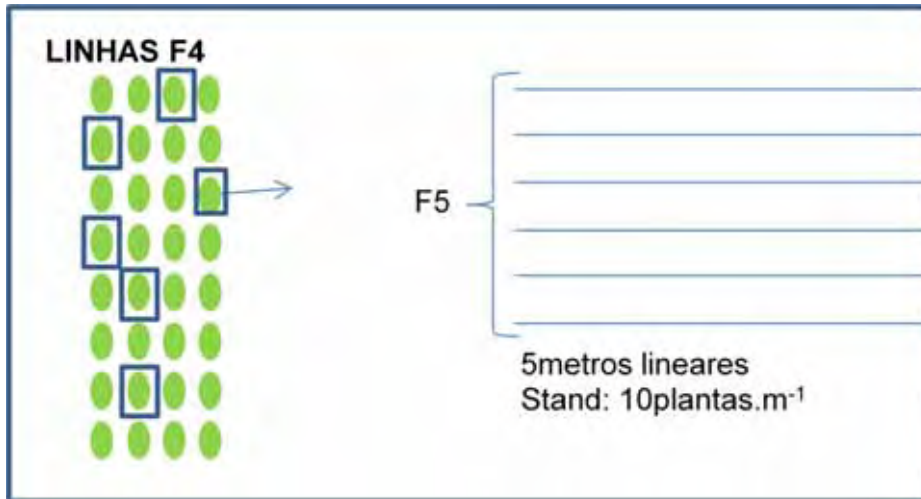
Apêndice 1. Dados de precipitação (mm) da estação agroclimatológica – FCAV/UNESP – Jaboticabal, dos anos 2010 e 2011 em relação à média de 29 anos de avaliações.



Apêndice 2. Dados do número de dias com chuva da estação agroclimatológica – FCAV/UNESP – Jaboticabal, dos anos 2010 e 2011 em relação à média de 29 anos de avaliações.



Apêndice 3. Esboço do ensaio experimental



Das linhas F₄ de cada bulk foram selecionadas plantas com características agrônômicas desejáveis, onde cada planta deu origem a uma família de 6 linhas. Como os bulks F₄ eram de tamanhos diferentes e as seleções feitas foram embasadas em bons atributos, as famílias F₅ foram representadas por tamanhos diferentes.

Apêndice 4. Relação de tratos culturais realizados no experimento

- 1) Preparo de solo com uma aragem e duas gradagens, realizado em 12/11/2010.**
- 2) Aplicação de herbicida pré-emergente 7 dias antes do plantio, realizado em 12/11/2010 .**
- 3) Aplicação de 400 Kg.ha-1 do formulado 4-20-20, via sulco de plantio, realizado em 18/11/2010.**
- 4) Aplicação de tratamento de sementes e inoculação com *Bradyrhizobium ssp.*, via sulco de plantio momentos antes de fechamento de sulco, realizado em 19/11/2010.**
- 5) Aplicação de herbicidas pós emergentes seletivos a cultura da soja para controle de plantas daninhas, realizado em 15/12/2010.**
- 6) Aplicação de inseticida e fungicida, realizado em 23/12/2010.**
- 7) Aplicação de herbicidas pós emergentes seletivos a cultura da soja para controle de plantas daninhas, realizado em 06/01/2011**
- 8) Aplicação de inseticida e fungicida, realizado em 10/01/2011.**
- 9) Aplicação de inseticida e fungicida, realizado em 26/01/2011.**
- 10) Aplicação de inseticida e fungicida, realizado em 10/02/2011.**
- 11) Aplicação de inseticida e fungicida, realizado em 02/03/2011.**

*** Os produtos foram rotacionados a cada aplicação, para evitar possíveis resistências e tornar o controle mais efetivo.**

Apêndice 5. Valores de média, mediana, mínimo e máximo encontrados nas 4 populações em estudo.

Família 1								
	APM	AI	NR	AC	VA	NV	NS	PG
MÍNIMO	47,000	9,250	4,400	1,225	1,678	68,333	145,333	13,550
MÉDIA	76,588	10,782	6,4267	1,2516	2,1276	96,49	197,07	18,168
MÁXIMO	92,200	13,800	7,750	1,404	2,345	138,750	295,500	28,075
MEDIANA	79,467	10,250	6,750	1,225	2,230	99,250	185,725	18,240
Família 2								
MÍNIMO	52,000	5,750	2,000	1,225	1,439	29,200	65,600	6,020
MÉDIA	68,25	9,5124	5,3534	1,2851	1,8292	63,014	142,39	12,56
MÁXIMO	89,500	14,167	8,200	1,626	2,211	110,000	249,600	24,250
MEDIANA	67,000	9,200	5,500	1,225	1,798	62,000	135,750	12,467
Família 3								
MÍNIMO	40,000	5,000	2,800	1,225	1,225	31,333	73,333	5,567
MÉDIA	79,677	9,2185	5,3173	1,3176	1,7471	64,535	148,32	18,099
MÁXIMO	125,200	19,000	7,800	1,813	2,256	90,400	215,000	29,220
MEDIANA	87,750	8,400	5,800	1,225	1,755	66,800	156,800	20,100
Família 4								
MÍNIMO	45,400	9,200	3,667	1,225	1,439	36,500	77,800	7,960
MÉDIA	85,821	15,495	5,641	1,3354	1,8588	60,79	142,3	15,26
MÁXIMO	115,17	21,75	7,6667	1,8346	2,1661	135	331	37,8
MEDIANA	93	15,6	5,5	1,2247	1,8708	59	138,25	14,667