

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ÍNDICES DE SELEÇÃO PARA CARACTERES
AGRONÔMICOS EM POPULAÇÕES SEGREGANTES DE
SOJA**

**Eduardo Henrique Bizari
Tecnólogo em Biocombustíveis**

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ÍNDICES DE SELEÇÃO PARA CARACTERES
AGRONÔMICOS EM POPULAÇÕES SEGREGANTES DE
SOJA**

Eduardo Henrique Bizari

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Helena Unêda-Trevisoli

Coorientador: Prof. Dr. Antonio Orlando Di Mauro

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

2014

Bizari, Eduardo Henrique

B625i Índices de seleção para caracteres agronômicos em populações segregantes de soja / Eduardo Henrique Bizari. -- Jaboticabal, 2014 ix, 32 p ; 29 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014

Orientadora: Sandra Helena Unêda-Trevisoli

Banca examinadora: Gustavo Vitti Moro, Everton Luis Finoto

Bibliografia

1. *Glycine max*. 2. Critérios de seleção. 3. Melhoramento genético.
I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.52:633.34

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



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: ÍNDICES DE SELEÇÃO PARA CARACTERES AGRONÔMICOS EM POPULAÇÕES SEGREGANTES DE SOJA

AUTOR: EDUARDO HENRIQUE BIZARI

ORIENTADORA: Profa. Dra. SANDRA HELENA UNÊDA TREVISOLI

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. ANTONIO ORLANDO DI MAURO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA (GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS) , pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. SANDRA HELENA UNÊDA TREVISOLI

Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. GUSTAVO VITTI MÕRO

Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. EVERTON LUIS FINOTO

Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios / Pindorama/SP

Data da realização: 26 de fevereiro de 2014.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Eduardo Henrique Bizari – nascido em 27 de Novembro de 1985, em Catanduva, Estado de São Paulo. Ingressou no curso de Tecnologia em Biocombustíveis na Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal (FATEC), Jaboticabal – SP, obtendo o título de Tecnólogo em Biocombustíveis em fevereiro de 2012. Foi bolsista de iniciação científica da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), na área de Genética e Melhoramento de Plantas, no período de fevereiro a Dezembro de 2011. Em março de 2012 ingressou no curso de Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – SP. Durante o mestrado atuou em projetos que abrangem todas as etapas do programa de melhoramento genético de soja. Em Fevereiro de 2013 iniciou o curso de Agronomia no Instituto Taquaritinguense de Ensino Superior (ITES) – Taquaritinga-SP.

"Os obstáculos não derrotam, apenas valorizam
a batalha dos que nasceram para vencer."

(Mick Jagger)

DEDICO

Aos meus pais José Eduardo Bizari e Mônica Borduque Pasqualatto Bizari.

À minha irmã Thays Bizari.

Aos meus avós Adélio, Cacilda, Zenaide e Durval (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, força e sabedoria.

À Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – SP e ao Departamento de Produção vegetal.

À Profa. Dra. Sandra Helena Unêda-Trevisoli, pelo empenho e conhecimentos transmitidos.

Ao Prof. Dr. Antonio Orlando Di Mauro, pela valiosa coorientação deste trabalho.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, em especial aos Professores Rinaldo César de Paula e Gustavo Vitti Moro.

À CAPES pela bolsa de estudo.

Aos meus pais, José Eduardo Bizari e Mônica Borduque Pasqualatto Bizari por todo o suporte e pelo amor incondicional.

À toda minha família pela força e apoio nessa etapa da minha vida, em especial à minha irmã Thays Bizari.

Aos amigos de Jaboticabal Viviane Vianna, José Arantes, Bruno Pedroso, Bruno Vieira, Anderson Dallastra, Mario Santos, Fabiana Mota, Giselle Feliciani, Elise de Matos, Aretha Arcenio, Daniel Leite, Paulo Selestrino, Marcela Marconato, Rodolfo Buzinaro, Alysson Jales e Andréa Bastos.

Ao técnico Geraldo e auxiliar de campo Rubens (Faro), pela colaboração na execução dos trabalhos de campo.

Aos demais funcionários do Departamento, Monica, Tito, Mauro e Sebastião, pelo auxílio em tantos momentos.

Muito Obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	ii
RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 A cultura da soja	2
2.2 Importância econômica da soja.....	3
2.3 Melhoramento Genético da Soja.....	5
2.4 Análises agronômicas	6
2.5 Ganhos por seleção	7
2.6 Herdabilidade	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	11
3.1 Manejo Experimental e modelo matemático	11
3.2 Caracteres agronômicos avaliados	12
3.3 Índices de seleção utilizados.....	13
3.4 Análises estatísticas.....	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Relação dos cruzamentos que derivaram as populações.....	11
Tabela 2. Resumo da análise de variância para os caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura de inserção da primeira vagem (AIV), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agronômico (VA), número de vagens (NV), teor de óleo (TO) e produtividade de grãos (PG) para 386 populações segregantes de soja no ano agrícola 2012/2013. Jaboticabal-SP.....	20
Tabela 3. Estimativas de ganhos de seleção (GS%) obtidos para os oito caracteres avaliados, pela seleção direta, considerando cada caráter como principal para as 386 populações segregantes de soja no ano agrícola 2012/2013. Jaboticabal-SP...21	
Tabela 4. Estimativas dos ganhos de seleção (GS%) obtidos para oito caracteres pelo índice clássico (IC) proposto por Smith (1936) e Hazel (1943), índice da soma de “ranks” (ISR) de Mulamba & Mock (1978), índice base (IB) de Willians (1962), índice dos ganhos desejados (IGD) de Pesek & Baker (1969) e índice da distância genótipo-ideótipo (DGI) com os pesos econômicos (PE) e diferentes situações para as 386 populações segregantes de soja no ano agrícola 2012/2013. Jaboticabal-SP.....	23

ÍNDICES DE SELEÇÃO PARA CARACTERES AGRONÔMICOS EM POPULAÇÕES SEGREGANTES DE SOJA

RESUMO - No melhoramento genético da cultura da soja, o processo de seleção é complexo e altamente influenciado pelo ambiente. Uma das alternativas para facilitar esse processo é a utilização de índices de seleção, possibilitando a seleção de genótipos desejáveis em gerações iniciais de programas de melhoramento. O objetivo do presente trabalho consistiu em comparar diferentes índices de seleção em populações segregantes de soja, indicando os métodos superiores em várias situações e pesos econômicos propostos, visando maiores ganhos. Foi utilizada a seleção direta e indireta, índice clássico de Smith e Hazel, índice baseado em soma de “ranks” de Mulamba e Mock, índice base de Willians, índice baseado nos ganhos desejados de Pesek e Baker e índice da distância genótipo-ideótipo. O material genético consistiu de sete populações de soja em geração F_5 , totalizando 386 progênies no delineamento de blocos aumentados de Federer, sendo avaliados os caracteres número de dias para maturidade, altura de planta na maturidade, altura de inserção da primeira vagem, acamamento, valor agronômico, número de vagens por planta, teor de óleo e produtividade de grãos. O índice clássico e índice base foram os que apresentaram menores variações quanto aos ganhos obtidos nas diferentes situações e pesos econômicos estudados. O índice baseado na soma de “ranks” utilizando os caracteres valor agronômico e produtividade de grãos como caracteres principais, além do peso econômico 1 (um) proporcionou os ganhos mais favoráveis no presente estudo.

Palavras –chave: *Glycine max*, critérios de seleção, melhoramento genético.

SELECTION INDEXES FOR AGRONOMIC TRAITS IN SOYBEAN SEGREGATING POPULATION

ABSTRACT - In soybean breeding, the selection process is complex and highly influenced by the environment. An alternative to facilitate this process is the use of selection indexes, thus making possible the selection of desirable genotypes in early generations of breeding programs. The main this work was to compare different selection indexes in segregating soybean populations, indicating the superior methods in some situations and proposed economic weights, aiming higher gains. Were used the indexes direct and indirect selection, classical index of Smith and Hazel, index based sum of "ranks" of Mulamba and Mock, index base of Williams, index based desired gains of Pesek and Baker and index of genotype-idiotype distance. The genetic material consisted of seven soybean populations in the F₅ generation, totaling 386 progenies in randomized block Federer, for traits number of days to maturity, plant height at maturity, height of the first pod, lodging, agronomic value, number of pods per plant, oil content and yield grain. The classic and base indexes presented lower variations in relation to the gains obtained in different situations and studied economic weights. The index based on the sum of "ranks" with the characters agronomic value and grain yield as a major economic burden beyond one (1) provided the most favorable gains in the present study.

Keywords: *Glycine max*, selection criteria, genetic improvement.

1. INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] é a oleaginosa mais importante no Brasil, destacando-se como o principal produto agrícola exportado pelo país. No ano agrícola 2013/2014, a previsão é de que a produção nacional possa atingir cerca de 91,331 milhões de toneladas (CONAB, 2014).

A seleção de progênies superiores nos programas de melhoramento não é tarefa fácil, pois os caracteres de importância, em sua maioria quantitativos, apresentam comportamento complexo, são altamente influenciados pelo ambiente e podem estar inter-relacionados, de tal forma que a seleção de um pode provocar a mudança em outro (CRUZ, 2006).

Para amenizar esse problema, uma estratégia utilizada pelos melhoristas é o emprego dos índices de seleção, os quais possibilitam agregar múltiplas informações visando à seleção com base em um conjunto de variáveis que reúna vários atributos de interesse econômico simultaneamente (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012). O índice de seleção é a combinação de todas as características em apenas um índice (número) de cada unidade seletiva, praticando-se a seleção sobre os valores dos índices avaliando as respostas indiretas esperadas nas características originais, diminuindo o tempo de obtenção dos genótipos desejados (CRUZ, 1990).

Quando diferentes critérios de seleção são considerados, a predição de ganhos para cada critério é importante para direcionar o melhorista na utilização do material genético disponível visando maximizar os ganhos para os caracteres de interesse (PAULA et al., 2002).

Trabalhos com índices de seleção foram realizados com sucesso com eucalipto (PAULA et al., 2002), soja (COSTA et al., 2004; BÁRBARO et al., 2007), milho pipoca (RANGEL et al., 2011), açaí (TEIXEIRA et al., 2012), feijão-caupi (MAGALHÃES et al., 2010) e maracujá (OLIVEIRA et al., 2008; ROSADO et al., 2012).

Mediante tais fatos, objetivou-se neste trabalho comparar diferentes índices de seleção em populações segregantes de soja, indicando os métodos superiores em várias situações e pesos econômicos propostos, visando maiores ganhos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura da soja

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) é uma planta herbácea, incluída na divisão Magnoliophyta, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae (CAPELLARI Jr et al., 1999). A planta da soja tem porte ereto e crescimento morfológico diversificado, apresentando hastes e vagens pubescentes, podendo a planta ser muito ou pouco ramificada. A espécie cultivada possui $2n = 40$ cromossomos (SEDIYAMA et al., 1985).

Os estádios de desenvolvimento para a cultura da soja foram estabelecidos por Fehr e Caviness (1977), para aumentar a precisão com que se descreve a planta ao longo do seu crescimento (fase vegetativa) e desenvolvimento (fase reprodutiva).

Esta planta tem como origem o Sudeste asiático, sendo cultivada na China há 6 mil ou 7 mil anos atrás. Outros países do Sudeste asiático e do Extremo Oriente, sendo influenciados pela civilização chinesa, também cultivavam a soja, em maior ou menor escala. Desde então consideram a soja como ótimo alimento humano e excelente forragem, riquíssima em proteína, substâncias oleaginosas e minerais (GOMES, 1990).

Na Europa, a soja foi conhecida por volta de 1712 através de um botânico alemão. Em 1740, sementes de soja levadas por missionários chineses foram cultivadas na França como planta hortícola (GIBSON; BENSON, 2005). Nos Estados Unidos, a soja foi introduzida em 1765, sendo muito utilizada para feno e forragem verde. Com o passar dos anos, conseguiram desenvolver o cultivo comercial, criando novas variedades, com teor de óleo mais elevado. A partir de então, ocorreu a expansão do seu cultivo (COSTA; MANICA, 1996).

No Brasil, a leguminosa foi introduzida na Bahia por Gustavo D' Ultra, em 1882 (CÂMARA, 1998). Em 1892, os primeiros resultados com a soja foram obtidos no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC). Na década de 1920, a Secretaria de Agricultura Paulista começou a se interessar por essa cultura, intensificando as pesquisas (GOMES, 1990).

Sessenta variedades de soja foram introduzidas na cidade gaúcha de Santa Rosa. O Rio Grande do Sul foi o Estado que apresentou um avanço mais consistente e de onde, em 1949, saíram as 18 mil toneladas constituindo a primeira exportação brasileira de soja (CÂMARA, 1998).

Impulsionada pela política de subsídios ao trigo, somente a partir da década de 1960, visando autossuficiência, a soja se estabeleceu como cultura economicamente importante para o Brasil. Seu cultivo foi estabelecido inicialmente no Rio Grande do Sul, e posteriormente se expandiu para os estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo (MUELLER; BUSTAMANTE, 2002).

Essa grande expansão da cultura foi possível através do desenvolvimento de cultivares locais, onde a estratégia consistiu no desenvolvimento de plantas com crescimento determinado, semelhante às utilizadas no sul dos Estados Unidos na ocasião e com altura e ciclo adequados a estas condições (KIIHL et al., 1999).

As estratégias de melhoramento, entretanto, não foram acompanhadas de avaliações da diversidade genética da soja cultivada. Estimativas sobre a variabilidade genética da cultura têm destacado que o germoplasma brasileiro provém de base genética estreita, tendo se originado de poucas linhagens ancestrais (PRIOLLI et al., 2004). Apesar disso, no Brasil grandes avanços foram atingidos no decorrer dos anos como a adaptação da soja às baixas latitudes através da introdução de genes para “período juvenil longo” além de diversos trabalhos com melhoramento genético para resistência às doenças mais expressivas da cultura (KIIHL; CALVO, 2006).

2.2 Importância econômica da soja

A soja é a cultura de maior expressão na produção de grãos e em área cultivada no Brasil, produzindo mais proteína por unidade de área que qualquer outra cultura, característica essa que a tornou o alimento básico com maior potencial para a solução de problemas como a desnutrição no mundo (ARANTES; SOUZA, 1993).

É uma das mais importantes oleaginosas cultivadas no mundo, devendo-se esta posição ao grande desenvolvimento e emprego de tecnologia nos cultivos, além

do melhoramento genético. No Brasil, o maior impulso comercial da cultura foi em meados da década de 1970. Nesta época, o país superou a China e assumiu o posto de segundo maior produtor mundial de soja, com 8,5 milhões de toneladas, posicionando-se atrás dos Estados Unidos, o maior produtor mundial da época (MISSÃO, 2006).

Atualmente, Estados Unidos e Brasil continuam sendo os principais produtores mundiais da soja. No ano agrícola 2012/13 os Estados Unidos produziu 82,06 milhões de toneladas, destacando-se como o maior produtor mundial desta cultura no período, totalizando 30,7% da produção mundial. Já o Brasil na safra 2012/13 atingiu 82 milhões de toneladas, totalizando 30,6% da produção mundial, utilizando uma área plantada de 27,72 milhões de hectares, superando em 10,7% em comparação ao verificado no ano agrícola 2011/12 – 25,04 milhões de hectares. Sendo assim, Estados Unidos, Brasil e Argentina (terceiro maior produtor) são responsáveis por 79,81% da produção mundial de soja (CONAB, 2013).

Segundo pesquisa da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção de soja no ano agrícola 2013/14, aponta para um total de 29,45 milhões de hectares cultivados, confirmando uma tendência de aumento observado em todas as regiões produtoras no país. Se as condições climáticas forem favoráveis durante o desenvolvimento vegetativo da lavoura, a produção prevista atingirá 91,331 milhões de toneladas, chegando a um aumento de mais de 11% em relação à produção da safra anterior, constituindo-se assim, em um novo recorde na produção nacional (CONAB, 2014).

Para o Brasil, o complexo soja tem expressiva importância econômica, pois envolve amplo número de organizações ligadas aos mais diversos setores econômicos, desempenha papel fundamental para o produto interno bruto (PIB), bem como para a geração de divisas (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2011).

Estima-se que, em média, cada dez hectares de soja gerem um emprego direto e um indireto, na cadeia e nos serviços associados. Considerando que a soja ocupa cerca de 27,5 milhões de hectares no Brasil, o total de empregos gerados seria de 5,5 milhões e o setor participa com pelo menos 16% dos mais de 40% do Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro gerado pela agroindústria (GAZZONI, 2013).

Os preços pagos pelos produtos do complexo soja, em geral, dependem de condições internacionais ligadas à oferta e à demanda desses produtos. Isso pode ser justificado por duas razões: a soja é uma *commodity* que apresenta grande padronização e uniformidade de produção entre os vários países produtores e, além disso, grande parte das transações comerciais com a soja e seus derivados ocorrem no mercado internacional (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2011).

2.3 Melhoramento Genético da Soja

O melhoramento genético da soja tem como objetivo o desenvolvimento de novos genótipos visando solucionar problemas reais ou potenciais. É um processo contínuo onde as variabilidades genéticas são exploradas por hibridações, selecionando caracteres desejados (ALMEIDA; KIIHL, 1998).

Os primeiros trabalhos consistiam na manutenção de uma pequena coleção de cultivares, onde eram observadas as características botânicas e agrônômicas, realizando-se com elas ensaios de competição para a avaliação de rendimento. No Brasil, o melhoramento com a cultura de soja teve início no Rio Grande do Sul na década de 1930 na antiga Estação Experimental Fitotécnica das Colônias localizada no município de Veranópolis. Enquanto os programas não desenvolviam cultivares adaptadas às condições do Brasil, os agricultores plantavam as cultivares introduzidas dos EUA, porém os resultados das pesquisas levaram a uma substituição gradativa das cultivares americanas por brasileiras contribuindo no rendimento médio das lavouras no Rio Grande do Sul. O maior desenvolvimento do programa de melhoramento de soja no Brasil aconteceu durante as décadas de 1970, 1980 e 1990, impulsionado pelo incentivo das instituições públicas e privadas de pesquisa, quando novos cultivares foram lançados e inegavelmente contribuíram para a expansão do cultivo de soja no país (SEDIYAMA et al., 2005).

No processo do melhoramento de plantas é necessária a obtenção de genótipos que sejam geneticamente divergentes obtidos pelo cruzamento entre genitores de bom desempenho, contrastantes ou por mutação induzida no germoplasma melhorado (VENCOVSKY, 1987). Esse processo pode ser dividido em três etapas principais: a) escolha de genitores e realização de hibridação; b) avanço

de gerações e seleção, sendo que a base da seleção é a variação genotípica; c) avaliação das linhagens, observando as mais produtivas, mais estáveis e melhor adaptadas aos ambientes avaliados (MATTA, 2008). No processo seletivo deve ser levando em conta os caracteres agronômicos de interesse, cabe ao melhorista escolher uma estratégia que promova o maior ganho por unidade de tempo e custo (SEDIYAMA et al., 1999).

2.4 Análises agronômicas

Os programas de melhoramento de soja visam a criação de novos cultivares, levando-se em consideração principalmente a adaptação quanto ao ciclo do cultivar, hábito ou tipo de crescimento, período juvenil para indução floral, altura da planta e da inserção da primeira vagem, acamamento das plantas, deiscência de vagens, qualidade da semente, fertilidade do solo, semeadura em épocas não convencionais, resistência aos insetos-praga, resistência à doenças, teor e qualidade de óleo, teor e qualidade de proteína, sabor, tolerância à herbicidas e produtividade (SEDIYAMA et al., 1999).

A altura mínima desejável para colheita mecanizada em solos de topografia plana é em torno de 50 a 60 cm. Geralmente, plantas com 70 a 80 cm de altura induzem a uma eficiente operação da colheitadeira e acima de 100 cm tendem ao acamamento. Já para altura de inserção da primeira vagem o ideal é que esteja cerca de 10 a 12 cm acima da superfície de solos planos e cerca de 15 cm em solos mais inclinados, para que não ocorram perdas na colheita pela barra de corte (SEDIYAMA et al., 2005).

A produtividade de grãos é o principal caráter no qual se pratica seleção e o bom desempenho é fundamental para tornar-se viável a seleção para outras características. Outro caráter diretamente relacionado com a produtividade de grãos, número de vagens, tem grande importância no processo seletivo. Geralmente, uma planta pode produzir até 400 vagens, sendo que a média dos cultivares nacionais é de 30 a 80 vagens por planta (CÂMARA, 1998).

O acamamento das plantas é um caráter que pode causar perdas de grãos durante a colheita mecanizada. Plantas altas e ou, de caule muito fino tendem ao

acamamento com relativa facilidade. Essa característica pode ser influenciada por vários fatores ambientais, sendo maior em solos férteis, argilosos e mais úmidos do que em solos pobres e ou arenosos (SEDIYAMA et al., 2005). As notas de acamamento superiores a 3,0 (plantas moderadamente inclinadas) tornam inviável a recomendação do cultivar para o uso comercial (BONETTI, 1983).

O teor de óleo nos últimos tempos passou a ter importância no melhoramento genético, pois é uma forma de aumentar a produção do biodiesel, importante para o setor energético. Nos bancos de germoplasma, a variabilidade fenotípica é grande para teor de óleo com valores entre 6 e 27%. As cultivares brasileiras apresentam grãos com 18 a 25% de óleo, com média em torno de 20% (ROCHA et al., 2006). Portanto é possível a obtenção, via cruzamentos e seleção de novos genótipos com maior teor de óleo. Dentre as cinco culturas oleaginosas com maior potencial para a produção de biodiesel (dendê, canola, mamona, amendoim e soja), a curto prazo, a soja apresenta melhor perspectiva, por ter produtividade de cerca de $0,6 \text{ t.ha}^{-1}$ de óleo em um prazo de quatro meses de colheita, além de já possuir logística e rede industrial, armazenadora e distribuidora (BRIEU; PARENTE, 2009).

Dentre as características mais buscadas pelo melhoristas, está a resistência a doenças. O uso da resistência genética é a forma mais econômica e eficiente de controle, sobretudo, atualmente, quando a economia de insumos e a preservação do meio ambiente são componentes indispensáveis à competitividade da produção (SEDIYAMA et al., 2005).

2.5 Ganhos por seleção

A seleção de indivíduos ou progênies superiores constitui-se em uma tarefa bastante exigente, uma vez que os caracteres de importância, em sua maioria quantitativos, apresentam herança complexa, além de serem bastante influenciados pelo ambiente. Geralmente, estes caracteres estão inter-relacionados, em magnitude e sentido variáveis, de forma que a seleção em um provoca mudanças em outro. Assim, a quantificação de ganhos, diretos e indiretos, e a identificação de genótipos superiores para novos ciclos de seleção são de fundamental importância para o melhoramento genético (CRUZ, 2006).

Nos programas de melhoramento genético, é usual a mensuração de vários caracteres com o objetivo de se praticar a seleção simultânea para alguns deles. A seleção com base em um ou poucos caracteres pode resultar em alterações desfavoráveis em outros, devido à presença de correlações negativas entre eles. Para amenizar esse problema, uma estratégia que vem sendo utilizada pelos melhoristas é o emprego dos índices de seleção, os quais possibilitam agregar múltiplas informações contidas na unidade experimental, visando a seleção com base em um conjunto de variáveis que reúna vários atributos de interesse econômico (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

O índice de seleção é a combinação linear de vários valores fenotípicos, o qual resulta numa medida que concentra, num único valor, os méritos e os deméritos de cada genótipo para vários caracteres (GARCIA; SOUZA JÚNIOR, 1999). Quando diferentes critérios de seleção são considerados, a predição de ganhos para cada critério é importante para direcionar o melhorista na utilização do material genético disponível visando maximizar os ganhos para os caracteres de interesse (PAULA et al., 2002)

Algumas comparações dos índices com a seleção direta permitem concluir que a utilização destes como critério de seleção propicia resultados relativamente superiores. De modo geral, o ganho direto sobre o caráter é reduzido, entretanto esta redução é compensada pela melhor distribuição de ganhos favoráveis nos demais caracteres. Diferentes índices representam diferentes alternativas de seleção e, conseqüentemente, de ganhos, identificando de maneira rápida e eficiente, os genótipos mais adequados aos objetivos do programa de melhoramento (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

O ganho obtido por seleção está diretamente relacionado com o diferencial de seleção, ou seja, a diferença entre a média do grupo selecionado e a média da população original. Desta forma, quanto maior a pressão de seleção, maior será o diferencial de seleção. Contudo, uma pressão de seleção alta poder provocar um risco de redução drástica da variabilidade genética. Uma maior heterogeneidade da população aumenta as chances de ganho com seleção, pois tal ganho se baseia em diferenças genéticas. O ambiente é outro fator que interfere no ganho obtido por seleção (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992). A interação genótipo x ambiente dificulta

a seleção de progênies, a estimação correta dos componentes de variância genética e por sua vez, o ganho de seleção. A interação do tipo complexa entre as progênies de um programa de melhoramento com base na média dos vários ambientes, pode não garantir a seleção de genótipos superiores para cada ambiente em particular (RAMALHO et al., 1993).

Bons resultados foram encontrados em trabalhos com índices de seleção realizados com eucalipto (PAULA et al., 2002), soja (COSTA et al., 2004; BÁRBARO et al., 2007), milho pipoca (RANGEL et al., 2011), açaí (TEIXEIRA et al., 2012) e maracujá (OLIVEIRA et al., 2008; ROSADO et al., 2012).

2.6 Herdabilidade

O conceito de herdabilidade, introduzido para separar as diferenças genéticas e não-genéticas entre indivíduos, é de fundamental importância para a estimativa dos ganhos genéticos e para a escolha dos métodos de seleção a serem aplicados (REIS et al., 2002). A herdabilidade é representada pelo símbolo h^2 . Este símbolo deriva da terminologia de WRIGHT. É possível estimar três tipos de herdabilidade: herdabilidade no sentido amplo, no sentido restrito e a herdabilidade pela regressão pai-filho. No sentido amplo, pode ser definida como a razão da variância genotípica pela variância fenotípica, enquanto que, no sentido restrito, constitui-se na razão da variância genética aditiva pela variância fenotípica. Portanto, a diferença está no numerador da fração (ALLARD, 1971; FALCONER; MACKAY, 1996).

Apenas o valor fenotípico de um indivíduo pode ser mensurado, porém, é o valor genético que influenciará a próxima geração. Sendo assim, é importante o conhecimento de quanto da variação fenotípica é atribuída a variação genotípica e este é medido pela herdabilidade (FALCONER; MACKAY, 1996). Quando a herdabilidade é alta, a seleção nas gerações iniciais de autofecundação é eficaz. Por outro lado, sendo o seu valor baixo, a seleção deve ser praticada apenas nas gerações mais avançadas, uma vez que o aumento da homozigose, consequência da autofecundação, propicia um incremento na herdabilidade no sentido restrito (ROBINSON, 1963; FALCONER; MACKAY, 1996; FEHR, 1987).

Pela sua importância, a herdabilidade deve ser conhecida para a condução de um programa de melhoramento, e muitas decisões práticas são tomadas em função de sua magnitude. A predição do ganho com seleção antes da sua realização, servindo de subsídio para a definição da estratégia de seleção, é uma utilidade direta do valor da herdabilidade no sentido restrito (FEHR, 1987; RAMALHO et al., 1993).

O coeficiente de herdabilidade, tanto no sentido restrito como no sentido amplo, pode variar de zero a um. No caso de $h^2 = 1$, as diferenças fenotípicas entre os indivíduos são causadas unicamente por diferenças genéticas entre os mesmos. Quando $h^2 = 0$, significa que a variabilidade do caráter não tem origem genética. Neste caso não existe correlação alguma entre valor genético e valor fenotípico da unidade de seleção (ALLARD, 1971).

Segundo Stansfield (1974), valores de herdabilidade maiores que 0,5 são considerados altos, valores compreendidos entre 0,2 e 0,5 e menores que 0,2 são considerados de valores médios e baixos, respectivamente. A herdabilidade no sentido restrito é mais útil, uma vez que ela quantifica a importância relativa da proporção aditiva da variância genética, que pode ser transmitida para a próxima geração. O importante na avaliação da herdabilidade, como indicativo da predição, é saber quanto do diferencial de seleção se espera ganhar, em virtude da seleção na geração seguinte. Assim, para os caracteres que apresentam alto coeficiente de herdabilidade restrita associado a um diferencial de seleção elevado, espera-se maior ganho com seleção (BORÉM, 1998).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Manejo Experimental e modelo matemático

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2012/2013 na Fazenda Experimental de Ensino e Pesquisa (FEPE), da Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Jaboticabal, localizada ao norte do Estado de São Paulo, a 21°15' de latitude sul e 48°18' de longitude oeste, com altitude aproximada de 595 m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico Argiloso (Lvef) (1), com relevo suavemente ondulado e o clima é do tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen.

A semeadura foi realizada de forma mecanizada no dia 27 de novembro de 2012, em sulcos, com densidade final de quinze plantas por metro. No plantio foram utilizados 300 kg ha⁻¹ da fórmula 00-20-20. O experimento foi conduzido conforme recomendações para a cultura da soja (EMBRAPA, 2010).

O delineamento utilizado foi o de blocos aumentados de Federer (1955), constituído por 25 blocos, totalizando 386 parcelas, sendo utilizadas duas testemunhas (Conquista e Coodetec 216) por bloco.

O experimento constituiu-se de sete populações F₅ de soja derivadas de cruzamentos biparentais apresentados a seguir.

Tabela 1. Relação dos cruzamentos que derivaram as populações.

Cruzamentos
Conquista x Matrinã
Renascença x Sambaíba
Renascença x Matrinã
Sambaíba x IAC 17
Confiança x Sambaíba
Conquista x Kinoshita
BRS 231 x Matrinã

Cada parcela experimental consistiu de uma linha com 5 m de comprimento, sendo as mesmas espaçadas de 0,5 m entre si, considerada como área útil os 4m centrais, desprezando-se 0,5m de cada extremidade, totalizando 2 m². Foram avaliadas seis plantas por parcela.

O modelo matemático da análise de blocos aumentados de Federer (1955) é dado por:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

em que:

Y_{ij} é o valor do caráter para o i-ésimo tratamento no j-ésimo bloco;

μ é a média geral;

τ_i é o efeito do i-ésimo tratamento, que pode ser decomposto em: T_i : efeito da i-ésima testemunha, com $i = 1, 2...t$ e G_i^j : efeito do i-ésimo genótipo, com $i = 1, 2...gj$;

B_j é o efeito do j-ésimo bloco, com $j = 1, 2...b$;

ε_{ij} é o erro aleatório.

3.2 Caracteres agronômicos avaliados

Para o presente trabalho foram avaliados os seguintes caracteres agronômicos:

- **Número de dias para maturidade (NDM):** definido como o período em dias entre a data de emergência das plantas até a data em que aproximadamente 95% das vagens apresentaram-se maduras (estádio R8) (FEHR & CAVINESS, 1977);
- **Altura de planta na maturidade (APM):** obtido pela medida da altura do colo da planta até o ápice da haste principal, em cm, baseados na média de seis plantas por parcela;
- **Altura de inserção da primeira vagem (AIV):** obtido pela medida do colo da planta até a altura da inserção da primeira vagem, em cm, baseados na média de seis plantas por parcela;
- **Acamamento (Ac):** escala de notas variando de 1,0 (planta ereta) a 5,0 (planta prostrada);

- **Valor agronômico (VA):** caráter avaliado no estágio R8 de desenvolvimento da planta, por meio de uma escala de notas visuais, a qual varia de 1 (plantas com características agronômicas ruins) a 5 (plantas com ótimas características agronômicas), sendo a nota atribuída representativa de um conjunto de caracteres visuais (arquitetura da planta, quantidade de vagens cheias, vigor e sanidade da planta, debulha prematura das vagens, acamamento e retenção foliar na maturidade).
- **Número de vagens por planta (NV):** Contagem do número de vagens por planta, baseados na média de seis plantas por parcela.
- **Teor de óleo (TO):** Porcentagem de óleo contida nos grãos de soja, sendo obtida através do equipamento NIR Bruker modelo Tango. Esse equipamento realiza a medição dos teores de óleo sem que ocorra a destruição das sementes, sendo viável para as fases iniciais do melhoramento da soja em que o número de sementes é reduzido e precisa ser utilizado para o avanço das gerações.
- **Produtividade de grãos (PG):** Peso obtido a partir da colheita e trilha das plantas da área útil da parcela, com seus grãos corrigidos a 13% de umidade e sendo convertido em kg ha^{-1} .

Para os caracteres A_c e VA, os dados foram transformados para \sqrt{x} para maior ajuste à curva de distribuição normal.

Os coeficientes de herdabilidade calculados foram estimados ao nível de médias, através da razão entre as variâncias genotípica e fenotípica, que foram obtidas na análise de variância de blocos aumentados.

3.3 Índices de seleção utilizados

As estimativas dos ganhos de seleção foram obtidas a partir dos seguintes critérios, citados por Cruz (2006): seleção direta e indireta, índice clássico (SMITH, 1936; HAZEL, 1943), índice baseado em soma de “ranks” (MULAMBA; MOCK, 1978), índice base (WILLIAMS, 1962), índice baseado nos ganhos desejados (PESEK; BAKER, 1969) e índice da distância genótipo-ideótipo (CRUZ, 2006).

3.3.1 Seleção direta e indireta

O presente índice consiste na obtenção de ganhos máximos em um único caráter sobre o qual se pratica a seleção, e dependendo da associação deste caráter com os outros, poderão ocorrer respostas favoráveis ou desfavoráveis nos caracteres de importância secundária, que não foram considerados no processo seletivo. O ganho esperado pela seleção direta no *i*-ésimo caráter (GS_i) pode ser estimado baseado no diferencial de seleção, pela fórmula (CRUZ, 2006):

$$GS_i = (X_{si} + X_{oi})h_i^2 = DS_i h_i^2$$

onde:

X_{si} = média dos indivíduos selecionados para o caráter *i*;

X_{oi} = média original da população;

DS_i = diferencial de seleção praticado na população;

h_i^2 = herdabilidade do caráter *i*.

O ganho indireto no caráter *j*, pela seleção no caráter *i*, é dada por:

$$GS_{j(i)} = DS_{j(i)} h_j^2$$

Onde:

$DS_{j(i)}$ é o diferencial de seleção indireto obtido em função da média do caráter daqueles indivíduos cujas superioridades foram verificadas com base em outro caráter, sobre o qual se pratica a seleção direta.

3.3.2 Índice clássico (SMITH, 1936; HAZEL, 1943)

Consiste numa combinação linear de vários caracteres de importância econômica e os coeficientes de ponderação são estimados de modo a maximizar a correlação entre o índice e o agregado genotípico. Este é estabelecido por uma outra combinação linear, envolvendo os valores genéticos, os quais são ponderados

por seus respectivos valores econômicos. Sejam o índice de seleção (I) e o agregado genotípico (H) descritos como a seguir:

$$I = b_1y_1 + b_2y_2 + \dots + b_ny_n = \sum_{i=1}^n b_iy_i = y'b$$

$$H = a_1g_1 + a_2g_2 + \dots + a_ng_n = \sum_{i=1}^n a_i g_i = g'a$$

em que:

n: número de caracteres avaliados;

b: vetor de dimensão 1 x n dos coeficientes de ponderação do índice de seleção a ser estimado;

y: matriz de dimensão n x p (plantas) de valores fenotípicos dos caracteres;

a: é o vetor de dimensão 1 x n de pesos econômicos previamente estabelecidos;

g: matriz de dimensão n x p de valores genéticos desconhecidos dos n caracteres considerados.

Assim, tem-se que o vetor $b = P^{-1} Ga$, em que P^{-1} é o inverso da matriz, de dimensão n x n, de variâncias e covariâncias fenotípicas entre os caracteres;

G é a matriz, de dimensão n x n, de variâncias e covariâncias genéticas entre os caracteres.

O ganho esperado para o caráter j, quando a seleção é praticada sobre o índice, é expresso por:

$$\Delta g_{j(i)} = DS_{j(i)} h_j^2$$

em que:

$\Delta g_{j(i)} = g_{j(i)}$: ganho esperado para o caráter j, com a seleção baseada no índice I;

$DS_{j(i)}$: diferencial de seleção do caráter j, com a seleção baseada no índice I;

h_j^2 é a herdabilidade do caráter j.

3.3.3 Índice baseado em soma de “ranks” (MULAMBA; MOCK, 1978)

Consiste em classificar os genótipos em relação a cada um dos caracteres, em ordem favorável ao melhoramento. A seguir, são somadas as ordens de cada

genótipo, resultando no índice de seleção, como descrito a seguir $I = r_1 + r_2 + \dots + r_n$, sendo que I é o valor do índice para determinado indivíduo ou família; r_j é a classificação (ou “rank”) de um indivíduo em relação ao j -ésimo caráter; n é o número de caracteres considerado no índice. Adicionalmente, o melhorista pode desejar que a ordem de classificação das variáveis tenha pesos diferentes e especificá-los. Assim, tem-se que $I = p_1r_1 + p_2r_2 + \dots + p_nr_n$, em que p_j é o peso econômico atribuído pelo usuário ao j -ésimo caráter.

3.3.4 Índice base (WILLIAMS, 1962)

Propõe o estabelecimento de índices mediante a combinação linear dos valores fenotípicos médios dos caracteres, os quais são ponderados diretamente pelos seus respectivos pesos econômicos. Utiliza-se o seguinte índice como critério de seleção:

$$I = a_1y_1 + a_2y_2 + \dots + a_ny_n = \sum_{i=1}^n a_iy_i = y'a$$

em que:

y : são as médias;

a : são os pesos econômicos dos caracteres estudados.

3.3.5 Índice baseado nos ganhos desejados (Pesek; Baker, 1969)

Propõe a substituição dos pesos econômicos pelos ganhos desejados para o caráter. A construção do índice envolve o conhecimento da expressão do ganho esperado dos vários caracteres, que é definida por:

$$\Delta g = \frac{G\hat{b}_i}{\hat{S}I}$$

Onde:

Δg é o ganho estimado pelo índice;

G é a matriz de dimensão $n \times n$, de variâncias e covariâncias genéticas entre os caracteres;

b é o vetor, de dimensão $1 \times n$, dos coeficientes de ponderação do índice de seleção a ser estimado;

i é o diferencial de seleção, em unidades de desvio-padrão do índice I ;

$\hat{\sigma}_I$ é o desvio-padrão do índice I .

Substituindo-se Δg por Δg_d , que é o vetor dos ganhos desejados, e eliminando-se $\frac{i}{\hat{\sigma}_I}$ que não afeta a proporcionalidade dos coeficientes b 's, estima-se b pela expressão $\hat{b} = G^{-1} \Delta g_d$. Os coeficientes \hat{b}_i 's proporcionarão a maximização dos ganhos em cada caráter, baseando-se na especificação dos ganhos desejados.

3.3.6 Índice da distância genótipo-ideótipo (CRUZ, 2006)

Possibilita definir os valores ótimos para cada variável, bem como o intervalo de valores considerados favoráveis para o melhoramento. Para cada variável é calculado a média, o máximo e o mínimo dos valores. Considera-se X_{ij} é o valor fenotípico médio do i -ésimo genótipo em relação à j -ésima característica. Também se considera o valor Y_{ij} que representa o valor fenotípico médio transformado, e C_j uma constante relativa à depreciação da média do genótipo, por não estar dentro dos padrões desejados pelo melhorista. Assim, têm-se: LI_j : limite inferior a ser apresentado pelo genótipo, relativo à característica j , conforme o padrão desejado pelo melhorista; LS_j : limite superior a ser apresentado pelo genótipo e VO_j : valor ótimo a ser apresentado pelo genótipo, sob seleção.

Se $LI_j \leq X_{ij} \leq LS_j$, então $Y_{ij} = X_{ij}$;

Se $X_{ij} < LI_j$, $Y_{ij} = X_{ij} + VO_j - LI_j - C_j$;

Se $X_{ij} > LS_j$, $Y_{ij} = X_{ij} + VO_j - LS_j + C_j$.

No procedimento é considerado $C_j = LS_j - LI_j$. O valor C_j garante que qualquer valor de X_{ij} dentro do intervalo de variação em torno do ótimo resultará num valor de Y_{ij} com magnitude próxima do valor ótimo (VO_j), ao contrário dos valores de X_{ij} fora

desse intervalo. Assim, a transformação X_{ij} é realizada para garantir a depreciação dos valores fenotípicos fora do intervalo. Os valores de Y_{ij} obtidos por transformação são posteriormente padronizados e ponderados pelos pesos atribuídos a cada característica, obtendo os valores y_{ij} , conforme especificado a seguir:

$$y_{ij} = \sqrt{a_j} \frac{Y_{ij}}{S(Y_j)},$$

onde $S(Y_j)$ é o desvio-padrão dos valores fenotípicos médios obtidos pela transformação; e a_j é o peso ou valor econômico da característica. Para cálculo, também são necessárias a padronização e a ponderação de VO_j , conforme especificado:

$$vo_{ij} = \sqrt{a_j} \frac{VO_j}{S(Y_j)}.$$

Calcula-se então os valores do índice (DGI) expressos pelas distâncias entre os genótipos e o ideótipo, conforme ilustrado

$$: I_{DGI} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n (y_{ij} - vo_j)^2}.$$

Com base neste índice, são identificados os melhores genótipos e calculados os ganhos de seleção.

Nas análises de ganhos proporcionados pela seleção direta e indireta realizada individualmente para cada caráter, apenas um caráter foi considerado como principal, com peso econômico um e os demais como secundários, com peso zero.

Para os demais índices foram consideradas três situações na determinação dos caracteres como principais: I - os caracteres produtividade de grãos (PG) e valor agrônômico (VA) como principais; II - Produtividade de grãos (PG), valor agrônômico (VA), número de vagens (NV) e teor de óleo (TO) como principais; III - todos os oito caracteres como principais.

Os pesos econômicos e ganhos desejados foram estabelecidos a partir dos próprios dados experimentais, conforme recomendações de Cruz (1990).

Para o índice clássico, índice baseado na soma de “ranks” e índice base os pesos econômicos estabelecidos para os caracteres principais foram: valor 1 (um), o coeficiente de variação genético (CVg) do caráter e a razão entre o coeficiente de variação genético e o experimental (CVg/CVe); com os secundários assumindo valor zero. Para o índice dos ganhos desejados (IGD) os pesos econômicos utilizados foram o CVg e o desvio padrão genético. Para o índice baseado na distância genótipo-ideótipo (DGI) foi utilizado somente o peso econômico 1 e o valor ótimo foi considerado o valor máximo e o valor mínimo foi considerada a média, já para os caracteres número de dias para maturação o valor ótimo foi considerado o valor mínimo e o valor máximo foi considerado a média. Para os cálculos de predição dos ganhos foi adotada a seleção de 23,5% das progênies para todos os índices, totalizando 90 genótipos. Para os caracteres número de dias para maturação e acamamento foram desejados decréscimo nos valores dos ganhos, visto que o melhoramento genético busca de forma geral, genótipos precoces e de porte ereto, este último para favorecimento da colheita mecanizada. Portanto para esses caracteres, na seleção direta e no índice baseado na soma de “ranks” foram desejados decréscimo nos valores, já para os demais índices os pesos econômicos assumiram valores negativos.

3.4 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas através da seleção entre progênies - univariada e índices, utilizando-se o aplicativo computacional Genes (CRUZ, 2007).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise de variância e herdabilidade

A análise de variância de blocos aumentados indicou diferenças significativas entre os genótipos em relação aos caracteres número de dias para maturidade (NDM), altura de inserção da primeira vagem (AIV), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA), teor de óleo (TO) e produtividade de grãos (PG), enquanto que, para altura da planta na maturidade (APM) e número de vagens (NV) não foram observadas diferenças significativas (Tabela 2).

As razões CVg/CVe apresentaram valores superiores à unidade em relação a todos os caracteres, indicando situação satisfatória para a seleção (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

O caráter que apresentou o maior valor para as estimativas de herdabilidade foi número de dias para maturidade (91,7%) seguido por teor de óleo (86,21%), valor agrônômico (74,97%) e produtividade de grãos (71,31%). Por sua vez, os menores foram encontrados para os caracteres número de vagens (54,19%), altura de planta na maturidade (65,73%) e acamamento (66,65%).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para os caracteres número de dias para a maturidade (NDM), altura de inserção da primeira vagem (AIV), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA), número de vagens (NV), teor de óleo (TO) e produtividade de grãos (PG) para 386 populações segregantes de soja no ano agrícola 2012/2013. Jaboticabal-SP.

Fonte de variação	GL	QM							
		NDM	AIV	APM	Ac	VA	NV	TO	PG
Blocos	24	151,25	159,08	1532,45	0,23	0,03	5561,15	6,73	1829772,36
Trat (Aj)	387	40,7**	15,01**	99,31 ^{ns}	0,01*	0,01**	749,27 ^{ns}	0,55**	1151346,19*
Média ponderada		121,44	15,76	94,57	1,17	1,68	95,70	21,07	3524,39
CV(%)		0,9	16,15	8,63	7,69	2,63	24,14	1,83	21,24
CVg (%)		2,96	23,42	11,87	10,75	4,56	25,86	4,58	33,20
CVg/CVe		3,32	1,47	1,38	1,41	1,73	1,09	2,50	1,58
h ² (%)		91,7	68,43	65,73	66,65	74,97	54,19	86,21	71,31

Trat (Aj): tratamentos ajustados; CV: coeficiente de variação geral; CVg: coeficiente de variação genético; CVe: coeficiente de variação experimental; h²: herdabilidade, ^{ns} Não significativo pelo teste F, * e **Significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Índices de Seleção

Conforme esperado, os valores obtidos para o cálculo dos ganhos pela seleção direta foram superiores ao ganho indireto para todos os caracteres em todas as situações. A seleção direta também proporcionou os maiores ganhos individuais para todas as características.

Os maiores ganhos obtidos para a seleção direta ocorreram para os seguintes caracteres: Produtividade de grãos (34,58%), altura de inserção da primeira vagem (27,55%), número de vagens (26,34%) e altura da planta na maturidade (12,68%). Já a seleção direta do caráter número de dias para maturidade proporcionou o menor ganho individual (3,29%) o que já era esperado já que o caráter apresentou o menor coeficiente de variação geral (Tabela 3).

Ainda na seleção direta, os maiores valores de ganhos totais foram encontrados através da seleção do caráter produtividade de grãos (35,7%) seguido por altura de inserção da primeira vagem (24,53%) e valor agrônômico (19,67%). Ganhos totais negativos foram observados na seleção direta dos caracteres número de dias para a maturidade (-17,65%), acamamento (-2,97%) e teor de óleo (-3,12%) (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativas de ganhos de seleção (GS%) obtidos para os oito caracteres avaliados, pela seleção direta, considerando cada caráter como principal para as 386 populações segregantes de soja no ano agrícola 2012/2013. Jaboticabal-SP.

Variáveis ⁽¹⁾	\bar{X}_o	h^2	GS%								
			NDM	AIV	APM	Ac	VA	NV	TO	PG	Total
NDM	121,44	91,70	3,29	-3,02	-5,72	3,43	-0,09	-8,02	-1,21	-6,31	-17,65
AIV	15,76	68,43	-0,27	27,55	-3,54	5,1	0,62	-11,55	0,88	5,74	24,53
APM	94,57	65,72	-0,99	-8,38	12,68	-7,62	-1,1	5,6	-0,25	3,39	3,33
Ac	1,37	66,65	1,58	1,82	-6,65	10,04	1,45	-6,6	-2,29	-2,32	-2,97
VA	2,82	74,97	-0,34	-4,04	-0,49	1,79	3,94	9,63	-0,84	10,02	19,67
NV	95,7	54,19	-1,56	-5,7	2,37	-5,72	0,52	26,34	-1,28	-4,57	10,40
TO	21,07	86,20	0,42	2,86	-1,86	-0,27	-1,15	-4,85	4,61	-2,88	-3,12
PG	3524,39	71,31	-0,25	0,06	0,62	1,48	0,9	-2,31	0,62	34,58	35,70

⁽¹⁾Número de dias para a maturidade (NDM), altura de inserção da primeira vagem (AIV), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA), número de vagens (NV), teor de óleo (TO) e produtividade de grãos (PG); \bar{X}_o : média geral; h^2 : herdabilidade.

Os ganhos obtidos através da seleção direta foram inferiores aos encontrados por COSTA et al, (2004), porém o resultado era esperado já que o autor trabalhou com populações F_2 em soja, onde há maior variabilidade e amplitude dos dados, proporcionando maiores ganhos. No entanto, o presente trabalho observou resultados próximos aos obtidos por Bárbaro et al, (2007) também utilizando populações F_5 em soja.

Com relação ao índice clássico, para a situação I não foram observadas diferenças em todos os pesos econômicos utilizados, além deste método fornecer ganhos negativos para os caracteres NDM, AIV, VA e NV. Na situação II, os pesos econômicos CVg e CVg/CVe também não diferenciaram-se, porém o peso econômico 1 proporcionou pequena vantagem para o caráter PG, TO, NV e VA incrementando o ganho total. Já na situação III houve aumento nos ganhos dos caracteres AIV e AC, porém ocorreu a diminuição nos valores de VA, NV, TO e principalmente PG, caracteres fundamentais no processo seletivo da soja (Tabela 4).

De acordo com a Tabela 4, de modo geral, o índice clássico não apresentou grande variação entre as situações e pesos econômicos estudados. Para o caráter PG, o ganho variou de 33,51% a 34,07%, já para os ganhos totais os valores ficaram entre 33,02% e 34,07%. Paula et al, (2002) também não observou grandes amplitudes nos valores de ganhos em diferentes pesos econômicos utilizando o índice clássico em eucalipto.

O índice baseado na soma de “ranks” com exceção da situação I e peso econômico CVg, proporcionou menores valores que o índice clássico para o caráter PG. A situação III com peso econômico CVg mostrou o maior ganho total perante todos os índices com ganho de 45,46%, porém o ganho para o caráter PG (25,65%) ficou distante dos melhores resultados para o caráter. Ainda no índice baseado na soma de “ranks”, o peso econômico CVg proporcionou os maiores valores de ganhos totais e para o caráter PG, em todas as situações analisadas, indicando a eficiência do parâmetro como peso econômico para este índice estudado. O índice baseado na soma de “ranks” apresentou maior amplitude de valores, porém os valores gerais para PG foram inferiores ao índice clássico e índice base (Tabela 4).

Tabela 4. Estimativas dos ganhos de seleção (GS%) obtidos para oito caracteres pelo índice clássico (IC) proposto por Smith (1936) e Hazel (1943), índice da soma de “ranks” (ISR) de Mulamba & Mock (1978), índice base (IB) de Willians (1962), índice dos ganhos desejados (IGD) de Pesek & Baker (1969) e índice da distância genótipo-ideótipo (DGI) com os pesos econômicos (PE) e diferentes situações para as 386 populações segregantes de soja no ano agrícola 2012/2013. Jaboticabal-SP.

Índice	PE	Situação	GS%								
			NDM	AIV	APM	Ac	VA	NV	TO	PG	Total
IC	1	I ⁽¹⁾	-0,28	-0,58	1,86	0,26	-0,25	-1,71	0,70	34,07	34,07
		II ⁽²⁾	-0,18	-0,67	1,84	0,51	-0,21	-2,60	0,80	34,08	33,57
		III ⁽³⁾	-0,40	3,70	0,48	1,69	-0,17	-5,95	0,60	33,51	33,46
IC	CVg	I	-0,28	-0,58	1,86	0,26	-0,25	-1,71	0,70	34,07	34,07
		II	-0,17	-0,65	1,94	0,51	-0,26	-3,15	0,79	34,01	33,02
		III	-0,40	3,86	0,20	2,08	-0,04	-5,84	0,56	33,58	34,00
IC	CVg/CVe	I	-0,28	-0,58	1,86	0,26	-0,25	-1,71	0,70	34,07	34,07
		II	-0,17	-0,65	1,94	0,51	-0,26	-3,15	0,79	34,01	33,02
		III	-0,40	3,86	0,20	2,08	-0,04	-5,84	0,56	33,58	34,00
ISR	1	I	-0,15	-1,74	-1,53	2,92	3,29	3,25	0,03	26,11	32,18
		II	-0,50	-3,57	-0,91	0,96	3,03	11,12	1,30	20,12	31,55
		III	0,44	8,74	0,03	3,28	2,55	-0,07	2,32	18,75	36,04
ISR	CVg	I	0,39	0,72	0,68	2,15	1,29	-1,04	0,53	34,45	39,17
		II	-0,90	-5,32	1,34	-0,76	1,79	12,48	0,06	28,39	37,08
		III	-0,60	7,78	1,08	1,65	1,61	8,07	0,22	25,65	45,46
ISR	CVg/CVe	I	-0,21	-1,80	-1,45	2,65	3,33	4,29	-0,07	25,83	32,57
		II	-0,05	1,22	-1,36	1,89	2,53	4,69	2,90	17,66	29,48
		III	0,96	9,12	-0,61	2,95	2,20	-4,89	2,74	14,12	26,59
IB	1	I	-0,25	0,06	0,62	1,48	0,90	-2,31	0,62	34,58	35,70
		II	-0,30	0,09	1,21	1,16	0,88	-1,28	0,46	34,56	36,78
		III	-0,30	0,09	1,21	1,16	0,88	-1,28	0,46	34,56	36,78
IB	CVg	I	-0,25	0,06	0,62	1,48	0,90	-2,31	0,62	34,58	35,70
		II	-0,30	0,09	1,21	1,16	0,88	-1,28	0,46	34,56	36,78
		III	-0,30	0,09	1,21	1,16	0,88	-1,28	0,46	34,56	36,78
IB	CVg/CVe	I	-0,25	0,06	0,62	1,48	0,90	-2,31	0,62	34,58	35,70
		II	-0,22	-0,16	1,01	1,36	0,84	-1,69	0,60	34,57	36,31
		III	-0,22	0,23	1,07	1,43	0,92	-1,70	0,52	34,57	36,82
IGD	DP	I	-0,30	-1,21	-0,99	2,57	2,92	2,69	-0,17	29,90	35,41
		II	-0,99	-3,97	-0,48	-0,70	2,50	18,39	1,01	17,49	33,25
		III	0,26	0,99	2,98	-5,68	0,23	-8,14	0,88	5,92	-2,56
IGD	CVg	I	-0,32	-4,33	-1,18	2,40	3,94	9,62	-0,57	6,57	16,13
		II	0	4,15	-1,91	2,57	3,49	0,28	1,74	1,84	12,16
		III	-0,25	-1,09	-0,34	-3,91	0,81	-9,63	0,44	0,50	-13,47
DGI	1	I	-0,22	-0,04	-1,55	3,17	2,95	0,30	-0,04	27,71	32,28
		II	-0,93	-4,18	-0,63	-0,45	2,75	17,22	0,98	16,68	31,44
		III	-0,71	-4,39	-0,79	1,20	2,44	13,20	0,93	17,97	29,85

⁽¹⁾Produtividade de grãos (PG), valor agrônomo (VA) como caracteres principais; ⁽²⁾PG, VA, número de vagens (NV) e teor de óleo (TO) como principais; ⁽³⁾Todos os caracteres como principais.

O índice baseado na soma de “ranks” na situação II e peso econômico CVg/CVe proporcionou o maior ganho para o caráter TO (2,90%). O caráter TO passou a ser importante no melhoramento genético da soja, uma vez que é a principal cultura utilizada na produção de biodiesel no Brasil. O método de medição dos teores de óleo pelo equipamento NIR, por não ser destrutivo, é importante em fases iniciais do melhoramento da soja, onde o número de sementes é reduzido e precisa ser utilizado para o avanço das gerações. Todos os outros métodos de aferição do teor de óleo preveem a destruição da semente, por isso este método passou a assumir importância grande na condução de programas de melhoramento que visam seleção para alto teor de óleo em populações segregantes.

Ainda em relação ao índice baseado na soma de “ranks”, a situação I utilizando o peso econômico CVg proporcionou resultado bastante favorável ao processo seletivo, com ganho total de 39,17% e ganho para o caráter PG com valor muito próximo ao da seleção direta (34,45%), além de trazer resultados positivos para NDM, AIV, APM, Ac, VA e TO (Tabela 4);

O índice base na situação I em todos os pesos econômicos estudados proporcionou os mesmos valores de ganhos. Esses valores foram os mesmos encontrados através da seleção direta para o caráter PG, não indicando vantagem da situação I do índice base perante a seleção direta. A situação II e III para os pesos econômicos 1 e CVg também não apresentaram diferenças entre si. Essas situações proporcionaram bons valores para PG (34,56%), porém demonstraram valores negativos para NV (-1,28%) e NDM (-0,3%) (Tabela 4).

O índice baseado nos ganhos desejados, de modo geral, não se mostrou eficiente para as situações estudadas. O uso do peso econômico DP (desvio padrão) proporcionou maiores ganhos que o CVg. Para este índice, os resultados menos satisfatórios foram observados na situação III, onde foram obtidos ganhos reduzidos para PG (5,92% e 0,5%), além de fornecer valores desfavoráveis para NV (-8,14% e -9,63) e Ac (-5,68% e -3,91%) (Tabela 4).

Ainda para o índice baseado nos ganhos desejados, os valores mais favoráveis foram encontrados na situação I com peso econômico DP, onde foi observado ganho de 29,9% para PG, além de bons valores para Ac (2,57%), VA (2,92%) e NV (2,69%). Ainda utilizando DP como peso econômico, a situação II

proporcionou o segundo maior ganho para o caráter NV (18,39%), sendo superado somente pela seleção direta (26,34%).

O índice baseado na distância genótipo-ideótipo não proporcionou bons valores de ganhos para o caráter PG (17,97 a 27,71%), ficando abaixo dos valores encontrados nos índices clássicos e índice base. Além disso, em todas as situações foram encontrados valores negativos para NDM, AIV e APM, indicando ineficiência do índice no presente estudo (Tabela 4).

Em relação a produtividade de grãos, principal caráter observado no processo seletivo da soja, a situação I proporcionou os maiores ganhos para todos os pesos econômicos em todos os índices estudados. Em contrapartida, a situação III proporcionou os menores valores, porém apresentou melhor distribuição dos ganhos para os demais caracteres.

O índice base apresentou os maiores ganhos para PG (34,56 a 34,58%) com valores próximos ou iguais aos encontrados na seleção direta, porém proporcionou pequenos ganhos nos demais caracteres, além de apresentar resultados negativos para NV e NDM.

De modo geral, os índices baseado nos ganhos desejados e o índice da distância genótipo-ideótipo não mostraram-se favoráveis para as situações analisadas. O índice clássico e o índice base não mostram grande amplitude para as situações e pesos econômicos em relação aos ganhos totais e ganhos para o caráter PG, porém apresentaram bons resultados perante os demais índices com pequena vantagem para o índice base.

5. CONCLUSÕES

- Foi possível observar variações entre os índices estudados para os diferentes pesos econômicos e situações avaliadas, indicando a eficácia dos parâmetros.
- O índice clássico e índice base foram os que proporcionaram menores variações nas estimativas de ganhos obtidas nas diferentes situações e pesos econômicos estudados.
- O índice baseado na soma de “ranks” utilizando os caracteres valor agrônomo e produtividade de grãos como estimadores principais além do peso econômico 1 (um) proporcionou os ganhos mais favoráveis no presente estudo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R. W. **Princípios de melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blücher, 1971. 381p.

ALMEIDA, L.A.; KIIHL, R.A. Melhoramento da soja no Brasil – desafios e perspectivas. In: CÂMARA, G. M. (Coord.) **Soja**: tecnologia da produção. Piracicaba: Publique, 1998, p.40-54.

ARANTES, N. E., SOUZA, P. T. M. **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafós. 1993. p. 1-69.

BÁRBARO, I. M.; DA CRUZ CENTURION, M. A. P.; DI MAURO, A. O.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; COSTA, M. M. COMPARAÇÃO DE ESTRATÉGIAS DE SELEÇÃO NO MELHORAMENTO DE POPULAÇÕES F. **Revista Ceres**, v. 54, n. 313, p. 250-261, 2007.

BONETTI, L. P. Cultivares e seu melhoramento genético. In: Fundação Cargill. **Soja e melhoramento**, v.2, p.741-800, 1983.

BORÉM, A. **Melhoramento de Plantas**. 2.ed. Viçosa: Editora UFV, 1998. 453p.

BRIEU, T. P.; PARENTE, V. Programa nacional de biodiesel: um balanço da primeira fase até 2008. **Revista BiodieselBR**, Curitiba, v.2 n.12, p.62-64, ago./set.2009.

CÂMARA, G. M. de S. **Soja: Tecnologia da Produção**. USP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Departamento de Agricultura – Piracicaba, 1998, 293p.

CAPELARI Jr, L.; RODRIGUES, R. R.; SOUZA, V. **Apostila de botânica sistemática**. Piracicaba: Departamento de Ciências Biológicas, ESALQ/USP, 1999. 95p.

CONAB – CONSELHO NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra brasileira: Grãos**. Safra 2013/2014 - Terceiro levantamento. 2013. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_01_10_10_12_36_boletim_portugues_dezembro_2013.pdf>. Acesso em 31 de janeiro de 2014>.

CONAB – CONSELHO NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da **safr brasileira de grãos 2013/2014**: nono levantamento. 2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_01_10_15_07_19_boletim_graos_janeiro_2014.pdf>. Acesso em: 16 Jan. 2014.

COSTA, J.A.; MANICA, I. **Cultura da soja**. Porto Alegre: Ed. Evangraf, 1996. 233p.

COSTA, M. M.; DI MAURO, A. O.; UNÊDA-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. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, 2004.

CRUZ, C. D. **Programa GENES**: Biometria. 1ed. Editora UFV, Viçosa, 2006. 382p.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Editora UFV: Imprensa Universitária, Viçosa, 2007, 648p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2012.

CRUZ, C.D. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas**. 1990. 188p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil, 2011**. Londrina: Embrapa soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2010. (Sistemas de Produção/Embrapa Soja, nº14). 255p.

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

FEDERER, W.T. **Experimental design**: Theory and application. New York: MacMillan, 1955. 544p.

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

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

GARCIA, A. A. F.; SOUZA JÚNIOR, C. L. Comparação de índices não paramétricos para seleção de cultivares. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.2, p. 253-267, 1999.

GAZZONI, D. L. **A sustentabilidade da soja no contexto do agronegócio brasileiro e mundial** – Londrina: Embrapa Soja, Novembro de 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/94641/1/Doc-344-online.pdf>>. Acesso em 03 de fevereiro de 2014.

GIBSON, L.; BENSON, G. **Origin, history and uses of soybean Glycine max.** 2005. Disponível em: <http://www.agron.iastate.edu/courses/agron212/Readings/Soy_history.htm>. Acesso em 31 de janeiro de 2014.

GOMES, P. **A soja.** 5.ed. São Paulo: Nobel, 1990. 149 p.

HAZEL, L.N. The genetic basis for constructing selection indexes. **Genetics**, v.28, p.476-490, 1943.

HIRAKURI, M.H.; LAZZAROTTO, J.J. **Evolução e perspectiva de desempenho econômico associados com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro.** 3. ed. – Londrina: Embrapa Soja, 2011. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/download/Doc319_3ED.pdf>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2014.

KIIHL, R. A. S.; CALVO, E. S. A epopéia da soja no Brasil. In: International Workshop on Tropical Agriculture Development, 2006, Brasília. **Anais...**

KIIHL, R.A.S.; ALMEIDA, L.A.; SOUZA, P.I.M.; HIROMOTO, D.M.; ARANTES, N.E.; FARIAS, L.C.; MIRANDA, M.A.C.; MORCELI, A.; TAKEDA, C.; BONATO, E.R.; BERTAGNOLLI, P. F.; PRADO, E.E. **Desenvolvimento de germoplasma de soja adaptados às várias regiões ecológicas e aos vários sistemas de produção: resultados de pesquisa da Embrapa Soja** – 1999. Londrina: Embrapa Soja, 2000. p.144- 145. (Embrapa Soja. Documentos, 142).

MATTA, L. B. **Melhoramento genético da soja (*Glycine max. (L.) Merrill*) para baixo teor de ácido linolênico**. 2008. 58 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

MUELLER, C. C.; BUSTAMANTE, M. **Análise da expansão da soja no Brasil**. s/l, abril de 2002. Disponível em: <www.worldbank.org/rfpp/news/debates/mueller.pdf>. Acesso em: 31 de Janeiro de 2014.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, Alexandria, v.7, p.40-51, 1978.

MISSÃO, M. R. Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. **Maringá Management: Revista de ciências empresariais**, v. 3, n.1, p.7-15, jan./jun. 2006.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology**, Alexandria, v.7, p.40-51, 1978.

OLIVEIRA, E. J.; DA SILVA SANTOS, V.; LIMA, D. S.; MACHADO, M. D.; LUCENA, R. S.; MOTTA, T. B. N.; SILVA CASTELLEN, M. Seleção em progênies de maracujazeiro-amarelo com base em índices multivariados. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v. 43, n. 11, p. 1543-1549, 2008.

PAULA, R. C.; PIRES, I. E.; BORGES, R. D. C. G.; CRUZ, C. D. Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v. 37, n. 2, p. 159-165, 2002.

PESEK, J.; BAKER, R. J. Comparison of predict and observed responses to selection for yield in wheat. **Canadian Journal of Plant Sciences**, Ottawa, v.51, n.3, p.187-192, 1971.

PRIOLLI, R. H. G.; MENDES-JÚNIOR, C. T.; SOUSA, S. M. B.; SOUSA, N. E. A.; CONTEL, E. P. B. Diversidade genética da soja entre períodos e entre programas de melhoramento no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.39, n.10, p.967-975, 2004.

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

RANGEL, R. M.; AMARAL JÚNIOR, A.; GONÇALVES, L. S. A.; FREITAS JÚNIOR, S.; CANDIDO, L. S. Análise biométrica de ganhos por seleção em população de milho pipoca de quinto ciclo de seleção recorrente. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 473-481, 2011.

REIS, E. F.; REIS, M. S.; SEDYAMA, T.; CRUZ, C. D. Estimativa de variâncias e herdabilidades de algumas características primárias e secundárias da produção de grãos em soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 4, p749-761, 2002.

ROBINSON, P. Heritability: a second look. In: HANSON, W.D.; ROBINSON, H.F. **Statistical genetics and plant breeding**. Washington: NAS-NCR, 1963, p.609-614.

ROCHA, M. de M., VELLO, N. A., LOPES, A. C. A., UNÊDA-TREVISOLI, S. H., MAIA, M. C. C. **Correlações entre parâmetros de adaptabilidade e estabilidade da produtividade de óleo em soja**. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36. n.3, p.772-777, 2006.

ROSADO, L. D. S.; SANTOS, C. E. M. D.; BRUCKNER, C. H.; NUNES, E. S.; CRUZ, C. D. Simultaneous selection in progenies of yellow passion fruit using selection indices. **Revista Ceres**, v. 59, p. 95-101, 2012.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. (Ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: Ed. UFV, 2005. 969p.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S. GOMES, J. L. **Cultura da soja**. Viçosa: UFV, 1985, 96p.

SMITH, H. F. A discriminant function for plant selection. **Annual Eugenics**, v.7, p.240-250, 1936.

STANSFIELD, W. D. **Genética**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1974. 958 p.

TEIXEIRA, D. H. L.; DE OLIVEIRA, M. D. S. P.; GONÇALVES, F. M. A.; NUNES, J. A. R. Índices de seleção no aprimoramento simultâneo dos componentes da produção de frutos em açaizeiro. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v. 47, n. 2, p. 237-243, 2012.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496p.

VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987.

WILLIAMS, J.S. The evaluation of a selection index. **Biometrics**, v.18, p.375-393, 1962.