

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)
autor(a), o texto completo desta tese
será disponibilizado somente a partir
de 20/04/2020.

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

**ESTUDO GENÉTICO E SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE SOJA
PARA O GRUPO DE MATURIDADE RELATIVA EM
POPULAÇÕES DERIVADAS DE CULTIVARES COMERCIAIS**

Bruno Henrique Pedroso Val
Engenheiro Agrônomo

2018

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

**ESTUDO GENÉTICO E SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE SOJA
PARA O GRUPO DE MATURIDADE RELATIVA EM
POPULAÇÕES DERIVADAS DE CULTIVARES COMERCIAIS**

Bruno Henrique Pedroso Val

Orientador: Prof. Dr. Antonio Orlando Di Mauro

Coorientadora: Profa. Dra. Sandra Helena Unêda-Trevisoli

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

2018

V135e Val, Bruno Henrique Pedroso
Estudo genético e seleção de progênies de soja para o grupo de maturidade relativa em populações derivadas de cultivares comerciais / Bruno Henrique Pedroso Val. -- Jaboticabal, 2018
xii, 61 p. : il. ; 29 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2018

Orientador: Antonio Orlando Di Mauro

Coorientadora: Sandra Helena Unêda-Trevisoli

Banca examinadora: Gustavo Vitti Moro, Ivana Marino Bárbaro Torneli, Sally Ferreira Blat, Walter Maldonado Junior

Bibliografia

1. Melhoramento genético. 2. Ciclo de maturação. 3. Índice de seleção. 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 –
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


TÍTULO DA TESE: ESTUDO GENÉTICO E SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE SOJA SUPERIORES PARA O CARÁTER GRUPO DE MATURIDADE RELATIVA

AUTOR: BRUNO HENRIQUE PEDROSO VAL

ORIENTADOR: ANTONIO ORLANDO DI MAURO

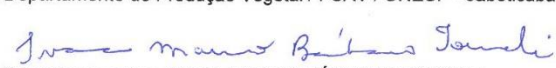
COORIENTADORA: SANDRA HELENA UNÊDA TREVISOLI

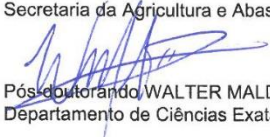
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS), pela Comissão Examinadora:


Profa. Dra. SANDRA HELENA UNÊDA TREVISOLI
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Pesquisadora Dra SALLY FERREIRA BLAT
Departamento de Descentralização do Desenvolvimento / APTA - Ribeirão Preto, SP


Prof. Dr. GUSTAVO VITTI MÓRO
Departamento de Produção Vegetal / FCAV / UNESP - Jaboticabal


Pesquisadora Dra. IVANA MARINO BÁRBARO TORNELI
Secretaria da Agricultura e Abastecimento / APTA - Colina/SP


Pós-doutorando WALTER MALDONADO JUNIOR
Departamento de Ciências Exatas / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Jaboticabal, 20 de abril de 2018

“Rir muito e com frequência; ganhar o respeito de pessoas inteligentes e o afeto das crianças; merecer a consideração de críticos honestos e suportar a traição de falsos amigos; apreciar a beleza, encontrar o melhor nos outros; deixar o mundo um pouco melhor, seja por uma saudável criança, um canteiro de jardim ou uma redimida condição social; saber que ao menos uma vida respirou mais fácil porque você viveu. Isso é ter tido sucesso.”

Ralph Waldo Emerson

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força espiritual para a realização desse trabalho, pela coragem para superar os meus limites e chegar ao final desta jornada.

Aos meus pais Gláucia e Laudemir, pelo apoio, compreensão, ajuda. Vocês são responsáveis por cada sucesso obtido, cada degrau avançado durante todos esses anos, me ensinando a nunca desistir diante do primeiro obstáculo, meu exemplo de vitória, meus heróis e simplesmente aqueles que mais amo. Obrigado por estarem sempre comigo. Obrigado simplesmente por participarem comigo durante esta caminhada, me ajudando a construir os alicerces de um futuro que começa agora.

Ao meu irmão Victor pelo carinho, presença e por dividir comigo muitas das vitórias que hoje comemoro.

Aos meus avós Gildomar (*in memoriam*) e Dáuria, Mário (*in memoriam*) e Geny, tios e primos pela força e por sempre me desejarem o melhor.

Quero agradecer a alguém que esteve ao meu lado contribuindo para o êxito dessa conquista, me apoiando e incentivando nos momentos difíceis e nos momentos de alegria, a você Michelle, meu muito obrigado!

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

Ao Prof. Dr. Antonio Orlando Di Mauro, pela amizade, conhecimentos transmitidos, orientação e realização deste trabalho.

A coorientadora Profa. Dra. Sandra Helena Unêda-Trevisoli, pela amizade, conhecimentos transmitidos e pelos esforços dedicados a mim neste trabalho.

A todos os professores do Departamento de Produção Vegetal e também do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de doutorado concedida e pelo recurso para execução deste trabalho.

Aos meus amigos Antonio Pizolato, Aretha, Cleber Azevedo, Diuli, Guilherme, Ivana Bárbaro, Flávia, Camila, Lucas Revolti, Luis, Paloma, Sofia, Wallace, Carlos Caprio, José Arantes, Eduardo Henrique, Rodolfo Buzinaro, Fabiana Mota, Elise Pereira, Marcela Marconato, Daniel Leite, Alysson Jalles, Andréa Bastos, Paulo

Selestrino. A todos os amigos que de alguma forma contribuíram para meu aperfeiçoamento, muito obrigado!

A toda a equipe do programa de melhoramento genético da soja da FCAV/UNESP.

Ao Técnico Agrícola Geraldo Mangela de Assis pela amizade e dedicação às atividades do programa de melhoramento genético da soja FCAV/UNESP.

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

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, Rubens, Sebastião (*in memoriam*), Tito, Faco, Osmar, Mauro, Gabi e Mônica pela amizade, auxílio e os momentos de alegria.

Ao gerente da fazenda de pesquisa da FCAV/UNESP, Marcelo e toda a sua equipe que sempre estiveram presentes nos auxiliando com empenho e dedicação.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| ESTUDO GENÉTICO E SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE SOJA PARA O GRUPO DE MATURIDADE RELATIVA EM POPULAÇÕES DERIVADAS DE CULTIVARES COMERCIAIS..... | xi |
| RESUMO..... | xi |
| GENETIC STUDY AND SELECTION OF SOYBEAN PROGENIES FOR THE RELATIVE MATURITY GROUP IN POPULATIONS DERIVED FROM COMMERCIAL CULTIVARS | xii |
| ABSTRACT | xii |
| CAPÍTULO 1 – Considerações gerais..... | 1 |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 3 |
| 2.1 Aspectos fenológicos da cultura da soja | 3 |
| 2.2 Grupo de maturidade relativa..... | 5 |
| 2.3 Genes relacionados com o grupo de maturidade relativa | 6 |
| 2.4 Ganho com a seleção | 7 |
| 2.5 Índice de seleção | 8 |
| 3. REFERÊNCIAS..... | 10 |
| CAPÍTULO 2 – Estudo genético do grupo de maturidade relativa em populações ... | 16 |
| derivadas de cultivares comerciais de soja | 16 |
| Genetic study of relative maturity group in populations derived from commercial soybean cultivars..... | 16 |
| RESUMO..... | 16 |
| ABSTRACT | 17 |
| 1. INTRODUÇÃO | 17 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 19 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 21 |
| 3.1 População 1 | 21 |
| 3.2 População 2 | 23 |
| 4. CONCLUSÕES | 27 |
| 5. REFERÊNCIAS..... | 27 |
| CAPÍTULO 3 – Seleção de progênies de soja contrastantes para o grupo de..... | 31 |
| maturidade relativa em população derivada de cultivares comerciais..... | 31 |
| Selection of contrasting soybean progenies for the relative maturity group in population derived from commercial cultivars | 31 |
| RESUMO..... | 31 |

| | |
|--------------------------------|----|
| ABSTRACT | 32 |
| 1. INTRODUÇÃO | 32 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 33 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 38 |
| 4. CONCLUSÕES | 44 |
| 5. REFERÊNCIAS..... | 47 |

ESTUDO GENÉTICO E SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE SOJA PARA O GRUPO DE MATURIDADE RELATIVA EM POPULAÇÕES DERIVADAS DE CULTIVARES COMERCIAIS

RESUMO – As pesquisas visando a adaptação da cultura da soja e o melhoramento vegetal foram fundamentais para a expansão dessa cultura no Brasil. A descoberta do gene de período juvenil longo e dos genes da série E, relacionados com a época de florescimento e maturação permitiram a expansão da cultura, que inicialmente se adaptou melhor no estado do Rio Grande do Sul para regiões de baixas latitudes, criando novas fronteiras agrícolas. Até o presente momento encontram-se descritos na literatura dez genes da série E, E₁ a E₁₀, o gene Dt1 e o gene J que condiciona o período juvenil longo, porém não se sabe ainda quanto e nem como esses genes influenciam o caráter grupo de maturidade relativa (GMR). Tanto para a cultura da soja quanto para as demais culturas o melhoramento não ocorre somente para um único caráter, pois o melhorista trabalha simultaneamente com vários caracteres e o ganho genético deve ser distribuído entre eles. Diante do exposto, os objetivos do presente trabalho consistiram em realizar o estudo genético do número de genes que estão envolvidos no caráter GMR, descobrir qual a ação gênica que controla o caráter e selecionar as melhores progênies com o uso de índices de seleção. Para o estudo genético foram feitos dois cruzamentos biparentais entre cultivares comerciais de soja, onde, para cada cruzamento foram obtidas as gerações F₁ e F₂. Os genitores e suas respectivas gerações foram conduzidos a campo para a realização da fenotipagem do GMR. Para o estudo de herança do caráter GMR, foi utilizado o teste de escala conjunta por meio dos quadrados mínimos ponderados. A metodologia permite a detecção de genes de menor efeito, ou modificadores da característica em questão, sendo possível a estimação do efeito ambiental. Foram semeadas 129 progênies F₃, onde foram avaliados seis caracteres agrônômicos: altura de inserção da primeira vagem (AIV), altura da planta na maturidade (APM), número de dias para maturidade (NDM), acamamento (AC), valor agrônômico (VA) e produção de grãos (PG). Para as duas populações estudadas, não houve efeito significativo de dominância atuando na expressão do caráter GMR. Na primeira população foi observado que dois genes atuam de maneira aditiva na expressão do caráter e a contribuição média estimada de cada alelo foi em 0,11. Na segunda população foi observado que um gene atua de maneira aditiva na expressão do caráter sendo a contribuição estimada de cada alelo em -0,515. O efeito de progênies foi significativo para o teste F a 5% de probabilidade, apenas para APM e NDM. Em relação aos ganhos genéticos totais obtidos com a aplicação dos índices, os mesmos foram: 16,19 % para soma de “ranks”, 28,68 % para o índice baseado nos ganhos desejados e 20,58 para o índice distância genótipo ideótipo. Entre as progênies selecionadas destacam-se as progênies 16, 46, 81 e 87 por apresentarem caracteres agromorfológicos mais adequados para a região de estudo.

Palavras-chave: Ciclo de maturação, *Glycine max*, Índice de seleção, Melhoramento Genético, Mulamba e Mock, Período juvenil longo

GENETIC STUDY AND SELECTION OF SOYBEAN PROGENIES FOR THE RELATIVE MATURITY GROUP IN POPULATIONS DERIVED FROM COMMERCIAL CULTIVARS

ABSTRACT – The researches aimed at adapting soybean culture and plant breeding were fundamental for the expansion of culture in Brazil. The discovery of the long-juvenile gene and the E-series genes related to the flowering and maturation time allowed for the expansion of the culture, which was initially better adapted in the state of Rio Grande do Sul to regions of low latitudes, creating new boundaries agricultural activities. Until now, ten genes from the E series, E₁ to E₁₀, the Dt1 gene and the J gene that conditions the long juvenile period were described in the literature, but it still unknown how these genes influence the relative maturity group character of (RMG). For soybean and for other crops, breeding does not only occur for a single character, since the breeder works simultaneously with several characters and the genetic gain must be distributed among them. In view of the above, the objectives of the present work were to make the genetic study of the number of genes that are involved in the RMG character, to discover which gene action controls the character and to select the best progenies with the use of selection indexes. For the genetic study two biparental crosses were made between commercial soybean cultivars, for each crossing the F₁ and F₂ generations were obtained. The parents and their respective generations were sown to the field for RMG phenotyping. For the RMG character inheritance study, was used the joint scale test methodology by means of weighted least squares. This methodology allows the detection of less effect genes or modifiers the characteristic in case, being possible the estimation of environmental effect. A hundred twenty-nine F₃ progenies derived from the crosses of commercial varieties were sown and six agronomic traits were evaluated: height of first pod insertion (HPI), plant height at maturity (PHM), number of the days for maturity (NDM), lodging (LD), agronomic value (AV) and grain yield (GY). For the two populations studied, there was no significant effect of dominance acting on RMG character expression. In the first population it was observed that two genes act in an additive way in the expression of the trait and the estimated mean contribution of each allele was 0.11. In the second population it was observed that a gene acts in an additive way in the expression of the character being the estimated contribution of each allele in -0.515. The progeny effect was significant for the 5% probability F test only for PHM and NDM. The effect of progenies was significant for the F test at 5% probability only for PHM and NDM. In relation to the total genetic gains obtained with the indexes application were: 16.19 % for the sum of ranking, 28.68 % for index based on desired gains and 20.58 % for the index based on distance genotype ideotype. Between selected progenies highlight 16, 46, 81 and 87 because they present more suitable agromorphological traits for the region of study.

Keywords: Plant Breeding, *Glycine max*, Long juvenile period, Maturation cycle, Mulamba e Mock, Selection index

CAPÍTULO 1 – Considerações gerais

1. INTRODUÇÃO

A soja é uma leguminosa cultivada pelos chineses há cerca de cinco mil anos. Sua espécie mais antiga, a soja selvagem, crescia principalmente nas terras baixas e úmidas, junto aos juncos nas proximidades dos lagos e rios da China central (ROESSING; MENEGHELO, 2001).

Há cerca de três mil anos a soja se espalhou pela Ásia onde passou a ser utilizada como alimento, porém foi somente no século XX que passou a ser cultivada nos Estados Unidos e partir de então houve um rápido crescimento na produção, começando o desenvolvimento das primeiras cultivares comerciais (ROESSING; MENEGHELO, 2001).

No Brasil, a primeira referência encontrada na literatura sobre a soja data do dia 16 de setembro de 1882 no jornal do agricultor escrita pelo engenheiro agrônomo Gustavo D'utra (D'UTRA, 1882; BONATO; BONATO, 1987; ROESSING; MENEGHELO, 2001).

D'utra (1882) relatou os resultados dos primeiros testes feitos com algumas variedades no estado da Bahia, a partir de então foram feitas pesquisa em diferentes estados do Brasil. No estado de São Paulo os primeiros estudos foram feitos na Estação Agrônômica de Campinas (DAFFERT, 1892; BONATO; BONATO, 1987).

Desde então a soja ganhou destaque no cenário nacional, e começou a expansão gradativamente para os demais estados.

Atualmente, os Estados Unidos são o maior produtor mundial da oleaginosa, com uma área plantada na safra de 2017 de 36,21 milhões de ha, com uma produção de 119,478 milhões de toneladas de soja (NASS, 2017). O Brasil ocupa o segundo lugar no ranque, com área plantada na safra 2017/2018 de 35,089 milhões de ha, com uma produção de 114,962 milhões de toneladas de soja (CONAB, 2018).

A Figura 1 ilustra o avanço ocorrido na produtividade média em sacas de 60 quilos por ha nos Estados Unidos e no Brasil em 56 anos.

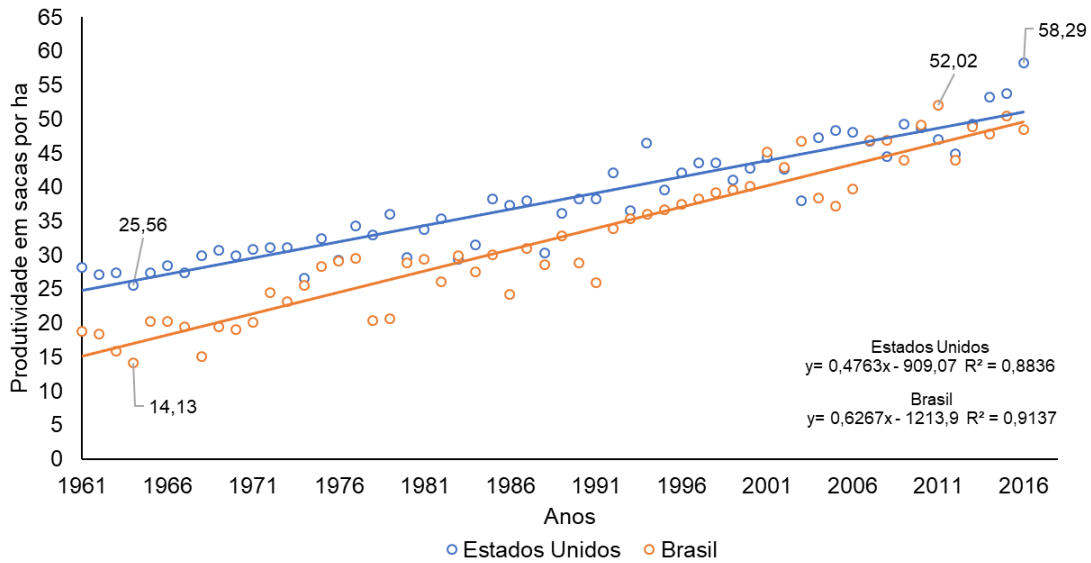


Figura 1. Série histórica da produtividade de soja no Brasil e nos Estados Unidos em sacas de 60 quilos por hectare. Fonte: FAO, 2018.

Tanto para o Brasil quanto para os Estados Unidos a produtividade média mais baixa da série histórica que analisou de 1961 à 2016 foi o ano de 1964 onde os Estados Unidos produziram 25,56 sacas por hectare e o Brasil 14,13. Em 2011 o Brasil apresentou o recorde de produtividade média, 52,02 sacas por hectare e para os Estados Unidos o recorde foi para o ano de 2016 com 58,29 sacas por hectare.

Analisando o coeficiente de regressão da equação de cada país e dividindo pela respectiva média obtemos o ganho genético e ambiental que ocorreu em cada país durante os 56 anos. Para os Estados Unidos esse valor foi de 1,25% sacas por ha por ano e para o Brasil foi de 1,94% sacas por ha por ano.

Esses valores refletem os avanços que ocorreram na cultura em cada país durante os 56 anos que foram analisados. Esses avanços foram na área de genética e melhoramento, que desenvolveram cultivares mais produtivas e adaptadas as regiões de cultivo, resistentes as principais pragas e doenças bem como as novas tecnologias que surgiram e melhoraram o manejo da cultura ao longo desses anos.

No cenário brasileiro o melhoramento vegetal foi fundamental para a expansão da cultura no país, a descoberta do gene de período juvenil longo por Ray et al. (1995), e genes da série E relacionados com a época de florescimento e maturação. Tais descobertas permitiram a expansão da cultura da soja que inicialmente se adaptou

melhor no estado do Rio Grande do Sul, para regiões de baixas latitudes criando novas fronteiras agrícolas.

Para o estado de São Paulo a soja já era cultivada pelos imigrantes japoneses, porém foi somente na safra 1944/1945 que as estatísticas oficiais começaram a apresentar a leguminosa como cultura comercial (MIYASAKA et al., 1981).

A expansão da cultura pelo estado ocorreu de maneira lenta e foi somente no ano agrícola de 1971/1972 que a leguminosa superou os 100 mil hectares (BONATO, 1987).

Atualmente o estado de São Paulo cultivou na safra 2017/18, 961 mil hectares com a leguminosa, que se apresenta principalmente como alternativa ao amendoim nas áreas de renovação dos canaviais (CONAB, 2018).

Mediante o exposto, os objetivos do presente trabalho consistiram em realizar o estudo genético do caráter grupo de maturidade relativa em soja, e selecionar as progênies de melhores desempenhos nas populações estudadas, por meio do uso de índice de seleção.

4. CONCLUSÕES

1. O índice baseado nos ganhos desejados foi o que apresentou maior ganho total na seleção de progênies F₃ de soja, sendo o ganho de 28,68 % distribuído para os seis caracteres avaliados.
2. Das 32 progênies selecionadas pelos índices estudados, destacam-se as progênies 16, 46, 81 e 87 por apresentarem caracteres agromorfológicos mais adequados para a região de estudo.

5. REFERÊNCIAS

ALLIPRANDINI, L. F. *et al.* Understanding soybean maturity groups in Brazil: environment, cultivar classification, and stability. **Crop science**, v. 49, n. 3, p. 801-808, 2009.

BÁRBARO, I.M. *et al.* Comparação de estratégias de seleção no melhoramento de populações F₅ de soja. **Revista Ceres**, v. 54, n. 313, p. 251-262, 2007.

BIZARI, E.H. *et al.* Selection indices for agronomic traits in segregating populations of soybean. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 1, p.110-117, 2017.

COSTA, M.M. *et al.* Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p.1095-1102, 2004.

CRUZ, C.D. GENES - A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n. 3, p. 271-276, 2013

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2012. 514 p.

ELSTON, R.C. A weight free index for the purpose of ranking of selection with respect to several traits at a time. **Biometrics**. v. 19, n. 1, p. 85-97, 1963.

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

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

LEITE, W.S. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos, correlações e índices de seleção para seis caracteres agrônômicos em linhagens F8 de soja. **Comunicata Scientiae** v. 7, n. 3, 2016.

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

SAS Institute Inc. 2012. SAS/STAT user's guide, Vers. 9.4 SAS Institute Inc., Cary, NC.

SEDIYAMA, T; TEIXEIRA, R.C.; REIS, M.S. Melhoramento da Soja. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de Espécies Cultivadas**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. cap. 14, p. 562-572.

SILVEIRA, G.D. **Estimativas de parâmetros genéticos visando seleção de genótipos segregantes de soja**. 2007. 56 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2007.

TEIXEIRA, F. G. *et al.* Genetic parameters and selection of soybean lines based on selection indexes. **Genetics and Molecular Research** v. 16, n. 3, 2017.

VASCONCELOS, E.S. *et al.* Estimativas de ganho genético por diferentes critérios de seleção em genótipos de alfafa. **Revista Ceres**, v. 57, n. 2, 2010.