

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

DESEMPENHO AGRONÔMICO, ADAPTABILIDADE E
ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS PRECOCES DE SOJA

Paulo Rogério Selestrino

Tecnólogo em Biocombustíveis

JABOTICABAL – SAO PAULO – BRASIL
Junho de 2018

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

DESEMPENHO AGRONÔMICO, ADAPTABILIDADE E
ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS PRECOCES DE SOJA

Paulo Rogério Selestrino

Orientadora: Profa. Dra. Sandra Helena Unêda-Trevisoli
Coorientador: Prof. Dr. Antonio Orlando Di Mauro

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

- S464d Selestrino, Paulo Rogério
Desempenho agrônômico, adaptabilidade e estabilidade de
genótipos precoce de soja / Paulo Rogério Selestrino. --
Jaboticabal, 2018
xii, 26 p. : il. ; 29 cm
- Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2017
Orientadora: Sandra Helena Unêda Trevisoli
Banca examinadora: Viviane Formice Vianna, Ivana Marino
Bárbaro Torneli
Bibliografia
1. *Glycine max*. 2. Interação genótipo x ambiente. 3.
Recomendação de cultivares. 4. Reforma de canavial. I. Título.
II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.
- CDU 631.52:633.34



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DESEMPENHO AGRONÔMICO, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE
GENÓTIPOS PRECOSES DE SOJA

AUTOR: PAULO ROGÉRIO SELESTRINO

ORIENTADORA: SANDRA HELENA UNÊDA TREVISOLI

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 / FCAV / UNESP - Jaboticabal

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

Profa. Dra. VIVIANE FORMICE VIANNA
Departamento de Biologia Aplicada à Agropecuária / Unesp - FCAV - Jaboticabal

Jaboticabal, 15 de junho de 2018

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

PAULO ROGÉRIO SELESTRINO - Nasceu em 07 de maio 1976, no município de Matão, São Paulo. Em dezembro de 1994 concluiu o curso Técnico em agropecuária, pela Escola Técnica Agrícola Estadual Profª Helcy Moreira Martins Aguiar, em Cafelândia, São Paulo. Em Fevereiro de 2014 concluiu a graduação em Tecnologia em Biocombustíveis, pela Faculdade de Tecnologia Nilo Stefani, Jaboticabal, São Paulo. Realizando estágio curricular no Departamento de Produção Vegetal, Laboratório de Biotecnologia Aplicada ao Melhoramento Genético de Plantas da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, São Paulo. Obteve o Título de Mestre em Agronomia (Genética e Melhoramento de Plantas) em 15 de junho de 2018, pela Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, São Paulo.

*“É preciso ter confiança na capacidade que cada pessoa de ensinar a si mesma.
Quando alguém encontrar seu caminho, não pode ter medo.
Precisa ter coragem suficiente para dar passos errados. As decepções, as derrotas,
o desânimo são ferramentas que Deus utiliza para mostrar a estrada”.*

(Paulo Coelho)

Aos meus queridos pais
Francisco Aparecido Selestrino
Maria José Abrahão Selestrino

DEDICO

A meus irmãos
Leila Cristina Selestrino
Mario Augusto Selestrino

Aos meus avós
Herminia da Conceição Selestrino (in memorian) e
Sebastião Domingos Selestrino (in memorian)

Leonilda Oliveira Abrahão e
Mario Abrahão (in memorian)

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Senhor,

À Universidade Estadual Paulista - UNESP/FCAV - Campus de Jaboticabal, pela oportunidade oferecida de desenvolver este trabalho.

À Capes, pelo apoio financeiro na concessão de bolsa de estudos.

A Profa. Dra. Sandra Helena Unêda-Trevisoli pela orientação pela amizade, atenção e ensinamentos proporcionados.

Ao Prof. Dr. Antônio Orlando Di Mauro pela coorientação e confiança.

A todos os professores da FCAV/UNESP pelo companheirismo e grande sabedoria.

Aos alunos e amigos do curso de pós-graduação em genética e melhoramento de plantas, José Arantes Ferreira Junior, Fabiana Motta da Silva, Eduardo H. Bizari, Viviane Formice Vianna, Bruno H. Val, Aretha, Elise Mattos, Cleber Azevedo, Alisson Jalles, Wallace Leite, Antônio Pizolato, Guilherme Bevilacqua, Paloma Helena Libório, Ligia Amaral e Luiz E. Thiliaqui Bertello, pelo apoio conselhos e acima de tudo, amizade verdadeira.

Aos amigos colaboradores do departamento de Produção vegetal, Geraldo Magela, Rubens Libório (Faro), Sebastião (in memorian), Gabi, Mônica, Osmar, Mauro A. Volpe. Aos amigos José Amarantes, Eder Carlos Silva, Fábio Almeida e toda minha família pelo apoio depositado em mim e proferindo conselhos para enfrentar os obstáculos nessa etapa tão importante da minha vida.

Fazenda de ensino e pesquisa (FEPE) e a seus colaboradores.

Ao CNPQ, pela bolsa concedida pelo período durante todo o curso de Mestrado.

Sumário

	Página
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO.....	x
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Histórico da evolução da soja no mundo	3
2.2 Importância Econômica	4
2.3 Melhoramento genético da soja	5
2.4 Interação genótipo x ambiente	6
2.5 Adaptabilidade e Estabilidade	9
2.6 Rotação soja / cana.....	10
3. MATERIAL E METODOS	11
3.1 Análises estatísticas dos dados	13
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
5. CONCLUSÕES	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

LISTAS DE TABELAS

Página

Tabela 1. Listagem das 31 linhagens do programa de melhoramento genético e 4 testemunhas.....	13
---	----

Tabela 2. Quadrado médios e respectivas significâncias obtidas na análise de variância conjunta para os caracteres números de dias para maturidade (NDM) e produtividade de grãos (PG) em ensaios conduzidos em 6 ambientes, com 35 genótipos precoces de soja.....	17
---	----

Tabela 3. Estimativas das médias de produtividade de grãos (PG), coeficiente de regressão (β_1), coeficientes de determinação (R^2) e desvios de regressão (σ^2_{di}) de 35 genótipos precoces de soja, avaliados em 6 ambientes.....	19
--	----

Tabela 4. Estimativas das médias de número de dias para maturidade (NDM), coeficiente de regressão (β_1) coeficientes de determinação (R^2) e desvios de regressão (σ^2_{di}) de 35 genótipos precoces de soja, avaliados em 6 ambientes	22
---	----

DESEMPENHO AGRONÔMICO, ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS PRECOCES DE SOJA

RESUMO

A soja constitui-se na principal oleaginosa cultivada no mundo. Neste contexto, o Brasil se destaca como o segundo maior produtor mundial do grão. Dentre os muitos desafios encontrados pelo melhoramento genético, um dos principais está relacionado com a variação ambiental, que muitas vezes dificulta a seleção e recomendação de genótipos superiores. Sendo assim, faz-se necessário que os ensaios experimentais sejam conduzidos em vários ambientes, por vários anos para que possa ser analisado o comportamento quanto a adaptabilidade e estabilidade, visando futuras recomendações. Neste contexto, o objetivo do presente estudo consistiu em avaliar a desempenho agronômico, a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja precoces. Os experimentos foram instalados em dois locais, a saber: localidade de Jaboticabal nos anos agrícolas 2012/2013, 2013/2014, 2015/2016 e 2016/2017 e localidade Piracicaba nos anos agrícolas 2014/2015 e 2015/2016. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com três repetições. Foram avaliados os caracteres agronômicos número de dias para a maturidade e produtividade de grãos. Para estimar a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos avaliados, foi utilizada a metodologia de Eberhart e Russell (1966). Desta maneira, foi possível detectar os genótipos mais responsivos e adaptados às regiões de cultivo. Para o caráter produtividade de grãos, merecem destaque os genótipos 4, 6, 11, 26, 27, 29 e 34, sendo linhagens pertencentes ao programa de melhoramento de soja da UNESP Jaboticabal, todos com médias superiores à média geral e portadores de boa estabilidade fenotípica para o caráter. Para o caráter número de dias de maturidade, destacaram-se os genótipos 4, 5, 7, 9, 13, 15, 18, 22 e 35, sendo também linhagens pertencentes ao programa de melhoramento de soja da UNESP Jaboticabal, todos com médias inferiores à média geral, portanto portadores de maior precocidade e com boa estabilidade fenotípica para o caráter. Dessa forma, por meio do presente estudo, foi possível identificar genótipos de soja superiores e que podem ser indicados para áreas de reforma de canaviais para o Estado de São Paulo.

Palavras-chaves: *Glycine max*, recomendação de cultivares, interação genótipo x ambiente, reforma de canavial

AGRONOMIC PERFORMANCE, ADAPTABILITY AND STABILITY OF PRECIOUS SOYBEAN GENOTYPES

ABSTRACT

Soy is the main oilseed crop in the world. In this context, Brazil stands out as the world's second largest producer of grain. Among the many challenges encountered by genetic improvement, one of the main challenges is related to environmental variation, which often hinders the selection and recommendation of higher genotypes. Thus, it is necessary that the experimental tests be conducted in several environments, for several years so that behavior can be analyzed for adaptability and stability, aiming at future recommendations. In this context, the objective of the present study was to evaluate the agronomic performance, adaptability and stability of early soybean genotypes. The experiments were installed in two locations, namely: Jaboticabal locality in the agricultural years 2012/2013, 2013/2014, 2015/2016 and 2016/2017 and locality Piracicaba in the agricultural years 2014/2015 and 2015/2016. The experimental design was a randomized block design with three replications. The agronomic characters were evaluated for the number of days for grain maturity and yield. To estimate the adaptability and stability of the evaluated genotypes, the methodology of Eberhart and Russell (1966) was used. In this way, it was possible to detect the genotypes more responsive and adapted to the growing regions. For grain yield, genotypes 4, 6, 11, 26, 27, 29 and 34 deserve special mention, being strains belonging to the soybean breeding program of UNESP Jaboticabal, all with averages above the general average and good stability phenotypic character. For the number of days of maturity, the genotypes 4, 5, 7, 9, 13, 15, 18, 22 and 35 were highlighted, being also lineages belonging to the soybean breeding program of UNESP Jaboticabal, all with lower averages to the general average, therefore bearers of greater precocity and with good phenotypic stability to the character. Thus, through the present study, it was possible to identify superior soybean genotypes that can be indicated for sugar cane reforestation areas for the State of São Paulo.

Key words: Glycine max, genotype x environment interaction, cultivar recommendation, sugar cane reform

1. INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* L. Merrill] é uma cultura que alcançou altos índices de produtividade, por meio de práticas agrícolas modernas aliado ao progresso fornecido pelo melhoramento genético. A contribuição mais importante atribuída ao melhoramento é a utilização de cultivares promissoras com elevada produtividade e bons atributos agronômicos, por não apresentar custos adicionais aos agricultores (MAIA et al., 2013).

A presença das interações de genótipos x ambientes (G x A) dificulta a recomendação e o cultivo de um mesmo genótipo em amplas regiões, devido à influência das variações ambientais no comportamento dos mesmos, assim os objetivos dos programas de melhoramento, frequentemente a avaliação e mensuração do impacto destes fatores nas recomendações de genótipos promissores para determinadas regiões de cultivo.

De acordo com Polizel et al., (2013) pode haver um comportamento contrastante de uma mesma cultivar dependendo do ano e local de cultivo onde foi realizada a semeadura. Esse contraste, em partes é atribuído a diferentes variações ambientais ou à presença da interação genótipo x ambiente (G x A).

Alguns métodos têm sido propostos para avaliar a adaptabilidade e estabilidade quando ocorre a interação G x A (SILVA; BENIN 2012; BENIN et al., 2012). Podem ser utilizadas várias estratégias, tais como, análise de variância, regressão linear simples, regressão não-linear, análise exploratória de dados, entre outras (BASTOS et al., 2007).

A metodologia proposta por (Eberhart; Russell, 1966), é baseada na análise de regressão linear para avaliar a adaptabilidade e estabilidade e enfatiza a produtividade de grãos, utilizando índices ambientais, média geral do cultivar no ambiente, coeficientes de regressão e coeficiente de determinação para extrair a variação genótipo x ambiente.

Foram realizados com a cultura da soja, utilizando esta metodologia, em função do seu alto nível de confiabilidade para a classificação de genótipos superiores e de fácil interpretação (NASCIMENTO et al., 2013; PELUZIO et al., 2008; VASCONCELOS et al., 2010).

Sabe-se que a prática de rotação de culturas é uma alternativa a ser valorizada pelo aspecto ambiental e pela redução dos insumos em áreas de reforma de canavial, podendo ser implementada no intervalo entre os plantios de cana-de-açúcar, além de otimizar o uso do solo nesse período. Neste contexto, o objetivo do presente estudo consistiu em avaliar o desempenho agrônômico, a adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja precoces destinados aos cultivos em áreas canavieiras.

De maneira geral, além da precocidade, são desejáveis características das cultivares na reforma de cana crua, alta rusticidade em termos de fertilidade do solo, tolerância aos principais nematoides e altura de inserção da primeira vagem (diminuir perdas na colheita), número de dias para maturidade (NDM): o número de dias entre a emergência e o estágio R8 considera (95% de vagens maduras), Altura da planta na maturidade (cm), (APM): superfície medida do solo até o último nó na haste principal em R8, Altura da primeira vagem (cm), (AIV): superfície medida do solo até a inserção da primeira vagem do caule principal.

Com uma área estimada de 960,7 mil hectares na safra (2017/18) no Estado de São Paulo (CONAB, 2018), a cultura de soja encontra na reforma de canaviais uma oportunidade para expansão da área de cultivo do grão, tendo em vista que anualmente são disponibilizados ao redor de 722.287 mil hectares (CANASAT, 2018).

A renovação de áreas de canavial onde a soja é introduzida, após 6 anos seguidos com cana e esgotamento do solo. Essa cultura proporciona melhoria da fertilidade do solo, redução das ervas daninhas, esses fatores produz aumento entre 20 e 30% na produtividade da cana (SILVIERO, 2018)

De acordo com (Bolonhezi; Gonçalves, 2015), a adoção da semeadura direta de soja sobre a palha de cana crua relataram produtividades de 3.360 kg.ha⁻¹ com uma boa distribuição de chuvas e 2.520 kg.ha⁻¹ em anos com ocorrência de veranicos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico da evolução da soja no Mundo

A soja foi descrita primeiramente pelo Imperador Sheng-Nung, no livro Pen Ts' ao Kong Um, aproximadamente no ano 2.838 A. C. na China (SEDIYAMA; TEIXEIRA; BARROS, 2009).

Segundo Paiva et al., (2006) foi no continente Asiático na antiga Manchúria, atual China, que teve origem umas das principais leguminosas e mais cultivadas no mundo a soja. Devido ao seu alto valor alimentício e nutritivo, propagou-se rapidamente para outras partes do Oriente, Coréia e Japão. Assim, a soja chegou ao Ocidente por volta dos séculos XV e XVI. O país pioneiro no cultivo da soja nas Américas foi os Estados Unidos, utilizando-a como planta produtora de grãos e forrageira. No Brasil, o percurso utilizado pela soja, inicia-se no Estado da Bahia e expandiu para outras regiões do país como São Paulo (Campinas) e em seguida Rio Grande do Sul, onde foi cultivada em ampla escala possuindo ainda grande importância econômica para o Estado.

Nos últimos 35 anos houve um aumento significativo na produção de soja no mundo. Para que isso fosse possível, novas pesquisas foram desenvolvidas como identificação e seleção de cultivares que se adaptasse a diversas regiões de cultivo e garantisse o sucesso do complexo da soja (ODA, SEDIYAMA; BARROS, 2009).

Para adaptação da soja em diferentes localidades, deve-se considerar a época de florescimento por causa do fotoperíodo e temperatura. Essas características são muito importantes para o desenvolvimento vegetativo da planta que possui uma relação direta na produção de grãos (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

Os genótipos introduzidos no Brasil á base genética de origem norte-americana e que eram adaptados a aquelas regiões de clima temperado e não para climas tropicais. Esses genótipos foram introduzidos em áreas semelhantes ao lugar de origem, portanto na região Sul do país (SILVA; SEDIYANA; BORÉM, 2015).

Somente após a década de 1970, que os programas de melhoramento genético lançaram genótipos portadores de genes com período juvenil longo, sendo indicado para cultivo em baixas latitudes (SILVA; SEDIYANA; BORÉM, 2015).

2.2 Importância econômica

Com uma produção de 118 milhões de toneladas de soja produzida no Brasil, cerca de 72 milhões tem destino o mercado externo (CONAB, 2018b), para países como a China e União Europeia. A união Europeia destaca-se por ser o maior importador de farelo de soja, destacando-se como países de destino a Holanda, França e Alemanha. Por sua vez, a China adquire volume pouco expressivo de farelo, mas apresenta-se como um dos maiores compradores de óleo de soja, seguido de Irã e Bangladesh (SCHLESINGER, 2008).

A soja possui grande relevância no agronegócio brasileiro, destaca-se como uma das principais oleaginosas cultivadas e surge a possibilidade de ser incorporada ao setor sucroalcooleiro em rotação de culturas, sem prejudicar a janela de plantio, além de aumentar a longevidade do canavial.

Neste contexto o estado de São Paulo o maior produtor de cana-de-açúcar e onde concentra uma das maiores áreas canavieiras do país. Dessa forma, a reforma de canavial torna-se indispensável após anos de cultivo intensivo. Porém, para atingir níveis elevados de produtividade, a implementação da rotação cana-soja é uma estratégia a ser valorizada do ponto de vista econômico, ambiental e na redução dos insumos utilizados pela cana-de-açúcar que é o principal cultivo (PAVÃO et al., 2015).

Na reforma de canavial essa oleaginosa, possui vantagens significativas, podendo ser realizada a comercialização dos grãos e no processo de produção do biodiesel (PEREIRA et al., 2015)

A adoção da rotação em área de reforma, prática que pode ampliar a viabilidade econômica e elevar a produtividade ao canavial, sem interferir na janela de plantio da cana-planta período março/abril. Observa-se com a implantação da soja um adicional na produtividade de 10% já nos dois primeiros anos do canavial e redução nos custos de produção (PEREIRA, et al., 2015).

A perspectiva que as áreas destinadas para reforma de canaviais em relação às últimas safras, seja ampliada cerca de 30% na safra 2017/2018, valor superior a 1

milhão de hectares e investimentos de aproximadamente R\$ 7,0 bilhões para manutenção da produtividade dos canaviais (FILHO VEIGA, 2017).

No entanto, para manter os canaviais economicamente ativos durante os cinco de colheita, seriam necessários em torno de R\$ 10,0 bilhões investidos para realizar a reforma em aproximadamente 1,5 milhão de hectares por ano, assim os canaviais teriam condições de manter sua produtividade elevada, sem que a variações ambientais interferisse na produtividade média (FILHO VEIGA, 2017).

2.3 Melhoramento genético da soja

O melhoramento genético permite o desenvolvimento de linhagens melhoradas, superiores às cultivares existentes, podendo ser iniciado o processo pelos cruzamentos artificiais de genótipos visando ampliar a base genética, síntese e seleção de populações segregantes, até o processo de seleção das linhagens superiores homozigotas, em gerações avançadas de endogamia, com consequentes testes locais e regionais por alguns anos para os testes finais de estabilidade e adaptabilidade, para seleção dos melhores genótipos, visando futuras recomendações comerciais (SOUZA, 1999).

Atribui-se aos programas de melhoramento a escolha de parentais com bons atributos agronômicos para recomendação de cultivares às diversas condições ambientais. De acordo com a manifestação da interação, nessas variações ambientais a indicação de parentais específicos para cada um dos ambientes se faz necessária (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014).

O desafio do melhoramento genético de plantas é selecionar genótipos superiores com relação ao aspecto de produtividade, além de serem estáveis e adaptadas as características agronômicas desejadas.

A finalidade do melhoramento de genético de da soja é desenvolvimento e recomendação de genótipos além de bons atributos ambientais, assim outros fatores como fitossanitário e a exploração da variabilidade genética são fundamentais para obter os caracteres desejados (ALMEIDA; KIIHL, 1998).

Assim as novas cultivares de soja atualmente tem genes tolerantes a stress hídrico, resistência as principais doenças dentre elas nematoides formadores de galha e cistos, nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachyurus*), e o reniforme (*Rotylenchulus reniformis*), ferrugem Asiática e que suportam a presença de percevejo, sem maiores danos à produtividade, desde que o ataque não seja severo. (DALL'AGNOL, 2016).

A característica mais buscada nos programas de melhoramento é a produtividade, sendo que, de maneira geral, sua expressão está relacionada ao seu controle genético, aos diferentes genótipos, ao ambiente e à interação entre esses fatores (YAN; KANG, 2003; MOHAMMAD; AMRI, 2009).

2.4 Interação genótipo x ambiente

A interação G x A é definida como o comportamento diferencial dos genótipos frente às variações ambientais. Sendo assim, a resposta dos genótipos às variações ambientais distintas é caracterizada pela sua performance fenotípica, e esse comportamento diferencial se denomina interação genótipo x ambiente (RESENDE, 2007).

Segundo Falconer (1987) a interação G x A determina o diferencial na performance entre os genótipos nas condições ambientais diferentes, necessitando de ranqueamento dos genótipos de acordo com locais testado (BUENO et al., 2006). Os genótipos apresentam comportamento variável de acordo com as variações ambientais presentes nos ambientes em que são cultivados, sendo a indicação algumas vezes prejudicada por causa dessa interação (FALCONER, 1987; CRUZ, CARNEIRO; REGAZZI, 2014).

Diminuir a interferência à interação G x A sobre o cultivares a serem selecionados e avaliados requer que os experimentos sejam conduzidos no maior número possível de locais e anos, para se mensurar o quanto da interação ocorre e sua possível interferência. É necessário que outras variáveis sejam atribuídas ao estudo a respeito da adaptabilidade e da estabilidade da cultivares, assim caracteres importantes economicamente podem ser acrescentados (SILVA; DUARTE, 2006).

As inúmeras variações ambientais e a interação G x E na qual a cultura da soja é cultivada, tem um papel importante para a formação dos caracteres fenotípicos desejados economicamente. Por isso, na condução dos programas de melhoramento genético na soja, buscam-se avaliar importantes caracteres agronômicos para recomendação de cultivares como a produtividade (OLIVEIRA; DUARTE; PINHEIRO, 2003).

A presença da interação G x A interfere de forma intensa nos programas de melhoramento, pois, em uma manifestação ambiental ideal, as cultivares se apresentam com ampla adaptabilidade a vários ambientes e com boa estabilidade, porém a presença da interação faz com que, na maioria das vezes, das cultivares sejam indicadas a ambientes específicos, por terem maior adaptabilidade nessas condições ambientais (CAMPBELL; JONES, 2005).

Estudas as variações ambientais diferem e influenciam no comportamento fenotípico e genotípico de cada genótipo. Essa avaliação é principalmente realizada pelos programas de melhoramento, onde o enfoque é a seleção de cultivares adaptadas as amplas condições ambientais e produtividades elevadas (BORÉM; MIRANDA; 2013).

Quando os valores apresentados são significativos para interação G x E, o melhorista deve utilizar métodos específicos para melhor interpretação dos resultados, adotando-se um ranking para os genótipos de acordo com as variações ambientais existentes (BORÉM; MIRANDA, 2013).

Os genótipos expressam comportamento diferenciado quando submetidos às condições ambientais distintas e revelam uma reposta específica a cada ambiente testado, resultado da presença da interação genótipo x ambiente (RAMALHO et al., 2012).

Segundo Cruz e Castoldi (1991) essa flutuação que as linhagens apresentam por causa das condições ambientais é encontrada em diversas espécies de plantas cultivadas economicamente. Essa interação limita a recomendação e indicação de genótipos em uma faixa ampla de ambientes.

O comportamento de genótipos é determinado pelo estudo da interação genótipo x ambiente através dos parâmetros de adaptabilidade (responsividade ao estímulo ambiental) e estabilidade produtiva (previsibilidade de comportamento). A

estabilidade específica de genótipos em ambientes diversos possibilita o aproveitamento desses efeitos de forma favorável, estando associado às altas produtividades específicas. Por este motivo, visando à extração dos recursos genéticos, a exploração dessa interação pode ser realizada por meio do zoneamento ecológico (MAIA et al., 2013).

Consideram-se necessárias avaliações contínuas dos ensaios em locais diferentes, com o intuito, de classificar os genótipos de acordo com seu comportamento agrônomo e sua resposta a adaptação às diferentes condições locais (PORTO et al., 2007).

Estimar genótipos com elevada adaptabilidade e estabilidade deve se considerar elevados índices de produtividade e estabilidade em relação às alterações ambientais para isso, vários métodos foram propostos.

A presença da interação $G \times A$ interfere de forma intensa nos programas de melhoramento (CAMPBELL; JONES, 2005). Entre as alternativas para se amenizar a influência dessa interação, tem sido recomendado o emprego de cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade (FELIPE; DUARTE; CAMARANO, 2010; CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014).

A ocorrência dessa interação $G \times A$ muitas vezes, pode limitar a obtenção de ganhos genéticos expressivos e dificulta a seleção e recomendação de cultivares (AHMADI et al., 2012; SILVA; BENIN, 2012).

É necessário realizar avaliações mais precisas, conduzindo ensaios em vários locais e anos, a fim de identificar os genótipos mais adaptados, estáveis e com características agrônomicas adequadas.

Assim os genótipos são testados, anualmente em múltiplos locais, com o intuito de identificar os genótipos com ampla adaptabilidade, baseado no desempenho agrônomo em vários ambientes, ou selecionar genótipos com adaptabilidade específica, com base no desempenho médio de um grupo de ambientes (AHMADI et al., 2012; YAN et al., 2011).

Estudos realizados sob tais interações podem ser utilizadas na regionalização de cultivares, com o objetivo de identificar e selecionar áreas onde as condições

ambientais são peculiares e que permitam a exploração dos efeitos específicos de adaptação para determinadas regiões, visando expressar ao máximo seu potencial produtivo (DIAS et al., 2014).

2.5 Adaptabilidade e estabilidade

Atualmente, diversas metodologias estatísticas, têm sido propostas e utilizadas para tais avaliações produtividade, numero de dias para maturação, valor agrônomo, Inserção da primeira vagem, altura da planta na maturação e acamamento, no entanto, outras propostas vêm sendo apresentadas a fim de se interpretar melhor a interação G x E (SILVA; DUARTE, 2006).

Estudos dessa magnitude são importantes e que contribui para o melhoramento de plantas, visto que acrescentam informações como cada genótipo pode se comportar mediante as variações ambientais (SILVA; DUARTE, 2006).

Assim, o anseio de qualquer programa de melhoramento é a indicação de genótipos destinados à condições ambientais amplas, disponibilizando a cadeia agrícola, os cultivares (FELIPE; DUARTE; CAMARANO, 2010).

Denomina-se a adaptabilidade aos genótipos que possuem a performance diferenciada e resposta, ou seja, a produtividade aos ambientes favoráveis, por outro lado para estabilidade classifica-se os genótipos que possuem a capacidade de resposta performance totalmente estável as variações ambientais (COSTA et al.,1999; HAMAWAKI et al., 2009).

Segundo Murakami et al., (2004), para fins de avaliação do valor agrônomo dos cultivares, a adaptação desses cultivares as condições ambientais divergentes é uma das principais exigências de cultivo da soja para os produtores.

As variações ambientais revelam a performance fenotípica diferenciada dos genótipos, indicando qual é o nível de interação a determinado ambiente, sendo que a avaliação desse comportamento tem sido importante para a estabilidade produtiva. Diante disso muitos estudos tem sido realizados para conhecimento da estabilidade produtiva e sua interação frente as condições ambientais distintas (MURAKAMI et al., 2004),

Com relação á adaptabilidade e a estabilidade há metodologias com propostas diferentes que foram desenvolvidas e adequadas para esse estudo e não raro utilizadas simultaneamente. As análises abordadas baseiam-se na ANOVA, MANOVA, regressão linear e não linear e análises não-paramétricas (BASTOS, 2007).

Para fins de recomendação de linhagens VCU deve ser realizar as análises de estabilidade e adaptabilidade para selecionar materiais que deverão ser testados em vários ambientes e anos para fins de indicação de cultivares (CRUZ, 2006). Segundo Vencovsky e Barriga (1992) para estudo da estabilidade é necessário que se proceda da seguinte forma, inicialmente, é realizada uma análise conjunta dos dados e que o valor F da interação das cultivares x localidades acuse significância.

Ranquear os genótipos destinados á indicação e recomendação de cultivares utilizando a média geral entre os ensaios revelaram quais os genótipos que se apresentam com boa estabilidade e de ampla adaptabilidade de acordo com ambiente favorável ou desfavorável (MURAKAMI et al., 2004).

Segundo Murakami et al., (2004), a maneira de descrever a adaptabilidade de genótipos e á performance fenotípica, as variações ambientais é muito importante na indicação e recomendação dos genótipos mais produtivos, tanto destinado a produção de sementes quanto de grãos. Um fator de representatividade para avaliar o potencial dos genótipos de acordo com as variações ambientais é a estabilidade produtiva, é possível uma melhor interpretação da interação e identificação entre os genótipos em relação a essas condições.

2.6 Rotação soja/cana

Entre as leguminosas de importância econômica, a soja atualmente configura-se como uma das alternativas mais promissoras para o cultivo destinado as áreas para rotação e reforma de canavial. A semeadura dessa cultura pode ser realizada no período de intervalo entre plantios de cana-de-açúcar e não interferindo no andamento da cultura (CHIRADIA et al., 2009).

Assim na reforma do canavial se faz presente quando a produtividade atingir valores entre 15 a 16% abaixo da média, para que o fator envelhecimento da cultura não reduza os índices de ATR (açúcar total recuperável). O incremento do ATR na planta é essencial na produção de açúcar e etanol, estima-se para safra 17/18 o ATR seja de 136.3 kg.ton e tendência de queda para 18/19 ATR 135.8 kg.ton (CONAB, 2018a). ART índice elaborado pelo setor sucroalcooleiro como regra para remuneração da cana-de-açúcar, estabelecendo o valor ART/ha (SANTOS; SANTOS; VIDAL, 2007).

A soja além de se beneficiar dos nutrientes presentes no solo, não absorvidos pela cana-de-açúcar, mantém uma cobertura no solo até janeiro/ março época do plantio da próxima safra, reduz adubação nitrogenada, que será aproveitado pela cana e ainda rende 3.300 Kg.ha⁻¹ em média (CONAB, 2018b).

Nesse contexto, o cultivo da soja torna-se importante quando se pretende viabilizar o sistema, sendo recomendado cultivares de ciclo precoce (120-130 dias) destinado ao Estado de São Paulo, atendendo a colheita em período adequado para o plantio da cana. A cana-de-açúcar uma das principais gramíneas de importância internacional sendo cultivada em muitos países pelo mundo. Nesse cenário o Brasil se tornou o maior produtor e principal exportador de açúcar e álcool (SILVA et al., 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em área experimental pertencente a Fazenda de Ensino e Pesquisa - FEPE da Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, localizada ao norte do Estado de São Paulo (Latitude: 21° 15' 22" S; Longitude: 48° 18' 58" O), nos anos agrícolas 2012/2013, 2013/2014, 2015/2016 e 2016/2017. Em Piracicaba, os experimentos foram conduzidos em área experimental do Departamento de Genética no Campus da ESALQ/USP (Lat.: 22° 42' 25" S; Long.: 47° 37' 27" O), nos anos agrícolas 2014/2015 e 2015/2016.

As linhagens utilizadas neste trabalho foram desenvolvidas pelo programa de melhoramento genético de soja da FCAV/UNESP Jaboticabal, tendo sido obtidas por meio de hibridações artificiais entre cultivares portadoras de bons atributos agronômicos e precocidade.

As cultivares precoces tem sido recomendadas por ser uma alternativa para redução das aplicações de fungicidas, porque a precocidade das plantas possui ciclo inferior as principais doenças (DALL'AGNOL, 2016).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com três repetições, totalizando 35 tratamentos, sendo 31 linhagens e 4 cultivares comerciais (IAC-Foscarin 31, COODETEC 216, IAC – 23 e COODETEC 205), os quais encontram-se descritos na Tabela 1. Cada parcela experimental foi constituída por quatro linhas de 5.0 m de comprimento e espaçadas de 0.50 m entre si, sendo consideradas como área útil as duas linhas centrais, desprezando-se 0.5 m de cada extremidade, totalizando 4.0 m².

Foram avaliados os seguintes caracteres agronômicos:

- Número de dias para maturidade (NDM): número de dias compreendidos entre a data da emergência até o estágio R8; Produtividade de grãos (PG): obtido por meio do peso dos grãos produzidos pelas plantas da área útil da parcela, corrigido para 13% de umidade e convertido em kg ha⁻¹.

Todos os tratos culturais (manejo do solo, correção e manutenção do solo, manejo de pragas e doenças, controle de plantas daninhas, fixação biológica de nitrogênio e uso de herbicidas) da cultura foram realizados de acordo com as recomendações técnica Embrapa para soja (EMBRAPA, 2014).

Tabela 1. Listagem das 31 linhagens do programa de melhoramento e 4 testemunhas para fins de avaliação de desempenho agrônomo, adaptabilidade e estabilidade.

NT	Código	NT	Código
1	JAB.00-04-1/5A4D	43	JAB.00.05-8/2D3C
2	JAB.00-03-11/1H1C	53	JAB.00.06-2/2C1D
3	JAB.00-03-3/1C2D	54	JAB.00.06-2/2C4A
4	JAB.00-03-3/1C1D	57	JAB.00.02-3/11L3D
6	JAB.00-03-8/104D	59	JAB.00.02-5/3A1D
13	JAB.00-03-3/1H1D	60	JAB.00.02-.5/3D1D
14	JAB.00-03-3/1H2D	61	JAB.00.02-26/3D1A
16	JAB.00-03-10/8H1D	64	JAB.00.02-30/1G3D
18	JAB.00-03-11/7D2D	66	JAB.00.02-30/1G4A
23	JAB.00-01-21/2A4D	67	JAB.00.02-22/2E1D
24	JAB.00-01-21/2C4D	69	JAB.00.02-3/6A4D
26	JAB.00-01-21/4M1D	70	JAB.00.02-1/8C1A
27	JAB.00-05-6/7G3D	71	JAB.00.02-16/3J4C
30	JAB.00-05-8/2M4D	72	COODETEC 216
34	JAB.00-05-6/1TT3D	73	COODETEC 205
36	JAB.00-05-5/4A2D	74	IAC- 23
37	JAB.00-05-13/13/4D1D	75	IAC-FOSCARIN 31
38	JAB.00.05-8/3D3A		

NT: numero do tratamento. Código: genealogia

3.1 Análises Estatísticas dos dados

Para estimar a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos avaliados, foram considerados em 6 ambientes avaliados. Inicialmente, foi realizada uma análise de variância individual para cada ambiente e em seguida a análise conjunta dos ambientes. Verificou-se a razão dos quadrados médios do resíduo, visando o teste de homogeneidade de variâncias entre os ambientes.

Após ser detectada a significância da interação genótipos x ambientes, foram realizadas a análise de adaptabilidade e estabilidade.

As análises estatísticas para análise de variância e conjunta foram realizadas baseadas nos seguintes equações matemáticas:

Análise de variâncias individuais:

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

Y_{ij} = valor observado do i -ésimo tratamento; na j -ésima repetição.

μ = média geral;

t_i = efeito aleatório do tratamento (linhagens) i; i = 1, 2..., t;

r_j = efeito aleatório da repetição j; j= 1, 2..., R;

e_{ij} = erro experimental, associado à parcela ij

Fonte de variação	G.L.	Q.M.	F
Repetições	R-1	Q_3	
Tratamentos	T-1	Q_2	Q_2/Q_1
Erro	(R-1) (T-1)	Q_1	
Total	RT-1		

Análise variância conjunta

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + a_k + ta_{ik} + r_{j(k)} + \bar{e}_{ij(k)}$$

Y_{ijk} = observação referente ao tratamento i; na repetição j, do ano k;

μ = média geral;

t_i = efeito aleatório do tratamento i, 1, 2, ..., T;

a_k = efeito aleatório do ano k; k, 1, 2, ..., A;

ta_{ik} = efeito aleatório da interação entre tratamento i e o ano k;

$r_{j(k)}$ = efeito aleatório da repetição j dentro do ano k, j, 1, 2, ..., R;

$\bar{e}_{ij(k)}$ = erro experimental médio, associado à parcela ijk.

Fonte de variação	G.L	Q.M.	F
Repetições/Anos	A (R-1)	Q ₅	
Anos	A-1	Q ₄	(Q ₁ +Q ₄) / (Q ₂ +Q ₅)
Tratamentos	T-1	Q ₃	Q ₃ / Q ₂
Tratamentos x Anos	(T-1) (A-1)	Q ₂	Q ₂ / Q ₁
Erro médio/Anos	A (R-1) (T-1)	Q ₁	
Total	ART-1		

A metodologia para estimar a adaptabilidade e estabilidade utilizada foi a de Eberhart e Russel (1966), que se fundamenta na análise de regressão simples em conjunto com a variância dos desvios de regressão (σ^2_{di}) para estimar a estabilidade sendo expressa por cada genótipo; além do coeficiente de regressão (β_1), utilizado como coeficiente para estimar a adaptabilidade de cada genótipo frente a variação ambiental.

Quando a produtividade média dos genótipos apresentarem superioridade com desvios de regressão σ^2_{di} diferentes de zero, pode se recorrer ao coeficiente de determinação R^2 para auxílio, como estimador de estabilidade.

A adaptabilidade é classificada de acordo com a metodologia proposta por (Eberhart; Russell, 1966) pelo coeficiente de regressão (β_1), de forma que considera: $\beta_1=1$, os genótipos são de adaptabilidade geral ou ampla; os genótipos apresentam adaptabilidade específica a ambientes favoráveis quando $\beta_1 > 1$ e os genótipos são de adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis quando $\beta_1 < 1$. Por sua vez, a estabilidade ou previsibilidade é classificada relacionando a magnitude e a significância dos desvios da regressão (σ^2_{di}), estimado como: estáveis ou de previsibilidade alta quando $\sigma^2_{di} = 0$, e pouco estáveis quando $\sigma^2_{di} \neq 0$.

Modelo de regressão:

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

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

β_{0i} = média geral do genótipo i;

$\beta_{1i}I_j$ = coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do i-esimo genótipo à variação do ambiente;

$\bar{\epsilon}_{ij}$ = é o erro experimental médio

I_j = índice ambiental;

Segundo Domingues et al., (2013); Nascimento et al., (2013) a utilização da metodologia de Eberhart e Russell (1966) se deve a sua fácil aplicação e interpretação, por isso se tornou um método amplamente explorado nos programas de melhoramento genético de plantas.

A cultivar classificada como ideal, de acordo com a metodologia, é aquela com produtividade superior à média dos ensaios, coeficiente de determinação (R^2) próximo de 1 e desvio de regressão (σ^2_{di}) próximos de zero, além de coeficiente de regressão próximo da unidade ($\beta_1=1$). As análises foram realizadas por meio do software Genes (CRUZ, 2006).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas análises de variância individuais foram verificados os coeficientes de variação experimental variando de 1.29% a 3.44% para o número de dias para maturidade (NDM) e de 16.77% a 23.69% para a produtividade de grãos (PG), indicando boa precisão experimental.

O coeficiente de variação fornece uma estimativa do erro experimental e proporciona aos pesquisadores avaliação, interpretação dos dados estatísticos e precisão experimental para que a recomendação e exploração dos resultados estejam corretos. Assim, podemos classifica-los baixos, quando inferiores a 10%, médios, quando de 10 a 20%, altos, quando de 20 a 30%, muito altos, quando superiores a 30% (PIMENTEL-GOMES, 1990).

Tabela 2. Quadrados médios (QM) e respectivas significâncias obtidos na análise de variância conjunta para os caracteres número de dias para maturidade (NDM) e produtividade de grãos (PG) em ensaios conduzidos em 6 ambientes, com 35 genótipos precoces de soja.

FV	GL	NDM (dias)	PG (Kg. ha ⁻¹)
		QM	QM
BLOCOS/AMB	12	9.496	742630.257
BLOCOS	2	3.185	911383.604
BL x AMB	10	10.759	708879.587
GENÓTIPOS	34	88.543**	1108006.790**
AMBIENTES	5	6230.696**	53043209.202**
GEN x AMB	110	74.941**	625742.723**
RESÍDUO	242	12.080	196560.788
MÉDIA		111.585	2073.871
CV(%)		3.11	21.37

**Significativo a 1% pelo teste F.

Na análise de variância conjunta, avaliou-se a razão entre o maior e menor quadrado médio e obteve-se o valor 4.96 para produtividade de grãos, sendo este valor inferior ao valor 7.0 (razão entre resíduo menor/maior), conforme proposto por Pimentel-Gomes (2009) demonstrando homogeneidade das variâncias residuais.

A finalidade da análise de variância conjunta foi detectar a significância da interação genótipo x ambiente para número de dias para maturidade (NDM) e produtividade de grãos (PG). Constatou-se diferença significativa ($p < 0.01$) na interação genótipos x ambientes pelo teste F, indicando a influência das condições ambientais sobre o comportamento dos genótipos, nos diferentes locais de cultivo.

Da mesma forma, Peluzio et al., (2010) verificaram a interação entre genótipos e ambientes ao avaliarem genótipos de soja no Estado do Tocantins na entressafra 2007 e observaram um efeito significativo entre as cultivares entre os ambientes estudados. Duarte, et al., (1994) relataram nos ensaios de competição final de linhagens e cultivares de soja dos grupos de maturação precoce, médio e tardio, conduzidos no Estado de Goiás e Distrito Federal anos agrícolas 86/87, 87/88 e 88/89 interação significativa entre as linhagens utilizadas.

Conforme Cavalcante et al., (2014) que avaliaram a produtividade de grãos, adaptabilidade e a estabilidade de 25 genótipos de soja de ciclo tardio e quatro cultivares comerciais, cultivados em três anos consecutivos em Porto Alegre do Norte-MT e relataram que a performance foi contrastantes dos genótipos diante da condições ambientais.

Após ser verificada a interação significativa da interação genótipos x ambientes para os dois caracteres avaliados e efetuadas as análise de adaptabilidade e estabilidade pela metodologia de (Eberhart; Russell, 1966) onde os resultados obtidos encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Estimativas das médias de produtividade de grãos (Kg.ha^{-1}), coeficiente de regressão (β_1), coeficientes de determinação (R^2) e desvios de regressão (σ^2_{di}) de 35 genótipos precoces de soja, conduzidos em 6 ambientes.

NT	Genótipos	Produtividade (kg.ha^{-1})			
		Média	β_1	σ^2_{di}	$R^2(\%)$
38	JAB.00.05-8/3D3A	1691.8889	0.988**	221512.096**	73.59
72	COODETEC– 216 (T)	2354.2778	1.431**	135589.515**	90.51
60	JAB.00.02-5/3D1D	1931.6667	1.045**	59394.273**	92.07
2	JAB.00-03-11/1H1C	2482.3333	1.495**	186330.295**	88.33
61	JAB.002-26/3D1A	1673.1667	1.466**	10390.727**	96.77
57	JAB.002-3/11L3D	2408.6667	1.132**	10390.727**	98.73
3	JAB.00-03-3/1C2D	2036.7778	0.541**	7738.837**	95.98
67	JAB.00-03-3/1C2D	2073.3333	1.104**	78294.678**	95.98
30	JAB.00-05-8/2M4D	1874.4444	-0.01**	664403.458**	90.77
37	JAB.00-05-13/13/4D1D	2313.8889	1.181**	122029.579**	0.00
4	JAB.00-03-3/1C1D	2359.6111	1.262**	246854.179**	80.31
73	COODETEC -205 (T)	2466.0000	0.696**	181924.383**	62.74
53	JAB.00.06-2/2C1D	2086.8889	0.977**	187185.647**	76.33
75	IAC-FOSCARIN 31(T)	2078.8333	0.908**	62408.026**	89.30
24	JAB.00-01-21/2C4D	1710.4444	1.470**	185188.706**	88.06
13	JAB.00.06-2/2C1D	2031.4444	1.588**	97484.5247**	94.23
27	JAB.00-05-6/7G3D	2052.0000	1.207**	22667.5972**	97.59
36	JAB.00-05-5/4A2D	2222.5556	1.204**	169976.667**	84.35
43	JAB.00-05-5/4A2D	2044.2778	1.251**	30057.888**	97.05
71	JAB.00-05-5/4A2D	2239.2778	0.845**	272431.461**	62.36
64	JAB.00-05-5/4A2D	2224.6667	0.789**	313996.020**	55.61
6	JAB.00-03-8/104D	2045.8889	0.841**	10479.335**	97.71
26	JAB.00-01-21/4M1D	1828.1667	1.010**	31155.350**	95.38
66	JAB.00.02-30/1G4A	1947.6111	0.858**	140160.188**	76.86
18	JAB.00-03-11/7D2D	2257.5556	1.405**	47198.637**	96.35
23	JAB.00-01-21/4M1D	2310.7778	0.602**	55222.945**	80.58
70	JAB.00.02-1/8C1A	2209.4444	0.526**	21925.559**	88.86
74	IAC-23	1886.6667	0.120**	560249.740**	1.60
69	JAB.00.02-3/6A4D	2247.6111	0.891**	32126.624**	93.98
59	JAB.00.02-3/6A4D	1538.1667	1.427**	187452.905**	87.28
16	JAB.00-03-10/8H1D	1933.7778	1.015**	62279.841**	91.27
54	JAB.00.06-2/2C4A	2102.5556	1.511**	207352.644**	87.43
14	JAB.00-03-3/1H2D	2151.3333	0.971**	173242.011**	77.48
34	JAB.00-05-6/1TT3D	2224.8333	0.971**	15581.342**	98.45
1	JAB.00-04-1/5A4D	1544.6667	-0.016**	345609.791**	0.04
Média geral (Kg.ha^{-1})		2073.87			

** : significativo a 1%; * : significativo a 5%; ns: não significativo; NT: número do tratamento. T: cultivar

Pelo método proposto por Eberhart e Russell (1966), foram obtidas as estimativas das médias dos genótipos, os parâmetros de coeficientes de regressão, e os desvios de regressão.

Conforme pode ser observado na Tabela 3, todos os genótipos avaliados revelaram desvio de regressão significativo, (1%) o que consiste em um indicativo de baixa estabilidade fenotípica ($\sigma^2_{di} \neq 0$). No entanto, muitos genótipos apresentaram coeficientes de regressão (β_1) próximos da unidade 1 indicando a presença de genótipos com alta adaptabilidade, portanto responsivos às alterações ambientais.

Além disso, tais coeficientes foram significativos a 1% em todos os genótipos estudados, caracterizando que houve desempenho diferente proporcional à melhoria do ambiente, indicando uma provável presença de interação complexa.

Observa-se que alguns genótipos alcançaram produtividade acima da média geral de 2.073 Kg.ha⁻¹ oscilando de 2.078 (75) a 2.482 (2) Kg.ha⁻¹. Neste grupo, os genótipos que obtiveram coeficiente de regressão superior à unidade ($\beta_1 > 1$), foram os genótipos 75, 57, 37, 4, 36, 18 e 54 e a cultivar 72 (COODETEC 216) sendo. Portanto, genótipos recomendados a ambientes favoráveis, pois apresentaram adaptabilidade específica além de médias elevadas de produtividade de grãos. Por outro lado, os genótipos que apresentaram coeficiente de regressão ($\beta_1 < 1$) foram os genótipos 53, 75, 71, 64, 23, 70, 69 e a cultivar 73 (COODETEC 205), portanto sendo indicados para ambientes desfavoráveis, também apresentaram adaptabilidade específica. Resultados semelhantes foram obtidos por (Carvalho et al.; 2013 ; Peluzio et al.; 2008), estudando um grupo de genótipos de soja.

Segundo Cruz e Regazzi (1997), algumas vezes podem ocorrer que muitos genótipos com produtividade acima da média são superiores por apresentem σ^2_{di} estatisticamente diferentes de zero. Sendo assim, pode ser necessária a seleção de alguns genótipos do grupo em que a estabilidade não é elevada. Nesses casos, uma medida auxiliar de comparação entre genótipos é o coeficiente de determinação.

Sendo assim, quando se observa a presença de genótipos com desvios significativos e produtividade acima da média geral, utiliza-se o coeficiente de determinação (R^2) para a seleção de cultivares superiores, Cavalcante et al., (2014) utilizou o coeficiente de determinação (R^2) acima de 80% após avaliação de 25

linhagens e 4 cultivares de soja em três anos em Porto Alegre do Norte – MT, como critério para seleção e recomendação de genótipos superiores de soja.

De acordo com os resultados obtidos (Tabela 3), os genótipos que apresentaram produtividade acima da média geral e coeficiente de determinação (R^2) superior a 80% (CRUZ; REGAZZI, 1997) são os seguintes: genótipos 72 - 2354.277 kg.ha⁻¹ (R^2 %92.07), 2 - 2482.33 kg.ha⁻¹ (R^2 %88.33), 57 - 2408.66 kg.ha⁻¹ (R^2 %98.73), 4 - 2359.61 kg.ha⁻¹ (R^2 %80.31), 75 - 2078.83 kg.ha⁻¹ (R^2 %89.30), 23 - 2310.77 kg.ha⁻¹ (R^2 %80.58), 70 - 2209.44 kg.ha⁻¹ (R^2 %88.86), 69 - 2247.61 kg.ha⁻¹ (R^2 %93.98), 34 - 1544.66 kg.ha⁻¹ (R^2 %98.45) podendo ser recomendados como genótipos superiores.

Resultados similares foram apresentados por Vicente et al.; (2004) para adaptabilidade e estabilidade, na avaliação de genótipos de soja em experimentos que foram conduzidos nos Estados do Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, sendo testados 9 linhagens e 2 cultivares de ciclo precoce, conduzidos em 22 ambientes.

Pelos resultados apresentados observa-se que os genótipos 57, 37, 53, 14, 34 e 75 (cultivar IAC- FOSCARIN 31), apresentaram produtividade superior à média geral, coeficiente de regressão próximo à unidade ($\beta_1=1$), portanto classificadas por essa metodologia para amplas condições ambientais ou adaptabilidade geral. Para medir a estabilidade desses mesmos genótipos utilizou - se ainda como parâmetros para alta estabilidade o coeficiente R^2 maior que 80%. Assim os genótipos que apresentaram alta estabilidade foram os genótipos 57 (R^2 %98.73), 75 (R^2 %89.30), 34 (R^2 %98.45) considerados genótipos ideais.

Os genótipos 2, 57, 4, 36, 18, 54 e 72 (cultivar COODETEC-216) apresentaram o coeficiente de regressão superior à unidade ($\beta_1 > 1$) e produtividade acima da média geral, sendo indicados para adaptabilidade específica a ambientes favoráveis. Por sua vez, apresentaram-se valores estáveis os genótipos 2 (R^2 %88.33), 57 (R^2 %98.73), 4 (R^2 %80.31), 36 (R^2 %84.35), 18 (R^2 %96.35), 54 (R^2 %87.43) e 72 (R^2 %90.51).

Por sua vez, os genótipos 37 (R^2 %0.00), 14 (R^2 %77.48) e 53 (R^2 %76.33) com β_1 próximos da unidade; são classificados como genótipos de ampla adaptabilidade e produtividade acima da média.

Na Tabela 4. Encontram-se os resultados obtidos na análise de adaptabilidade e estabilidade para o caráter número de dias para maturidade (NDM).

Tabela 4. Estimativas das médias do número de dias para maturidade (NDM), coeficiente de regressão (β_1), coeficientes de determinação (R^2) e desvios de regressão (σ^2_{di}) de 35 genótipos precoces de soja, conduzidos em 6 ambientes.

Número de dias para a maturidade					
NT	Genótipos	Média	β_1	σ^2_{di}	$R^2(\%)$
	38JAB.005-8/3D3A	107	0.483	22.553**	40.44
	7) COODETEC– 216 (T)	113	1.394	5.977*	94.12
	60 JAB.002-5/3D1D	112	1.233	47.906*	68.89
	2 JAB.00-03-11/1H1C	110	0.855	3.140ns	89.81
	61 JAB.002-26/3D1A	109	1.007	5.579*	89.63
	57 JAB.002-3/11L3D	111	1.025	-1.860ns	98.54
	3 JAB.00-03-3/1C2D	110	1.018	12.365**	83.34
	67 JAB.00-03-3/1C2D	112	0.913	1.163ns	93.67
	30 JAB.00-05-8/2M4D	110	0.949	-1.379ns	97.61
	37JAB.00-05-13/13/4D1D	112	1.002	-0.994ns	97.61
	4JAB.00-03-3/1C1D	115	1.255	11.092**	92.23
	73 COODETEC -205(T)	110	1.407	110.833**	92.23
	53 JAB.006-2/2C1D	110	0.978	4.152ns	90.70
	75 IAC-FOSCARIN 31	108	0.997	37.316**	64.65
	24 JAB.00-01-21/2C4D	108	0.682	-0.124ns	92.29
	13 JAB.006-2/2C1D	109	0.636	7.139**	74.71
	27 JAB.00-05-6/7G3D	111	0.958	1.634ns	93.61
	36 JAB.00-05-5/4A2D	110	1.046	12.811**	83.69
	43 JAB.00-05-5/4A2D	114	1.436	12.793**	90.63
	71JAB.00-05-5/4A2D	114	1.008	0.694ns	95.31
	64JAB.00-05-5/4A2D	111	0.783	135.314**	24.76
	6 JAB.00-03-8/104D	110	0.893	-1.111ns	96.88
	26 JAB.00-01-21/4M1D	112	1.114	-1.389ns	98.26
	66 JAB.002-30/1G4A	114	0.876	7.396**	84.54
	18 JAB.00-03-11/7D2D	109	0.735	22.459**	61.18
	23 JAB.00-01-21/4M1D	113	1.388	8.903**	92.30
	70 JAB.002-1/8C1A	111	1.008	-2.303ns	99.06
	74 IAC-23 (T)	107	0.791	17.458**	69.41
	69 JAB.002-3/6A4D	111	0.971	9.470**	84.85
	59 JAB.002-3/6A4D	112	0.954	23.204**	72.04
	16 JAB.00-03-10/8H1D	116	1.107	14.158**	84.11
	54 JAB.006-2/2C4A	112	1.248	10.870**	89.27
	14 JAB.00-03-3/1H2D	113	0.863	12.847**	77.70
	34 JAB.00-05-6/1TT3D	112	1.012	-2.289ns	99.05
	1 JAB.00-04-1/5A4D	108	0.974	15.505**	99.05
Média (dias)		111			

** significativo a 1%; * significativo a 5%; ns: não significativo. T: cultivar

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 4, para o caráter NDM. Pode-se observar que os genótipos que obtiveram valores dos desvios de regressão (σ^2_{di}) não significativos (ns) foram os genótipos: 2 σ^2_{di} 3.1401ns ($R^2\%89.81$), 57 σ^2_{di} = -1.8608ns ($R^2\%98.54\%$), 67 σ^2_{di} = 1.1635ns ($R^2\%93.67$), 30 σ^2_{di} = -1.3793ns. ($R^2\%97.61$), 37 σ^2_{di} = -0.9949ns ($R^2\%97.61\%$), 53 σ^2_{di} = 4.1523ns ($R^2\%90.70$), 24 σ^2_{di} = -0.124ns ($R^2\%92.29$), 27 σ^2_{di} = 1.6349ns ($R^2\%93.6159$), 71 σ^2_{di} = 0.6943ns ($R^2\%95.31$), 6 σ^2_{di} = -1.111ns ($R^2\%96.88\%$), 26 σ^2_{di} = -1.3891ns ($R^2\%98.26\%$), 70 σ^2_{di} = -2.303ns ($R^2\%99.06$), 34 σ^2_{di} = -2.2894ns ($R^2\%99.05$). Estes genótipos apresentaram o coeficiente de determinação acima de 80% caracterizando boa estabilidade fenotípica para o caráter avaliado (NDM). Tais resultados foram superiores as cultivares estudadas, tendo em vista que, para as testemunhas, os valores dos desvios foram significativos para o caráter número de dias para maturidade. Os genótipos que apresentaram valores abaixo da média (111 dias) para NDM foram 38, 2, 61, 3, 30, 73, 53, 75, 24, 13, 36, 6, 18, 74 e 1, indicando maior precocidade para os mesmos.

Além disso, de acordo com a Tabela 4, alguns genótipos apresentaram valores abaixo da média geral de 111 dias e ainda de coeficiente de regressão inferior à unidade ($\beta_1 < 1$) sendo, portanto destinados a ambientes desfavoráveis, com e adaptabilidade específica para o caráter, sendo estes: 38, 2, 30, 53, 75, 24, 13, 27, 6, 18, 74 e 1 destinados a ambientes desfavoráveis e adaptabilidade específica para o caráter. Os genótipos que apresentaram coeficiente de regressão maior que a unidade ($\beta_1 > 1$) foram os genótipos 3, 73 e 36, sendo portanto indicados para ambientes favoráveis. Vale lembrar que, para esse caráter, valores abaixo da média, ou seja, mais precoces, são os desejados.

Diversos trabalhos foram realizados para avaliar genótipos de soja quanto a sua adaptabilidade e estabilidade em vários ambientes utilizando a metodologia de Eberhart e Russell (1966) dentre os quais, pode-se mencionar Mendonça et al., (2007) que descrevem esta metodologia em seus estudos nos estados do Paraná e Santa Catarina, onde verificaram comportamento similares para adaptabilidade e estabilidade em 15 ambientes e 25 genótipos para o caráter produtividade de grãos.

Por sua vez, Marques et al., (2011) utilizou sete cultivares de soja em três épocas de semeadura em Uberlândia-MG. Freitas Monteiro et al., (2015) utilizou a mesma metodologia para avaliação de 11 cultivares de soja em cinco ambientes, no estado do Tocantins para o caráter produtividade de óleo.

Segundo Domingues et al., (2013) e Nascimento et al.,(2013), a utilização da metodologia de Eberhart e Russell (1966) possui diversas vantagens, entre elas a sua simplicidade na aplicação e interpretação dos resultados, além da acurácia dos mesmos. Devido a este fato, se tornou um método amplamente explorado e utilizado para tais fins de análises de dados dentro dos programas de melhoramento genético de plantas.

5. CONCLUSÕES

1. As análises realizadas permitiram a identificação de genótipos superiores com relação à performance fenotípica para os caracteres avaliados, podendo ser indicados como genótipos de soja superiores para área de reforma de canaviais.
2. Para o caráter produtividade de grãos, merecem destaque os genótipos 2, 57, 4, 23, 70, 69 e 34, sendo linhagens pertencentes ao programa de melhoramento de soja da UNESP Jaboticabal, todos com médias superiores à média geral e portadores de boa estabilidade fenotípica para o caráter.
3. Para o caráter número de dias de maturidade, destacaram-se os genótipos 2, 61, 3, 30, 53, 24, 36, 6 e 1, sendo também linhagens pertencentes ao programa de melhoramento de soja da UNESP Jaboticabal, todos com médias inferiores à média geral, portanto portadores de maior precocidade e com boa estabilidade fenotípica para o caráter.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMADI, J.; MOHAMMADI, A.; MIRAK, N. Targeting promising bread wheat (*Triticum aestivum* L.) lines for cold climate growing environments using AMMI and SREG GGE Biplot analyses. **Journal of Agricultural Science and Technology**. [S.l.]. v. 14, n. 03, 645 - 657, 2012.

ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S. Hibridação em soja. In: BOREM, A. (Ed.). **Hibridação artificial de plantas**. Viçosa, MG: Editora UFV, 1998. 540 p.

ATROCH, A. L.; MORAIS, O. P. D.; RANGEL, P. H. N.; CASTRO, E. D. M. D.; Progresso do melhoramento genético do arroz de sequeiro no estado do Amapá. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 09, p. 1623 -1632. Set. 1999.

BASTOS, I. T.; BARBOSA, M. H. P.; RESENDE, M.D.V.; PETERNELLI, L. A.; SILVEIRA, L. C. I.; DONDA, L.R.; FORTUANATO, A. A.; COSTA, P. M. A.; FIGUEIREDO, I. C. R.; Avaliação da interação genótipo x ambiente em cana-de-açúcar via modelos mistos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiana, v. 37. n. 04, p. 195 -203. 2007.

BENIN, G.; PINNOW, C.; SILVA, C. L. S.; PAGLIOSA, E. S.; BECHE, E.; BORNHOFEN, E.; MUNARO, L. B.; SILVA, R. R. Análises biplot na avaliação de cultivares de trigo em diferentes níveis de manejo. **Bragantia**, Campinas, v. 71 n. 01. p.28 - 36. 2012.

BOLONHEZI, D.; GONÇALVES, N. Z. Sucessão e de culturas na produção de cana-de-açúcar. In: BELARDO, G. D. C.; CASSIA, T.; SILVA, R. P. D. **Processos agrícolas e mecanização da cana-de-açúcar**. Jaboticabal : Funep, 2015. Cap. 9, p. 219 - 242.

BOREM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 6. ed. Viçosa: Editora UFV. 2013. 523 p.

BRANQUINO, R. G.; DUARTE, J. B.; SOUZA, P. I. D.; NETO, P. D. S.; PACHECO, R. M. Estratificação ambiental e otimização de rede de ensaios de genótipos de soja no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v. 49, n. 10, p. 783 - 795. Out. 2014.

BUENO, L. C. S.; MENDES, N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento de plantas: princípios e procedimentos**. 2. ed. Lavras: Editora Ufla, 2006. 319 p.

CAMPHELL, B. T.; JONES, M. A.; Assessment of genotype x environment interaction for yield and fiber quality in cotton performance trials. **Euphytica**. [S.l.] v. 144. p. 69 - 78. 2005.

CARVALHO, E. V. D.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, W. F. D.; AFFÉRI, F. S.; DOTTO, M. A.; Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em Tocantins. **Revista Agro@mbiente**, Boa Vista, v. 7, n. 02, p. 162 -169, Maio/Ago. 2013.

CAVALCANTE, A. K.; HAMAWAKI, O. T.; HAMAWAKI, R. L.; SOUSA, L. B.; NOGUEIRA, A. P. O.; HAMAWAKI, D. L.; Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de soja em porto alegre do norte, MT. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 04, p. 942 – 949. Jul/Aug. 2014.

CHIRADIA, J. J.; CHIBA, K. M.; ANDRADE, C. A. D.; OLIVEIRA, C.; LAVORANTI, A.; Produtividade e nutrição de mamona cultivada em área de reforma de canavial tratada com lodo de esgoto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33, n.3. p. 701 – 709. 2009.

CANASAT. **Mapeamento da cana via imagem de satélite de observação da terra**. Disponível em <<http://www.dsr.inpe.br/laf/canasat/tabelas.html>> Acesso em: 21 jun. 2018.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar**. Brasília, DF, 2008. v. 5, safra 2018/19, 62 p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/17727_4e54c5103a0ab4a15529e35307c79b2e>. Acesso em: 29 jun. 2018a.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de Grãos**. Brasília, DF, 2018. v.05, safra 2017/18, n. 09, 140 p. Disponível em <https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/19461_3e293e81ebe05101ef167a494fe67dd6>. Acesso em: 29 jun. 2018b.

COSTA, J. G. D.; MARINHO, J. T. D. S.; PEREIRA, R. D. C. A.; LEDO, F. J. D. S.; MORAES, R. N. D. S. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n. 01, p. 7 - 11. Jan /mar. 1999.

CRUZ, C. D.; CASTOLDI, F. L.; Decomposição da interação genótipo e ambiente em partes simples e complexa. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 38, n. 219, 422 – 430p. 1991.

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

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v. 01. Viçosa, MG: Editora UFV. 1997. 475p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético**. Viçosa, MG: Editora UFV, v. 03. 2014. p.436.

DIAS, C. T. S.; HONGYU, K.; ARAÚJO, L. B.; SILVA, M. J. C.; PEÑA, M. G.; ARAÚJO, M. F. C.; RODRIGUES, P. C.; FARIA, P. N.; ALARCÓN, S. A.; **Metodologia AMMI: com aplicação ao melhoramento genético**. Piracicaba, SP. ESALQ, 2014. 169p.

DUARTE, J. B.; ROLIM, R. B.; OLIVEIRA, P. M. F.; SOUZA, J. R. Adaptabilidade e estabilidade de rendimento de genótipos de soja [*Glicyne max* (L.) Merrill], nas condições de Goiás e Distrito Federal. **Escola de Agronomia e Veterinária**, Goiânia, v. 24, n. 01, p. 90-104, 1994. Disponível em <<https://repositorio.bc.ufg.br/xmlui/bitstream/handle/ri/12613/Artigo%20-%20Jo%C3%A3o%20Batista%20Duarte%20%201994.pdf?sequence=5&isAllowed=y>>. Acesso em: 02 ago. 2018.

DALL'AGNOL, A. **A Embrapa Soja no contexto do desenvolvimento da soja no Brasil: histórico e contribuições**. Brasília, DF: Embrapa, p. 72. 2016.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil, 2014**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p.

EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A.; Parâmetros de estabilidade para comparar variedades. **Crop Science**. Madison, v. 06, n. 01. 36 - 40. 1966.

FALCONER, D. S.; **Introdução à genética quantitativa**. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV. 1987. 279 p.

FELIPE, C. R. P.; DUARTE, J. B.; CAMARANO, L. F.; Estratificação Ambiental para avaliação e recomendação de variedades de milho no estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 02, p. 186 -199. Abr/Jun. 2010.

FILHO VEIGA, L.; Usinas voltam investir na lavoura. **Revista safra do Agronegócio**, [S.l.], n.195, p.24-28. Maio, 2017.

FREITAS MONTEIRO, F. J.; PELUZIO, J. M.; AFFERI, F. S.; CARVALHO, E. V.; SANTOS, W. F. D.; Correlação entre parâmetros de quatro metodologias de adaptabilidade e estabilidade em cultivares de soja em ambientes distintos. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, v. 114, n. 02, p.143 -147. 2015.

HAMAWAKI, O. T.; NETO, J. O.; REZENDE, D. F.; CUNHA, M. C. G.; LANA, R. M. Q.; Comportamento de Linhagens de soja no Triângulo mineiro e em Goituba, GO. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25. n. 05, p. 36 - 42. Sept./Oct. 2009.

MAIA, M. C. C.; VELLO, N. A.; ARAUJO, L. B.; DIAS, C. T. S.; OLIVEIRA, L. C.; ROCHA, M. M.; Interação genótipo x ambiente com uso das análises de componentes principais para populações de soja selecionadas para resistência a insetos. **Revista Brasileira de Biometria**, São Paulo, v. 31, n. 01, p.13 - 27. 2013.

MARQUES, M. C.; HAMAWAKI, O. T.; SEDIYAMA, T.; BUENO, M. R.; REIS, M. S.; CRUZ, C. D.; NOGUEIRA, A.P.; Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em diferentes épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 01, p. 59 - 69. Jan/Feb. 2011.

MEOTTI, G. V; BENIN, G; SILVA, R. R.; BECHE, E; MUNARO, L. B.; Épocas de semeadura e desempenho agrônomo de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 01, p.14 - 21. Jan. 2012.

MENDONÇA, O.; CARPETINIRI-PÍPOLO, V.; GARBUGLIO, D. D.; JUNIOR, N. S. F.; Análise de fatores e estratificação ambiental na avaliação da adaptabilidade e estabilidade em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 11, p.1567 -1575. Nov. 2007.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: 2005. 31p.

MURAKAMI, M.; CARDOSO, A. A.; CRUZ, C. D.; BIZÃO, N.; Considerações sobre duas metodologias de análise de estabilidade e adaptabilidade. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 01, p. 71 - 78. Jan/Fev. 2004.

MOHAMMADI, R.; AMRI, A.; Analysis of genotype x environment interactions for grain yield in durum wheat. **Crop Science**. [S.l.]. v. 49, n. 04, p.1177 - 1186. 2009.

NASCIMENTO, M.; PETERNELLI, L. A.; CRUZ, C. D.; NASCIMENTO, A. C. C.; FERREIRA, R. de P.; BHERING, L. L.; SALGADO, C. C.; Artificial neural networks for adaptability and stability evaluation in alfalfa genotypes. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**. [S.l.]. v.13, n. 02 p.152 - 156. 2013.

ODA, M. C.; SEDIYAMA, T.; BARROS, H. B. **Tecnologia de produção e usos da soja**. In: Tecnologia de produção da soja e usos da soja SEDIYAMA, T.; Londrina: Editora Mecenaz, 2009. cap. 7, p.71 - 76.

OLIVEIRA, A. B. D.; DUARTE, J. B.; PINHEIRO, J. B.; Emprego da análise AMMI na avaliação da estabilidade produtiva em soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília – DF, v. 38, n. 03, p. 357 - 364. Mar. 2003.

OLIVEIRA, A. F; PEREIRA, C. N; VIEIRA, P. A. Análise da rotação de grãos na área de reforma de canavial. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE BRASILEIRA DE ECONOMIA. ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 50., 2012, Vitória. **Anais eletrônico...** Vitória: Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural: UFES, 2012.

Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/76430/1/ary-artigo.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2018.

PAIVA, B. M.; ALVES, R. M.; HELENO, N. M.; Aspectos socioeconômicos da soja. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 230, p.7 - 14. 2006.

PAVÃO, M. A.; ALENCAR, L. D.; ZANELLO, C. A.; MORAIS, J. P. G.; CARDOSO, J. C.; Cultivo e produção de soja em reforma de canavial. **Revista ciência tecnologia e ambiente**, Araras, v. 2, n. 01, 17 - 25. 2015.

PELUZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S.; MONTEIRO, F. J. F.; MELO, A. V.; PIMENTA, R. S.; Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em várzea irrigada no Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 03, p. 427 - 434. 2010.

PELUZIO, J. M.; FIDELIS, R. R.; GIONGO, P. R.; SILVA, J. C. D.; CAPPELLARI, D.; BARROS, H. B.; Análise de regressão e componentes principais para estudo da adaptabilidade e estabilidade em soja. **Scientia Agrária**, Curitiba, v. 9, n. 04, p. 455 - 462. 2008.

PEREIRA, C. N.; OLIVEIRA, A. F. D.; VIERA JUNIOR, P. A.; Silva, J. M. F. D.; Aspectos econômicos e institucionais da rotação da cana de açúcar com espécies vegetais. In: SILVA, F. C. D.; ALVES, B. J. R.; FREITAS, P. L. D. **Sistema de produção mecanizada da cana-de-açúcar integrada à produção de energia e alimentos**. Embrapa: Brasília, DF, 2015, v. 01, cap. 3, p. 93 -112.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**, 13. Ed. Piracicaba, SP: Livraria Nobel, 1990. 468p.

PIMENTEL-GOMES, F.; **Curso de estatística experimental**. 15. Ed. Piracicaba: Fealq. 2009. 451 p.

POLIZEL, A. C.; JULIATI, F. C.; TOSHIYKI, O.; HAWAKI, R. L.; GUIMARES, S. L.; Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de soja no Estado do Mato Grosso. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 29, n. 04, p. 910 - 920. Jul/Aug. 2013.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P.; SOUZA, E. A. D.; GONÇALVES, F. M. A.; PINTO, J. C. D. S. B. P. **Genética na Agropecuária**, 5. Ed. Lavras: Editora UFLA, 2012. p.566.

RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de Experimentos e no melhoramento genético**, Embrapa Florestas, Colombo, 2007. 435p.

SANTOS, J. A. N. D.; SANTOS, M. A. D.; VIDAL, M. D. F.; Setor sucroalcooleiro nordestino: desempenho recente e possibilidades de políticas. Série: **Documentos do Etene**. Banco do Nordeste do Brasil, Fortaleza, v.18, 256p. 2007.

SCHLESINGER, S.; Soja: o grão que segue crescendo. Grupo de Trabalho sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente nas Américas. **Documento de Discussão 21**, Rio de Janeiro, Jul. 2008. 23p.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. D. C.; BARROS, H. B. In: **Tecnologias de Produção de usos da soja**. Londrina: Editora Mecnas, 2009. p.77 - 92. 314p.

SILVA, A. F. D.; SEDIYAMA, T.; BORÉM, A.; In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **A soja do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. cap. 6. 149 -167p.

SILVA, A. F. D.; SEDIYAMA, T.; BORÉM, A.; SANTOS, F. C.; In: SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. **A soja do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2015. Cap. 3. 54 - 65p.

SILVIERO, B. **Soja é uma opção rentável para renovação de canaviais**. Canal Rural, 30 jan. 2018. Disponível em: <http://www.projetosojabrasil.com.br/soja-e-opcao-rentavel-para-renovacao-de-canaviais/>>. Acesso em: 11 jul. 2018.

SILVA, R. R.; BENNIN, G.; Análises Biplot: conceitos, interpretações e aplicações. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 42. n. 08. p.1404 -1412. ago. 2012.

SILVA, C. A.; CUNHA, J. L. X. L.; FONTES. L. D. O.; ALEXANDRE. C. L. A.; SILVA. I.N.; LEMOS. T. H. S. D.; Viabilidade técnica econômica sobre diferentes fontes e dose de enxofre nas produtividades: Agrícola e Industrial da cana-de-açúcar (*saccharum* spp). **ACSA**, Campina Grande, v. 06, n. 03, p. 32 - 37. Jul/Set. 2010.

SILVA, W. C. J.; DUARTE. J. B.; Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa agropecuária brasileira**. Brasília, DF. v. 41, n. 01, p.23 - 30. jan. 2006.

SOUZA, P. I. de. M. de.; Diretrizes para o melhoramento de soja no Brasil, in: Vetor de tecnologia, peça fundamental no agribusiness brasileiro. **Anuário Abrasem**. Brasília, DF, v. 99, 1999.

VASCONCELOS, F. S. D.; Agrupamento de modelos de regressão da análise de adaptabilidade e estabilidade de genótipos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v. 45, n.12, p.1357 -1362. Dez. 2010.

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

YAN, W.; HUNT, L. A.; SHENG, Q.; SZLAVNICS, Z.; Cultivar evaluation and mega environment n. investigation based on the GGE biplot. **Crop Science**. Madison, v. 40, n. 03 p. 597 - 605. 2000.

YAN, W.; RAJCAN. I.; Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. **Crop Science**. Madison, v. 42, n. 01 p. 11 - 20. 2003.

YAN, W.; TINKER, N. A.; Biplot analysis of multi-environment trial data: principles and applications. **Canadian Journal of Plant Science**. [S.l.]. v. 86, n. 03 p. 623 - 645. 2006.

YAN, W.; KANG, M.S.; GGE biplot analysis: a graphical tool for breeders, geneticists. and agronomists. Flórida: **Boca Raton**, 2009. 286p.

YAN, W.; GGE biplot vs. AMMI graphs for genotype-by-environment data analysis. **Journal of the Indian Society of Agricultural Statistics**. New Delhi, v. 65, n. 02, p. 181 - 193. 2011.