



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA
LIBERTYLINK® POR RELM/BLUP**

DANILO OLIVEIRA DE CASTRO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

**BRASÍLIA/DF
2019**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA
LIBERTYLINK® POR RELM/BLUP**

DANILO OLIVEIRA DE CASTRO

**ORIENTADOR: JOSÉ RICARDO PEIXOTO
COORIENTADOR: RENATO FERNANDO AMABILE**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

**BRASÍLIA/DF
2019**



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA
LIBERTYLINK® POR RELM/BLUP**

DANILO OLIVEIRA DE CASTRO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDO AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS À OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM AGRONOMIA.

APROVADA POR:

JOSÉ RICARDO PEIXOTO, Doutor, Professor.

**Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília – UnB
(ORIENTADOR)**

Nara Oliveira Silva Souza, Doutora, Professora.

**Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília – UnB
(EXAMINADOR INTERNO)**

Ricardo Carmona, Doutor, Professor.

**Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – Universidade de Brasília – UnB
(EXAMINADOR INTERNO)**

**BRASÍLIA/DF, 17 DE JULHO DE 2019.
FICHA CATALOGRÁFICA**

CASTRO, Danilo O.

“ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE
SOJA LIBERTYLINK® POR RELM/BLUP”

Orientação: José Ricardo Peixoto, Brasília 2019. 62 páginas.
Dissertação de Mestrado (M) – Universidade de Brasília /

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2019.

1. Estabilidade, Adaptabilidade. 2. *Glycine max.* 3. LibertyLink
4. REML/BLUP 5. MHPRVG

CDD ou CDU

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CASTRO, D. O. **ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA LIBERTYLINK® POR RELM/BLUP.** Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 62 p. Dissertação de Mestrado.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: DANILO OLIVEIRA DE CASTRO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS
DE SOJA LIBERTYLINK® POR RELM/BLUP

GRAU: MESTRE ANO: 2019

É concedida à Universidade de Brasília de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada a fonte.

Nome: Danilo Oliveira de Castro

CPF: 710.523.721-04

Endereço: Rua VV8, Condomínio Invent Max, apartamento 601 torre 2, CEP 74.366-104,
Village Veneza – Goiânia – GO

Tel. 061-99939-1092 Email: danilo.oliveira.castro@gmail.com

Dedico este trabalho a minha mãe, Dalva de Oliveira de Castro,
a meu pai, Paulo Batista de Castro, a minha irmã, Daniella Oliveira de Castro,
e a minha esposa, Poliana Taveira Lourenço.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por sempre estar ao meu lado em todos os momentos, fortalecendo minha fé e esperança, para que eu não desistisse e pudesse realizar mais um sonho da minha vida.

Agradeço a toda minha família e a minha esposa, por toda compreensão e parceira nos momentos em que estive ausente dedicado ao estudo.

Agradeço também ao meu orientador José Peixoto e ao meu coorientador Renato Amabile, por terem me recebido, acreditando em meu esforço. Agradeço também por toda ajuda, ensinamento e atenção dada em todos os momentos.

Agradeço a BASF SA, em especial ao meu Gestor Claudiomir Abatti, que sempre incentivou a realização deste mestrado, permitindo a flexibilidade dos meus horários a fim de que cumprisse esta jornada de trabalho e estudo, e aos meus colegas de trabalho que me apoiaram e me incentivaram.

Agradeço ainda aos membros da banca pela disponibilidade, cooperação e auxílio no processo de melhoria deste trabalho.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a adaptabilidade e estabilidade de 48 linhagens experimentais de soja e duas testemunhas comerciais (BS1519LL e BS2599LL) com a tecnologia LibertyLink® do Programa de Melhoramento Genético de Soja da Empresa BASF SA Brasil, na região sul do país em cinco locais, por meio de modelagem mista REML/BLUP. Os tratamentos foram dispostos num delineamento em blocos casualizados, com 50 genótipos e três repetições no ano agrícola de 2015/2016 no Brasil, nas cidades de Santo Ângelo - RS, Passo Fundo - RS, Cruz Alta - RS, Salto do Jacuí - RS e Abelardo Luz - SC. As seguintes características foram avaliadas: ciclo vegetativo (dias), ciclo total (dias), grau de acamamento, altura das plantas (cm), altura da inserção de vagens inferiores (cm) e produtividade (kg ha⁻¹). Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Deviance (ANADEV) e significância via teste da razão de verossimilhança (LRT) para os efeitos genótipos e interações. Posteriormente realizou-se a análise de estabilidade e adaptabilidade dos genótipos utilizando o método da média harmônica da performance relativa do valor genotípico (MHPRVG). O método (MHPRVG) predito foi eficiente para estimar a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos avaliados. As linhagens G LL-3 e G LL-4 são sugeridas para uso comercial nas cidades de Santo Ângelo - RS, Passo Fundo - RS, Cruz Alta - RS, Salto do Jacuí - RS e Abelardo Luz - SC, pois reúnem alta adaptabilidade e estabilidade produtiva observadas em relação à média. E foram recomendadas para VCU II as linhagens G LL-21, G LL-16, G LL-34, G LL-5, G LL-30, G LL-15, G LL-17, G LL-20, G LL-28, G LL-25, G LL-26, G LL-11, G LL-22 por serem superiores a 1,00 no índice de MHPRVG.

Palavras-chave: Estabilidade. Adaptabilidade. *Glycine max*. LibertyLink. Métodos REML/BLUP. MHPRVG.

LIBERTYLINK® SOYBEAN GENOTYPE ADAPTABILITY AND STABILITY BY REML / BLUP

ABSTRACT

The present work had as objective to evaluate the adaptability and stability of 48 experimental soybean lines and two commercial controls (BS1519LL and BS2599LL) using LibertyLink® technology from BASF SA Brasil's Soybean Breeding Program, in southern Brazil in the five locations. through mixed REML / BLUP modeling. The treatments were arranged in a randomized block design with 50 genotypes and three replications in the 2015/2016 agricultural year in Brazil, in the cities of Santo Ângelo - RS, Passo Fundo - RS, Cruz Alta - RS, Salto do Jacuí - RS and Abelardo Luz - SC. The following characteristics were evaluated: vegetative cycle (days), total cycle (days), degree of lodging, plant height (cm), insertion height of lower pods (cm) and yield (kg ha⁻¹). The data obtained were submitted to Deviance Analysis (ANADEV) and significance via verisimilitude ratio test (LRT) for genotype effects and interactions. Subsequently, the genotype stability and adaptability analysis was performed using the harmonic mean relative performance of the genotypic value (MHPRVG) method. The predicted method (MHPRVG) was efficient to estimate the adaptability and stability of the evaluated genotypes. The lines G LL-3 and G LL-4 are suggested for commercial use in the cities of Santo Ângelo - RS, Passo Fundo - RS, Cruz Alta - RS, Salto do Jacuí - RS and Abelardo Luz - SC, as they bring together high adaptability and productive stability observed in relation to the average. And were recommended for VCU II strains G LL-21, G LL-16, G LL-34, G LL-5, G LL-30, G LL-17, G LL-20, G LL-20, G LL -28, G LL-25, G LL-26, G LL-11, G LL-22 for being greater than 1.00 in the MHPRVG index.

Keywords: Stability. Adaptability. *Glycine max.* LibertyLink. REML/BLUP Methods. MHPRVG.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Eventos que estão em estudos para soja e o status de aprovação	21
Quadro 1	Relação dos genótipos de soja com seu respectivo estágio	33
Figura 2	Distribuição das cidades no Brasil referente à altitude e localização no mapa do país.....	35

LISTA DE TABELA

Tabela 1	Dados de localizações geográficas, altitude em nível do mar, datas de plantio do experimento de soja com a tecnologia Libertylink no ano agrícola 2015/2016.....	34
Tabela 2	Análise de deviance (ANADEV) e significância pelo Teste da Razão de Verossimilhança (LRT) para os efeitos de genótipos e interações com locais para caracteres de 50 genótipos de soja avaliados em cinco cidades, Santo Ângelo - RS, Salto do Jacuí - RS, Cruz Alta - RS, Passo Fundo - RS e Abelardo Luz - PR no ano agrícola 2015/2016.....	39
Tabela 3	Componentes de variância (REML Individual), coeficientes de determinação e coeficientes de variação referentes à análise conjunta por locais, envolvendo 50 genótipos testados em 5 locais para as características: Produtividade (PROD), Ciclo Vegetativo (CV), Ciclo total (CT), Altura das Plantas (ALT), Grau de Acamamento (ACAM) e Altura da Inserção das vagens inferiores no ano agrícola 2015/2016.....	40
Tabela 4	Coefficiente da Razão envolvendo 50 genótipos testados em 5 locais para as características: Produtividade (PROD), Ciclo Vegetativo (CV), Ciclo total (CT), Altura das Plantas (ALT), Grau de Acamamento (ACAM) e Altura da Inserção das vagens inferiores no ano agrícola 2015/2016	42
Tabela 5	Ranqueamento dos genótipos em todos os locais avaliados para os parâmetros de predições de efeitos genotípicos livres de interação ($u + g$), predição dos valores genotípicos capitalizando a interação média ($u + g + gem$), adaptabilidade de valores genotípicos (PRVG); estabilidade de valores genotípicos (MHVG), adaptabilidade e estabilidade de valores genotípicos (MHPRVG); e ganhos para o caráter produtividade de genótipos de soja avaliados em 5 locais no ano agrícola 2015/2016	43
Tabela 6	Ordenamento dos genótipos de soja avaliados em Santo Ângelo - RS, Salto do Jacuí - RS, Cruz Alta - RS, Passo Fundo - RS e Abelardo Luz - SC no ano agrícola 2015/2016, para característica produtividade.....	47
Tabela 7	Seleção de Genótipos em todos locais, considerando 50 genótipos testados para as seis variáveis ano agrícola 2015/2016	52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL	12
2	OBJETIVOS	14
2.1	Objetivo geral	14
2.2	Objetivos específicos	14
3	REVISÃO	15
3.1	A importância econômica da soja	15
3.2	Características morfológicas e fisiológicas da cultura da soja	16
3.3	O melhoramento da cultura da soja	18
3.4	Biotecnologia e a cultura da soja	19
3.5	Melhoramento de soja para tolerância a herbicidas	21
3.6	Impacto de plantas daninhas na cultura da soja	22
3.7	Controle químico de plantas daninhas na cultura da soja	23
3.8	Interação genótipos x ambiente	23
3.9	Interação genótipos x ambientes na cultura da soja	25
3.10	Adaptabilidade e estabilidade fenotípica	26
3.11	Metodologia para avaliar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica	27
3.12	Estimativas de Parâmetros Genéticos	31
4	MATERIAIS E MÉTODOS	33
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
6	CONCLUSÃO	56
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

1 INTRODUÇÃO

Atuais desafios da agricultura moderna fazem com que os agricultores brasileiros busquem ferramentas e soluções inovadoras que viabilizem ao máximo o potencial produtivo das lavouras. Dentre estes desafios está a dificuldade de controle de plantas daninhas, um problema crescente que dificulta o manejo dos sistemas agrícolas acarretando um possível aumento de custo de produção e reduzindo a produtividade das lavouras.

Com a adoção de cultivares transgênicos no Brasil, nas culturas de grande importância, como soja, milho e algodão, tem-se utilizado o herbicida glyphosate em larga escala nos campos de produção, com isto ocasiona-se o surgimento de plantas daninhas resistentes a esse herbicida. Sendo assim, como país já enfrenta a questão de resistência de plantas daninhas, a adoção de tecnologia é uma das principais soluções para este problema, presente nas principais regiões produtoras de soja.

Diante deste cenário, exige-se a utilização de novos herbicidas que auxiliem no controle de plantas daninhas e não afete a cultura de interesse. Torna-se, então, necessário o desenvolvimento de novas moléculas químicas ou novas cultivares por genes nativos ou por meio de transgenia que sejam resistentes.

Com intuito de aumentar as opções de controle de plantas daninhas e permitir a rotação de mecanismo de ação de herbicidas, foi desenvolvida a tecnologia *LibertyLink*®, que possibilita a aplicação de herbicida glufosinate em pós-emergência da cultura da soja. Devido a este evento transgênico introduziu-se o gene de resistência *pat* e, por meio de melhoramento genético, a geração de novas cultivares para atender a demanda do mercado.

Diante dessa situação desafiadora para o melhoramento genético de soja, faz-se necessário gerar cultivares com resistência a herbicidas, a insetos, a doenças adaptadas aos diversos ambientes e analisar os dados gerados. As ferramentas estatísticas têm auxiliado e contribuído para elucidar este cenário. No contexto de modelos mistos, pode ser realizada pelo método da média harmônica da performance relativa dos valores genótipos (MHPRVG) a seleção simultânea para produtividade, estabilidade e adaptabilidade.

A criação de novas cultivares têm sido uma das tecnologias que contribuem para aumentos de produtividade e estabilidade de produção, sem custos adicionais ao agricultor. Uma cultivar de soja deve apresentar alta produtividade, estabilidade de produção e ampla adaptabilidade aos mais variados ambientes na região onde é recomendada. O melhoramento genético da cultura da soja está em processo contínuo de desenvolvimento de novas cultivares.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar o desempenho agrônômico de genótipos de soja com a tecnologia *LibertyLink*®, quanto à produtividade de grãos no Sul do Brasil, no ano agrícola 2015/2016.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a adaptabilidade e estabilidade quanto à produtividade dos genótipos de soja com a tecnologia *LibertyLink*® na Região Sul do Brasil pela metodologia RELM/BLUP.

- Identificação de genótipos de soja com potencial utilização *per se* e/ou em programas de melhoramento genético.

- Identificar linhagens promissoras para VCU de segundo ano visando manter o programa de melhoramento e o possível lançamento de novas cultivares *LibertyLink*®.

3 REVISÃO

3.1 A importância econômica da soja

A soja está dentre as leguminosas de grande importância no mundo, principalmente para o Brasil, que é o segundo maior produtor mundial, tendo a cadeia produtiva e tecnológica desenvolvida para essa planta (SEDIAMA et al., 2015).

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) teve como centro de origem a China e foi introduzida no Brasil, em 1882, no estado da Bahia, sua expansão seguiu para São Paulo, em 1891, e Rio Grande do Sul, no ano de 1914, foi considerado como o marco inicial a produção comercial ocorrida na década de 1940 (VERNETTI, 1983).

Foi registrado entre as décadas de 60 a 80 um aumento significativo na produção nacional. Na década de 70, menos de 2% da produção nacional de soja era colhida no Centro-Oeste. Em 1980, esse percentual passou para 20%, em 1990 já era superior a 40%, com tendências a ocupar maior espaço a cada nova safra (EMBRAPA, 2000).

Em 2015, no Brasil, dos 2,6 milhões de metros cúbicos de biodiesel produzidos, 78% foram originados a partir de óleo de soja. Essa mudança se deu a partir de 2013, pois se tornou obrigatório, por lei, o aumento de 2% para 5% de biodiesel no diesel de petróleo, sendo a soja a principal matéria-prima, seguida da gordura animal e do óleo de algodão, sendo incorporada ao biodiesel em sua matriz energética (ABIOVE, 2015).

Ela é a carne que vai à mesa, é o óleo e o farelo, e é cada vez mais o diesel que move o progresso, indo além de grão colhido em cerca de 33 milhões de hectares no Brasil (ANUÁRIO BRASILEIRO DA SOJA, 2016).

O Brasil e os Estados Unidos são os maiores produtores e fornecedores desta matéria-prima. No ano agrícola 2017/2018, no mundo, foram produzidos 336,699 milhões de toneladas em uma área de 124,580 milhões de hectares, com uma produtividade média 2.702 kg ha⁻¹. Sendo o maior país produtor da leguminosa, Estados Unidos são responsáveis por 119,518 milhões de toneladas, com uma área plantada de 36,228 milhões de hectares e uma média de produtividade de 3.299 kg ha⁻¹, seguido do Brasil, o qual produz 116,996 milhões de toneladas, com uma área plantada de 35,100 milhões de hectares, e uma média produtividade de 3.333 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2018).

No ano de 2018, o Estado do Mato Grosso é o primeiro colocado, com uma produção de 31,887 milhões de toneladas, com uma área plantada de 9,519 milhões de hectares e uma produtividade média de 3.350 kg ha⁻¹; em segundo colocado está o Paraná, com uma produção de 19,070 milhões de toneladas, uma área plantada de 5,444 milhões de hectares e com uma produtividade média de 3.503 kg ha⁻¹; e o Rio Grande do Sul é como terceiro colocado, com uma produção de 16,968 milhões de toneladas, uma área plantada de 5,692 milhões de hectares e uma produtividade média de 2.981 kg ha⁻¹ (EMBRAPA, 2018).

3.2 Características morfológicas e fisiológicas da cultura da soja

O Sistema radicular é constituído de raiz principal e raízes secundárias. Tem seu desenvolvimento iniciado na germinação e perdura até a maturidade fisiológica da planta (MULLER, 1981).

O porte da planta é altamente dependente das condições ambientais e do genótipo da variedade. As variedades comerciais no Brasil, normalmente apresentam porte médio de 60 a 120 cm. Segundo Van Schaik Probst (1958), o número de flores produzidas é maior do que o que a planta pode converter em vagens, sendo que a esta pode emitir 800 flores com uma taxa de fertilização de 13 a 57%, dependendo do genótipo e das condições ambientais. O período total de florescimento pode durar de três a cinco semanas (VERNETTI, 1983).

A soja é uma espécie autógama com flores perfeitas, com os órgãos masculinos e femininos protegidos dentro da corola, a cor da flor da soja pode ser branca ou púrpura, a tonalidade de púrpura varia de acordo com a constituição genética da cultivar. A coloração púrpura das pétalas da flor e no hipocótilo durante o processo de maturação nas paredes das vagens, pecíolos e haste principal, quando expostos a intensos raios solares é de responsabilidade da Antocianina (BEARD; KNOWLES, 1971).

O ciclo da cultura da soja é compreendido em número de dias da emergência à maturação. Em geral as cultivares brasileiras variam o ciclo entre 100 a 160 dias e podem ser classificadas em grupos de maturação precoce, semiprecoce, médio e tardio. O ciclo total da planta pode ser dividido em fases, sendo a fase vegetativa o período

compreendido entre o período da emergência da plântula até abertura das primeiras flores, e a fase reprodutiva compreende o período da floração plena até a maturação (BORÉM; MIRANDA, 2009).

Plantas de soja podem ser classificadas quanto ao seu tipo de crescimento, que define o desenvolvimento terminal do caule (MULLER, 1981), estas variações podem ser classificadas em determinada (logo após o surgimento das primeiras flores, a planta paralisa, tendo algumas cultivares que ainda crescem aproximadamente 10% após o surgimento das primeiras flores), as cultivares de tipo de crescimento semideterminado (após o florescimento podem crescer cerca de 30% de sua altura final) e as cultivares de tipo de crescimento indeterminado (após o florescimento ainda podem dobrar o tamanho) (SEDIYAMA; TEIXERA; REIS, 2005).

A soja tem o fruto comumente chamado de vagem, sendo denominado como legume. Após a fecundação inicia-se o desenvolvimento, sendo a vagem resultado do ovário completamente desenvolvido, podendo conter de 1 a 5 sementes na maioria das vezes (MÜLLER, 1981).

As cultivares que possuem uma fase vegetativa em que são insensíveis ao fotoperíodo são classificadas como período juvenil longo, observado quando, mesmo cultivadas em condições de fotoperíodo abaixo do crítico, não percebem o estímulo para a indução floral, estando aptas somente a partir do estágio de desenvolvimento V5. Com isto, as plantas atingem maior altura, maior peso de matéria seca e, possivelmente, maior produtividade de grãos, o contrário deste comportamento é o período de juvenil curto, no qual a planta está apta a receber a indução floral em V2, resultando em baixa altura e produtividade de grãos (SEDIYAMA; TEIXERA; REIS, 2005).

3.3 O melhoramento da cultura da soja

A soja cultivada atualmente é muito diferente da soja do centro de origem da China. Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China (EMBRAPA, 2017).

As populações de melhoramento são do tamanho finito e diferentes processos de seleção são adotados para obter genótipos superiores. A habilidade de selecionar genótipo superior dentro de progêneses homocigotas e heterocigotas oriundas de cruzamento entre parentais divergentes, determina a evolução do programa de melhoramento (FEHR, 1993).

O incremento de produtividade é conferido pela estimativa de ganho genético, indicando que até a década de 90 o ganho genético médio para produtividade da soja para o Brasil foi de algo próximo a 0,9% ao ano. Além de melhorar o potencial genético produtivo *per se*, há outras contribuições do melhoramento genético de soja no Brasil sendo a primeira a adaptação da soja às baixas latitudes através da introdução de genes para “período juvenil longo”, no germoplasma brasileiro, e a segunda, que dá sustentação à primeira, os trabalhos em melhoramento para resistência genética a doenças mais expressivas para a soja (KIIHL; CALVO, 2006).

Com a explosão do preço da soja no mercado mundial, em meados de 1970, despertou-se ainda mais os agricultores e o próprio governo brasileiro. O país se beneficiou de uma vantagem competitiva em relação aos outros países produtores: o escoamento da safra brasileira ocorre na entressafra americana, quando os preços atingem as maiores cotações. Desde então, o país passou a investir em tecnologia para adaptação da cultura às condições brasileiras, processo liderado inicialmente pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2017).

Com a Lei de Proteção de Cultivares – LPC (Lei nº 9456/1997), possibilitando o retorno financeiro às empresas pela criação de novas cultivares, e da Lei nº 10.814/2003, que aprovou a liberação comercial de OGMs, tornou-se o mercado de desenvolvimento de cultivares atraente, chamando atenção para instalações de multinacionais.

Os cientistas brasileiros revolucionaram a história mundial da soja e seu impacto começou a ser notado pelo mercado a partir do final da década de 80 e, mais notoriamente, na década de 90, devido ao investimento em pesquisa que levou à “tropicalização” pela primeira vez na história, permitindo que o grão fosse plantado com sucesso em regiões de baixas latitudes, entre o Trópico de Capricórnio e a Linha do Equador. Atualmente, os líderes mundiais na produção mundial de soja são os Estados Unidos, Brasil, Argentina, China, Índia e Paraguai (EMBRAPA, 2017).

O rendimento tem aumentado significativamente nos últimos anos, não apenas por ganhos obtidos pelo melhoramento genético, mas também pela utilização de tecnologias nas áreas de práticas de manejo da cultura e pela utilização de equipamentos mais apropriados às condições brasileiras (EMBRAPA, 2000).

3.4 Biotecnologia e a cultura da soja

Ao mencionar que um organismo, seja ele animal, seja vegetal, foi modificado geneticamente, usa-se a sigla OGM (Organismo Geneticamente Modificado), pois passou por mudanças propositalmente dentro do seu genoma, via engenharia genética. Estas alterações têm dois propósitos: fazer mudanças estruturais, ou na função do próprio material genético do organismo; inserir sequências genômicas de espécies alheias à espécie de interesse, o que resulta no que é denominado organismo transgênico (SILVA et al., 2017)

Com entrada dos transgênicos no Brasil, ocasionou-se uma revolução no agronegócio. A adoção oficial dessa tecnologia no país se deu em 1998. A transgenia associada com a genética auxiliou a superar desafios especialmente difíceis na agricultura tropical, como o controle de plantas daninhas e de insetos. Nos dias de hoje, não podemos imaginar a agricultura nacional sem os transgênicos, pois estes estão presentes em 96% da soja, 88% do milho e 78% do algodão plantados (CIB, 2018).

No futuro, uma linha de produto ainda mais diversificada, originária da agricultura, será o resultado da associação entre o melhoramento e a biotecnologia. (BORÉM; MIRANDA, 2009).

A tecnologia inserida através da biotecnologia, resultou em novas variedades de plantas que possuem a capacidade de sintetizar compostos que até então não se encontravam presentes em seus códigos genéticos, sendo que estes promovem uma vantagem à planta, frente ao meio ambiente em que ela se desenvolve. Essa tecnologia é o organismo geneticamente modificado (OGM) (REVISTA DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL; 2007).

A obtenção da soja tolerante ao herbicida glufosinato de amônio foi por meio da introdução do gene *pat*, que codifica a enzima fosfinotricina N-acetiltransferase,

proveniente da bactéria de solo *Streptomyces viridochromogenes*. A técnica de obtenção foi aceleração de partículas, conhecida também como biobalística (ISAAA; 2017).

A soja *LibertyLink*® apresenta tolerância ao glufosinato de amônio (glufosinate), obtido por um evento transgênico em que se introduziu o gene modificado da fosfinotricina acetyltransferase (*pat*), o qual tem por função codificar a enzima fosfinotricina-N-acetil tranferase (PAT), originária de uma bactéria do solo, *Streptomyces viridochromogenes*. A técnica de obtenção foi aceleração de partículas, conhecida também como biobalística (ISAAA; 2017).

Este gene (*pat*) expressa uma enzima que catalisa a conversão do glufosinate para produtos não tóxicos (em n-acetyl-Lglufosinate – NAG), levando à inativação do ingrediente ativo e conferindo à planta de soja a característica de tolerância a este herbicida. A sequência de nucleotídeos do gene *pat* foi modificada por mutagênese de sítio dirigida para diminuir o número de bases G:C, promovendo maior expressão da proteína PAT (Comissão Técnica Nacional de Biossegurança – CTNBio, 2018).

No Brasil o evento já foi aprovado pela CTNBio e liberado para cultivo e comercialização na safra 2015/2016 (CTNBio, 2018).

Conforme a Figura 1, traz-se um panorama da quantidade de eventos que está em estudo para soja e sua aprovação e os países que estão em estudos (CIB, 2018).

resistência a um determinado grupo químico (RAMALHO; SANTOS; ZIMMERMANN, 1993; ALBRECHT; MISSIO, 2013).

3.6 Impacto de plantas daninhas na cultura da soja

O desenvolvimento de lavouras com a presença de plantas daninhas, gera competição por água, luz e nutrientes podendo acarretar redução na produtividade de grão devido aos efeitos da interferência sobre as variáveis que definem o rendimento da cultura (OLIVEIRA JR. et al., 2011). O controle das plantas daninhas infestantes geralmente está relacionado no incremento do custo de produção. Para soja, cerca de 30% do seu custo total de produção está relacionado ao controle de plantas daninhas (SILVA et al., 2000).

A competição por água, luz e nutrientes, além de dificultar a colheita, ocasionada pelas plantas daninhas, provoca danos severos à produtividade. As plantas daninhas atuam também como hospedeiro de pragas e doenças gerando pressão alelopática (KARAM; MELHORANÇA; OLIVEIRA, 2006). Plantas daninhas provocam redução de produtividade na cultura da soja quando comparadas a pragas e doenças (CARVALHO; VELINI, 2001). Segundo Oerk (2006), as perdas na produção podem chegar a 37% em função de tais plantas.

Dentre os fatores que determinam a maior competitividade das plantas daninhas sobre a cultura se destacam: velocidade de germinação e crescimento, sua arquitetura e porte, a menor suscetibilidade a pragas e doenças, as intempéries climáticas e a maior capacidade de produção e liberação propriedades alopáticas (SILVA et al., 2000).

Os efeitos da interferência das plantas daninhas acarreta perdas de produtividade que podem variar de 10 a mais de 80%, variando em função do grau de infestação, época de ocorrência, estágio da cultura e das condições climáticas durante a convivência das plantas daninhas e a cultura (SILVA, 2002). São irreversíveis os danos causados pela interferência da presenças das plantas daninhas (KOSLOWSKI et al., 2002).

3.7 Controle químico de plantas daninhas na cultura da soja

O controle químico de plantas daninhas é uma necessidade de ordem econômica devido a sua capacidade de causar redução de produtividade. Sendo assim, o controle químico é uma ferramenta de grande importância devido à extensa área cultivada, permitindo rapidez e agilidade no controle das plantas daninhas. Porém o nível de eficácia dos herbicidas é variável, pois depende de diversos fatores, dentre os quais se destacam as principais condições ambientais, a época de aplicação e a espécie de planta daninha a ser controlada (MEROTTO JR. et al., 1997).

Os herbicidas disponíveis para o controle químico podem ou não ser seletivos à cultura, com diversas formas de utilização, permitindo serem aplicados em pré-plantio, incorporado ou não ao solo, em pré-emergência e pós-emergência da cultura e/ou plantas daninhas (CONSTANTIN, 2011).

A área de soja cultivada com soja transgênica resistente ao glifosato é algo em torno de 96% da área nacional, fazendo com que o glifosato seja o herbicida mais utilizado na cultura (CÉLERES, 2017). O uso excessivo desse herbicida ocasionou o surgimento de plantas daninhas resistentes a esse princípio ativo, sendo fundamental a rotação dos mecanismos de ação dos herbicidas utilizados nas áreas de produção (POWLES, 2008).

Segundo Oliveira Neto et al. (2010), o uso do glufosinate é uma opção no controle de plantas daninhas em dessecação e em pós-emergência da soja LL. Em muitos casos, o alvo do glufosinate será plantas daninhas com biótipos resistentes, como os expressivos casos de resistência a *glyphosate*, outro herbicida de amplo espectro e seletivo a soja RR. Nesse contexto, cita-se dois grandes problemas no manejo integrado de plantas daninhas (MIPD), o capim-amargoso (*Digitaria insularis*) e a buva (*Conyza* spp.).

3.8 Interação genótipos x ambiente

As características agronômicas e de importância econômica, tais como a produção de grão, são quantitativas ou multigênicas, em geral controladas por muitos genes

(geralmente influenciados por fatores ambientais e demonstram variação contínua). Quando há presença universal da interação Genótipos x Ambiente (GXA), de características quantitativas, é necessário realizar avaliações genotípicas. No melhoramento de planta são realizados ensaios em ambientes múltiplos e em ambientes planejados. Os dois principais objetivos destes experimentos são: (1) comparar performance genotípicas em duas inferências básicas – por exemplo: ampla inferência, a performance geral de um genótipo (através de ambientes), e inferência restrita (dentro de um ambiente específico); (2) estimar componentes de interação GXA para calibrar a herdabilidade e seu impacto na seleção, selecionar locais de testes e macro ambientes, identificar genótipos especificamente adaptados a ambientes alvos e estabelecer objetivos de melhoramento genético (YAN; KANG, 2003).

Para o melhoramento tem grande relevância realizar a avaliação da interação, pois, no caso de sua existência, há possibilidades de o melhor genótipo em um ambiente não ser em outro, com isto influenciando o ganho de seleção e dificultando a recomendação de cultivares com ampla adaptabilidade, pois a interação GXA é um componente da variação fenotípica resultante do comportamento diferencial apresentado pelos genótipos, quando submetidos a mais de um ambiente (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

Para atenuar a interação GXA existem três modos: (1) identificar cultivares específicas para cada ambiente; (2) realizar o zoneamento ecológico ou estratificação ambiental e (3) identificar cultivares com maior estabilidade fenotípica. Esta última opção é a que tem sido mais utilizada, pois pode ser aplicada nas mais variadas situações, requerendo estudos sobre a *performance* genotípica, com base nos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, pelos quais se torna possível a identificação de cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais, em condições específicas ou amplas (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992; CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

Borém e Miranda (2009) mencionam alguns fatores de ambiente que podem afetar o desenvolvimento fenológico das plantas, como os mais comuns causadores da interação GXA, sendo fatores previsíveis: fotoperíodo, tipo de solo, fertilidade de solo, toxicidade por alumínio, época de semeadura e práticas agrícolas; e imprevisíveis:

distribuição pluviométrica, umidade relativa do ar, temperatura atmosférica e do solo, patógenos e insetos.

3.9 Interação genótipos x ambientes na cultura da soja

A soja é cultivada em praticamente toda a região Sul do Brasil, a qual apresenta grande diversidade ambiental. Apesar dessa diversidade, a produtividade média obtida nos vários ambientes de teste é o critério de recomendação de cultivares, em programas de melhoramento de soja que buscam selecionar genótipos de adaptação. Genótipos de adaptação ampla facilitam o processo de transferência de tecnologia e a logística de produção de sementes. A indicação de uma cultivar, para todas as regiões desconsidera opções de cultivares com adaptações específicas a um tipo de ambiente, como, por exemplo, para a região Norte/Oeste, de clima mais quente, ou para a região Sul, de altitudes maiores e clima mais ameno. A possibilidade de estratificação em sub-regiões com características ambientais semelhantes, para fins de seleção e indicação de genótipos de soja, pode ser verificada a partir de estudos de interações GXA (ALLARD; BRADSHAW, 1964; RAMALHO; SANTOS, ZIMMERMANN, 1993; ALLIPRANDINI et al., 1994; CARVALHO et al., 2002).

Contemplando ambientes diversificados, o cultivo da soja provoca uma resposta diferencial dos genótipos. Com isto, a GXA mostra um aspecto relevante no contexto do melhoramento. Duarte e Vencovsky (1999) afirmam que o entendimento deste fenômeno se faz necessário para realizar recomendações mais acertadas, com isto torna-se imprescindível aos programas de melhoramento procurarem minimizar a inconsistência das características relacionadas à produtividade frente à variação ambiental.

Em Bernado (1994), o comportamento de genótipos pode ser elucidado pelo estudo GXA com sua partição em parâmetros de adaptabilidade (responsividade ao estímulo ambiental) e estabilidade produtiva (previsibilidade de comportamento). Em particular, a estabilidade específica de genótipos em multiambientes possibilita tirar proveito desse efeito, estando, em geral, associado a elevadas produtividades. Pela mesma razão, sob o ponto de vista de recursos genéticos, a exploração dessa interação feita por meio do zoneamento ecológico é interessante para manter a variabilidade

genética da espécie, principalmente, porque a soja cultivada possui base genética estreita.

De acordo com Duarte e Zimmerman (1995), é preciso dispor de métodos estatísticos adequados para se estimar e explorar a interação, permitindo-se, assim, recomendações regionalizadas, de forma que seja possível tirar proveito desses efeitos positivos do GXA.

A interação genótipos x ambiente constitui-se em um dos maiores problemas dos programas de melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção ou recomendação de cultivares. Entre as alternativas de amenizar a influência dessa interação, tem sido recomendado o emprego de cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade (BARROS et al., 2010).

A natureza da interação ocorre quando a contribuição dos alelos dos diferentes genes que controlam o caráter em, ou em nível de expressão difere de ambiente para ambiente, acontecendo porque a expressão dos genes é influenciada e/ou regulada pelo ambiente (KANG; GAUCH JR., 1996).

3.10 Adaptabilidade e estabilidade fenotípica

Segundo Borém e Miranda (2009), o termo estabilidade refere-se à capacidade de os genótipos mostrarem um comportamento constante (estabilidade fenotípica), e o termo adaptabilidade é a capacidade de o genótipo responder positivamente aos estímulos dos ambientes.

Em Bernado (1994) este conceito é também chamado de estabilidade dinâmica. Quando um genótipo não possui um comportamento previsível em função dos ambientes ele pode eventualmente ter resposta favorável a ambientes específicos (adaptabilidade preferencial ou específica para determinados ambientes); o que sugere, para esse caso, seleção regional ou para locais específicos. Por essas definições, necessariamente os desvios em relação ao modelo proposto (linear ou não) devem ser significativos. Caso contrário (desvios do modelo significativos), há falta de adaptabilidade geral aos ambientes (ARANTES, 2013)

A variação fenotípica resultante do comportamento diferenciado dos genótipos quando repetidos em mais de um ambiente é componente da interação GXA. A expressão fenotípica do caráter pode reduzir a correlação entre fenótipo e genótipo, inflacionando a variância genética da qual parâmetros dependem, como herdabilidade e ganho genético com a seleção (ROCHA; VELLO, 1999).

A adaptabilidade e a estabilidade fenotípica permitem particularizar os efeitos da interação GXA ao nível de genótipo e ambiente, identificando a contribuição relativa de cada um para a interação total. Técnicas estatístico-genéticas têm sido desenvolvidas e aprimoradas para melhor quantificar este efeito, entretanto, as posições críticas dos estatísticos, que atuam em programas de melhoramento genético, referem-se à falta de uma análise criteriosa da estrutura da interação GX A. Tradicionalmente, a análise dessa estrutura é superficial, não detalhando os efeitos da complexidade da interação (DUARTE; VENCOVSKY, 1999).

A busca por identificar genótipos, que são de alta estabilidade fenotípica e tem esta, associada à adaptabilidade geral é capaz de produzir bem sob condições de flutuações estacionais amplas, é a alternativa que tem sido praticada para atenuar o efeito da interação GXA, uma vez que podem ser empregados em diferentes situações (FINLAY; WILKINSON, 1963; ALLARD; BRADSHAW, 1964; EBERHART; RUSSELL, 1966; DUARTE, 1988).

3.11 Metodologia para avaliar a adaptabilidade e estabilidade

Para as análises de estabilidade e adaptabilidade fenotípica, as metodologias destinam-se à avaliação de um grupo de genótipos testados em vários ambientes. Fundamentadas na existência da interação genótipos com ambiente. Assim, esses procedimentos são complementares aos da análise de variância individual e conjunta, com dados experimentais resultantes de ensaios realizados em uma série de ambientes (LAVORANTI, 2003).

A escolha de um método de análise depende dos dados experimentais, principalmente os relacionados com o número de ambientes disponíveis, da precisão requerida e do tipo de informação desejada. Deve-se também considerar que alguns

métodos são alternativos, enquanto outros são complementares, podendo ser utilizados conjuntamente (CRUZ et al., 2004).

Diversos métodos têm sido propostos para investigar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica. A diferença entre eles origina-se nos próprios conceitos e procedimentos biométricos para medir a interação GXA. Destacam-se os procedimentos baseados na variância da interação GXA (SHUKLA, 1972; MAGARI; KANG, 1997); regressão linear simples (EBERHART; RUSSELL, 1966; PERKINS; JINKS, 1968) e múltipla (SILVA; BARRETO, 1986; CRUZ et al., 1989; STORCK; VENCOVSKY, 1994); regressão quadrática (BRASIL; CHAVES, 1994); e modelos não lineares (SILVA, 1998; ROSSE; VENCOVSKY, 2000).

Existem várias técnicas para se avaliar a interação genótipo x ambiente. Entre as mais utilizadas, destacam-se as que procuram relacionar a produção (Y) de um genótipo em função de índices ambientais (X). Teoricamente, demonstra-se que se X e Y são binormais, o valor esperado de Y em função dos esperados valores de X é uma reta, cujo coeficiente angular depende da correlação entre X e Y e dos respectivos desvios padrões (HOGG; CRAIG, 1965).

Baseado em regressão linear, um dos métodos mais utilizados para estudar a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos, o método de Eberhart e Russel (1966) utiliza um índice ambiental que é calculado através da subtração entre a média do ambiente (média de todos os genótipos em um ambiente) menos a média geral (média geral de todos os genótipos em todos ambientes). Usando um índice ambiental como abscissa X e o valor observado do genótipo em determinado ambiente como ordenada Y, utiliza-se uma regressão linear para cada genótipo testado ($Y = \alpha + bX$). O valor de b (ângulo) estima a adaptabilidade do genótipo. Quando $b < 1$ pode-se afirmar que o genótipo responde pouco à melhoria ambiental, $b = 1$ corresponde a genótipos que respondem de forma mediana a melhoria ambiental, e $b > 1$ corresponde a genótipos que respondem de forma acentuada a melhoria de ambiente e são mais indicados para ambientes superiores.

Estudar a interação GXA se baseando nas análises não paramétricas, foi o método aplicado por de Lin e Binns (1988). Aplica-se a metodologia para o desempenho dos acessos, que é quantificado pelo índice de estabilidade Pi, o qual corresponde ao

quadrado médio da distância entre a média de um acesso para um dado ambiente e a resposta máxima para este, em todos os ambientes avaliados. Dessa forma, o quadrado médio menor indica uma superioridade geral do genótipo em questão, pois, quanto menor o valor de P_i , menor será o desvio em torno da produtividade máxima; assim, maior estabilidade está relacionada, obrigatoriamente, com alta produtividade (DAHER et al., 2003).

Lin e Binns (1988) definiram como medida para estimar a performance genotípica (parâmetro P_i) o quadrado médio da distância entre a média da cultivar e a resposta média máxima para todos os ambientes. Este método pondera os desvios de comportamento das cultivares nos ambientes, ou seja, considera a estabilidade de comportamento. Além disso, leva em consideração o rendimento do genótipo e a resposta relativa a um genótipo hipotético, que é uma medida de adaptabilidade.

A análise de variância (ANOVA) e a de regressão foram, durante muito tempo, a base da análise e modelagem estatística. Entretanto, estas técnicas têm limitação para lidar com dados desbalanceados e com parentesco entre tratamentos. O método REML permite lidar com essa situação propiciando maior flexibilidade e eficiência na modelagem. Tal procedimento foi criado pelos pesquisadores ingleses Desmond Patterson e Robin Thompson em 1971 e hoje se constitui no procedimento padrão para a análise estatística em uma grande gama de aplicações (RESENDE, 2002).

O REML tem substituído com vantagens o método ANOVA em experimentos agrônômicos e florestais. Na verdade, o REML é uma generalização da ANOVA para situações mais complexas. Para situações simples, os dois procedimentos são equivalentes, mas para as situações mais complexas encontradas na prática, a ANOVA é um procedimento apenas aproximado. O REML é um método eficiente no estudo das várias fontes de variação associadas à avaliação de experimentos de campo, permitindo desdobrar a variação fenotípica em seus vários componentes genéticos, ambientais e de interação genótipo x ambiente (RESENDE, 2002).

REML/BLUP apresenta vantagens práticas ao seu uso, as quais são: comparar indivíduos ou variedades através do tempo (gerações, anos) e espaço (locais, blocos); a simultânea correção para os efeitos ambientais, estimação de componentes de variância e predição de valores genéticos; lidar com estruturas complexas de dados (medidas

repetidas, diferentes anos, locais e delineamentos); pode ser aplicado a dados desbalanceados e a delineamentos não ortogonais. No caso de dados desbalanceados, ANOVA conduz a imprecisas estimativas de componentes de variância e conseqüentemente a inaccuradas predições de valores genéticos. Um software de fácil aplicação prática, destinado a aplicação corriqueira no melhoramento genético é o Selegen-REML/BLUP (RESENDE, 2002).

Na análise de modelos mistos com dados desbalanceados, os efeitos do modelo não são testados via testes F tal como se faz no método da análise de variância. Nesse caso, para os efeitos aleatórios, o teste cientificamente recomendado é o teste da razão de verossimilhança (LRT). Para os efeitos fixos, um teste F aproximado pode ser usado. Um quadro similar ao quadro da análise de variância pode ser elaborado. Tal quadro pode ser denominado de Análise de Deviance (ANADEV) e é estabelecido segundo os seguintes passos: a) obtenção do logaritmo do ponto de máximo da função de verossimilhança residual (L) para modelos com e sem o efeito a ser testado; b) obtenção da deviance $D = -2 \log L$ para modelos com e sem o efeito a ser testado; c) fazer a diferença entre as deviances para modelos sem e com o efeito a ser testado, obtendo a razão de verossimilhança (LR); e d) testar, via LRT, a significância dessa diferença usando o teste qui-quadrado com 1 grau de liberdade.

Resende (2004) propôs o uso do método da média harmônica da performance relativa do valor genotípico (MHPRVG) predito para realizar seleção simultânea por produtividade, estabilidade e adaptabilidade, no contexto de modelos mistos.

De acordo com Resende (2007), este método permite selecionar simultaneamente pelos três atributos mencionados e apresenta as seguintes vantagens: considera os efeitos genotípicos como aleatórios e, portanto, o fornece a estabilidade e adaptabilidade genotípica e não fenotípica; permite lidar com desbalanceamento; permite lidar com delineamentos não ortogonais; possibilita lidar com heterogeneidade de variâncias; permite considerar erros correlacionados dentro de locais; fornece valores genéticos já descontados (penalizados) da instabilidade; pode ser aplicado com qualquer número de ambientes; elimina os ruídos da interação genótipos x ambientes, pois considera a herdabilidade desses efeitos; gera resultados na própria grandeza ou escala do caráter

avaliado; possibilita computar o ganho genético com a seleção pelos três atributos simultaneamente. Estes dois últimos fatores são considerados bastante importantes.

3.12 Estimativas de Parâmetros Genéticos

Com base nos valores das médias e das variâncias, é possível obter estimativas de parâmetros genéticos úteis para a avaliação da potencialidade de populações para fins de melhoramento, bem como estabelecer estratégias eficazes de seleção.

A obtenção de estimativa de parâmetros genéticos e fenotípicos tem grande importância em programas de melhoramento genético, pois possibilita a tomada de decisões relacionadas com a escolha do método apropriado, com os caracteres que devem ser selecionados em etapas iniciais e avançadas de um programa de melhoramento e também ao peso que se deve atribuir a cada caráter, separadamente ou em conjunto. A avaliação de famílias sem repetições, intercaladas com cultivares-padrão, que possibilita estimar o componente ambiental associado à variância fenotípica das populações em estudo, é uma alternativa para estimar parâmetros genéticos e fenotípicos quando ocorre limitado número de sementes e a possível segregação (BACKES et al., 2002).

Dessa forma, o conhecimento da natureza e magnitude dos efeitos gênicos que controlam um caráter é primordial para o processo de seleção. A existência da variância aditiva é um indicativo de relacionamento entre o comportamento da unidade selecionada e a unidade melhorada, ou seja, sua descendência. O valor genético aditivo é um indicador do número de alelos favoráveis da unidade de seleção (CRUZ; REGAZZI, 2014)

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

Esta, por sua vez, é representada pelo símbolo h^2 . Este símbolo deriva da terminologia de WRIGHT. É possível estimar três tipos de herdabilidade: herdabilidade

no sentido amplo, herdabilidade no sentido restrito e a herdabilidade pela regressão pai-filho. No sentido amplo, a herdabilidade pode ser definida como a razão da variância genotípica pela variância fenotípica, enquanto que, no sentido restrito, a razão da variância genética aditiva pela variância fenotípica. Portanto, a diferença está no numerador da fração (ALLARD, 1971; FALCONER; MACKAY, 1996).

O coeficiente de herdabilidade, tanto no sentido restrito como no sentido amplo, pode variar de zero a um. No caso de $h^2 = 1$, as diferenças fenotípicas entre os indivíduos são causadas unicamente por diferenças genéticas entre os mesmos. Quando $h^2 = 0$, significa que a variabilidade do caráter não tem origem genética. Neste caso, não existe correlação alguma entre valor genético e valor fenotípico da unidade de seleção (ALLARD, 1971). Segundo STANSFIELD, (1974), valores de herdabilidade maiores que 0,5 são considerados altos, valores compreendidos entre 0,2 e 0,5 e menores que 0,2 são considerados herdabilidades de valores médios e baixos, respectivamente.

Uma boa medida para se julgar a precisão experimental é a acurácia (râa) que traduz a confiabilidade dos resultados obtidos. Quanto maior o valor a da acurácia, mais próximos estão os valores genéticos preditos dos valores genéticos verdadeiros, conforme relatado por Resende (2002). Esse mesmo autor propõe uma classificação para os valores de acurácia, sendo estes de magnitudes alta ($r\hat{a} \geq 0,70$), moderada ($0,40 \leq r\hat{a} \leq 0,70$) e baixa ($0,10 \leq r\hat{a} \leq 0,40$)

As análises para obtenção de estimativas de parâmetros genéticos, como variâncias, coeficiente de herdabilidade, coeficiente de variação genética e coeficiente da razão entre CV_g/CV_e , têm o propósito de realizar inferências sobre uma população que se pretende explorar para o melhoramento genético com os dados de variabilidade genética que esta apresenta, sobre o que pode se esperar de ganho com seleção, e permite auxiliar na definição da estratégia para a seleção (CORREA et al., 2003).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram avaliados quarenta e oito genótipos de soja com a tecnologia *LibertyLink*® e duas testemunhas padrão *LibertyLink*® já registrada no Registro Nacional de Cultivares, oriundas do Programa de Melhoramento Genético de Soja Brasil da Empresa BASF SA Brasil, conforme a Quadro 1.

Quadro 1. Relação dos genótipos de soja com seu respectivo estágio.

Genótipo	Estágio	Trait	Genótipo	Estágio	Trait
G LL-3	VCU II	LibertyLink®	G LL- 28	VCU I	LibertyLink®
G LL- 4	VCU II	LibertyLink®	G LL- 29	VCU I	LibertyLink®
G LL- 5	VCU I	LibertyLink®	G LL- 30	VCU I	LibertyLink®
G LL- 6	VCU I	LibertyLink®	G LL- 31	VCU I	LibertyLink®
G LL- 7	VCU I	LibertyLink®	G LL- 32	VCU I	LibertyLink®
G LL- 8	VCU I	LibertyLink®	G LL- 33	VCU I	LibertyLink®
G LL- 9	VCU I	LibertyLink®	G LL- 34	VCU I	LibertyLink®
G LL- 10	VCU I	LibertyLink®	G LL- 35	VCU I	LibertyLink®
G LL- 11	VCU I	LibertyLink®	G LL- 36	VCU I	LibertyLink®
G LL- 12	VCU I	LibertyLink®	G LL- 37	VCU I	LibertyLink®
G LL- 13	VCU I	LibertyLink®	G LL- 38	VCU II	LibertyLink®
G LL- 14	VCU I	LibertyLink®	G LL- 39	VCU II	LibertyLink®
G LL- 15	VCU I	LibertyLink®	G LL- 40	VCU II	LibertyLink®
G LL- 16	VCU I	LibertyLink®	G LL- 41	VCU II	LibertyLink®
G LL- 17	VCU I	LibertyLink®	G LL- 42	VCU II	LibertyLink®
G LL- 18	VCU I	LibertyLink®	G LL- 43	VCU II	LibertyLink®
G LL- 19	VCU I	LibertyLink®	G LL- 44	VCU II	LibertyLink®
G LL- 20	VCU I	LibertyLink®	G LL- 45	VCU II	LibertyLink®
G LL- 21	VCU I	LibertyLink®	G LL- 46	VCU II	LibertyLink®
G LL- 22	VCU I	LibertyLink®	G LL- 47	VCU II	LibertyLink®
G LL- 23	VCU I	LibertyLink®	G LL- 48	VCU II	LibertyLink®
G LL- 24	VCU I	LibertyLink®	G LL- 49	VCU II	LibertyLink®
G LL- 25	VCU I	LibertyLink®	G LL- 50	VCU II	LibertyLink®
G LL- 26	VCU I	LibertyLink®	BS1519LL	Testemunha	LibertyLink®
G LL- 27	VCU I	LibertyLink®	BS2599LL	Testemunha	LibertyLink®

O experimento foi conduzido em lavouras comerciais no ano agrícola 2015/2016, em cinco fazendas produtoras de soja em dois estados do Brasil: quatro no Rio Grande do Sul e uma em Santa Catarina, conforme descrito na Tabela 1. Estas fazendas foram

escolhidas por estarem nas regiões produtoras dos estados, permitindo uma amostragem representativa destes ambientes de produção, visualizada na Figura 2.

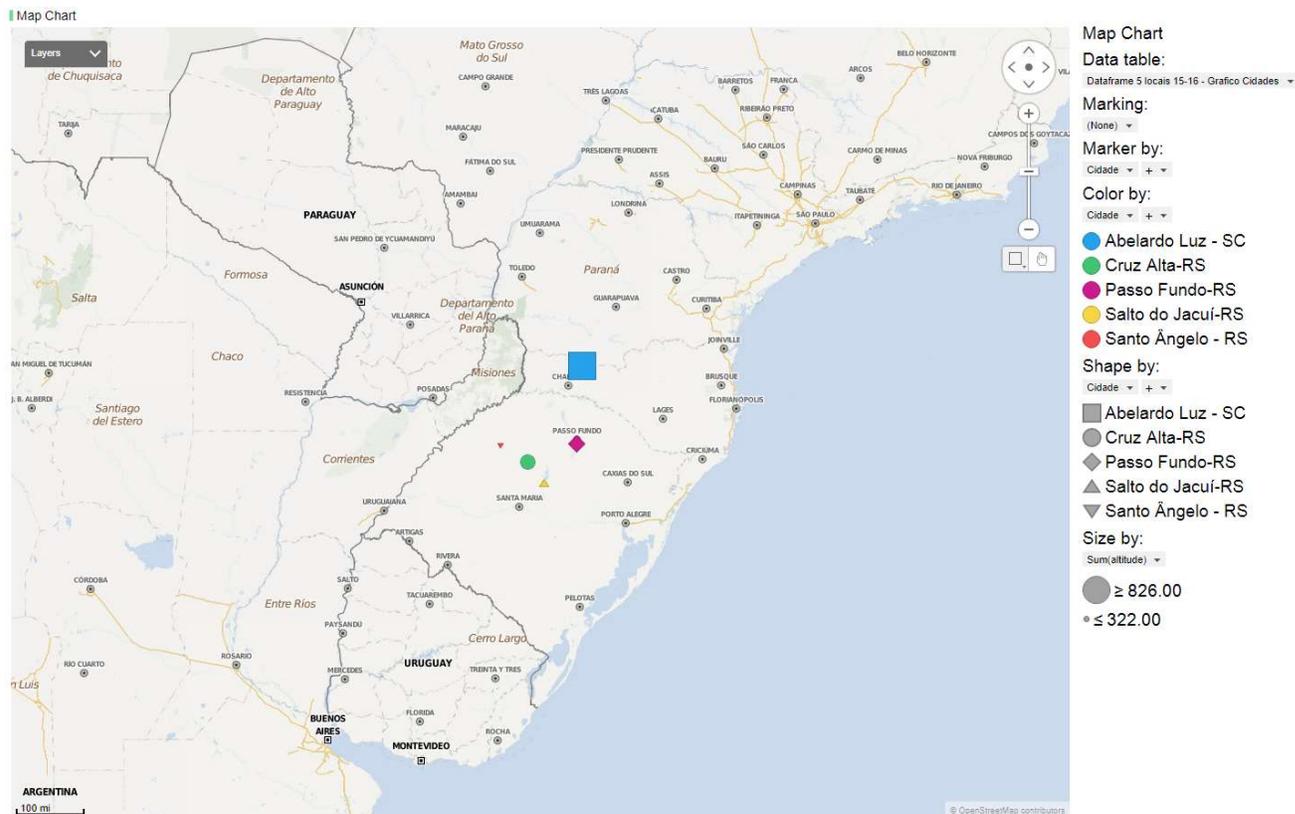
Em todos os locais os ensaios foram semeados sobre palhada remanescente das culturas de inverno. Foi realizada uma dessecação prévia com dose de 2.040 L de i.a há⁻¹ glifosate, a adubação de semeadura foi realizada via sulco, com 350 kg há⁻¹ da formulação 02-20-20 (N-P-K).

Os controles fitossanitários foram realizados de acordo com o padrão fazenda para controle de pragas e doenças para não perder a identidade da região produtora. Com exceção do controle de ervas daninhas em pós-emergente, que foi aplicado em uma única vez na dose de 750 ml há⁻¹, glufosinate devido os genótipos serem da tecnologia LibertyLink®.

Tabela 1. Dados de localizações geográficas, altitude em nível do mar, datas de plantio do experimento de soja com a tecnologia LibertyLink® no ano agrícola 2015/2016

Locais	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Plantio
Santo Ângelo - RS	-54,26300	-28,29900	322	30/10/2015
Salto do Jacuí - RS	-53,21300	-29,08800	389	01/11/2015
Cruz Alta - RS	-53,60600	-28,63900	530	28/10/2015
Passo Fundo - RS	-52,40700	-28,26300	569	01/11/2015
Abelardo Luz - SC	-52,28774	-26,58551	826	27/10/2015

Figura 2. Distribuição das cidades no Brasil referente à altitude e localização no mapa do país.



O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três repetições, quatro linhas de cinco metros por parcela, considerando-se como parcela útil apenas as duas linhas centrais. O espaçamento utilizado foi de 0,50 m entre linhas. Os plantios ocorreram mecanicamente com a plantadeira a vácuo, regulada para semeadura de treze sementes por metro linear.

A avaliação para as seis variáveis foi realizada em conformidade com os Requisitos mínimos para determinação do Valor de Cultivo e Uso de Soja (*Glycine max*) para inscrição no Registro Nacional de Cultivares – RNC – Ministério da Agricultura.

As avaliações estão descritas abaixo:

- 1) Ciclo vegetativo: número de dias da emergência à floração (50% das plantas com flores);
- 2) Ciclo total: número de dias da emergência à maturação. (Obs.: maturação: 95% das vagens secas);

- 3) Altura das plantas (cm); medição realizada em três plantas representativas da parcela, utilizando trena.
- 4) Altura de inserção das vagens inferiores (cm). (Obs.: avaliadas na área útil); sendo medição realizada em três plantas representativas da parcela, utilizando uma trena.
- 5) Grau de acamamento: uma nota padronizada para toma de dado a campo conforme abaixo: (sendo convertido em arco seno, para melhor visualização dos dados neste experimento).
 - 1 – Todas ou quase todas as plantas eretas;
 - 2 – Todas ou quase todas as plantas levemente inclinadas ou até 25% das plantas acamadas;
 - 3 – Todas as plantas medianamente inclinadas ou de 25 a 50% das plantas acamadas;
 - 4 – Todas as plantas fortemente inclinadas ou de 50 a 80% das plantas acamadas;
 - 5 – Mais de 80% das plantas acamadas.
- 6) A produtividade das cultivares e linhagens (PROD) foi calculada a partir do rendimento da área útil das parcelas de 5 m² (colheita das duas linhas centrais da parcela) padronizado para 13% de umidade e transformado em quilogramas por hectare.

Os procedimentos estatísticos nos modelos mistos constituíram-se da análise de deviance, contemplando no modelo aleatório os parâmetros g e ga . O modelo matemático na forma matricial corresponde a:

$$y = Xr + Zg + Wi + e \quad (1)$$

em que:

y : é o vetor de dados;

r : é o vetor dos efeitos de repetições (assumidos como fixos) somados à média geral;

g : é o vetor dos efeitos genotípicos (assumidos como aleatórios);

i : é o vetor dos efeitos da interação genótipos x ambientes (assumidos como aleatórios);

e : é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios). As letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos.

Para representar este modelo, utilizou-se o software Selegen REML/BLUP (RESENDE, 2007), com o modelo 54, que representa o delineamento de blocos completos para grupos de experimentos com interação genótipos x ambientes para estudos de estabilidade e adaptabilidade – Método MHPRVG.

A significância dos efeitos do modelo foi estimada pela análise de deviance. As deviances foram obtidas por meio de análises com e sem os efeitos do genótipo e genótipos x ambientes. Em seguida, subtraiu-se de cada deviance do modelo completo a deviance sem o referido efeito, confrontando-a com o valor do qui-quadrado com um grau de liberdade, 1% e 5% de probabilidade. Conforme recomendações de Resende (2007). Matematicamente:

$$LRT = -2\ln\left(\frac{MV \text{ do modelo reduzido}}{MV \text{ do modelo completo}}\right)$$

em que:

\ln é o logaritmo neperiano e MV é máxima verossimilhança.

Os valores genotípicos de estabilidade foram obtidos utilizando a média harmônica dos valores genotípicos (MHVG) demonstrados na equação (2). Para adaptabilidade, foi empregada a performance relativa dos valores genotípicos (PRVG), equação (3). E para avaliar simultaneamente a estabilidade, a adaptabilidade, produtividade e o ciclo total, foi empregada a média harmônica da performance relativa dos valores genotípicos (MHPRVG) para todos os genótipos, equação (4), conforme as equações seguintes:

$$MHVG_i = \frac{1}{\sum_{i=1}^I \frac{1}{VG_j}}, \quad (2)$$

$$PRVG = \frac{1}{I} \left(\frac{\sum VG_i}{M_i} \right) \text{ ou } PRVG_{ij} = \frac{VG_{ij}}{VG_j}, \quad (3)$$

$$MHPRVG_i = \frac{1}{\sum_{i=1}^I \frac{1}{PRVG_{ij}}}, \quad (4)$$

em que:

l : número de locais;

VG : valor genotípico;

i : genótipos;

VG_{ij} : valor genotípico da cultivar i no ambiente j e VG_j corresponde à média genotípica no ambiente j .

Os Componentes de Variância (REML Individual) são interpretados desta forma:

V_g : variância genotípica;

V_{int} : variância da interação genótipos x ambientes;

V_e : variância residual;

V_f : variância fenotípica individual;

$h_{2g} = h^2$: herdabilidade de parcelas individuais no sentido amplo, ou seja, dos efeitos genotípicos totais.

$c_{2int} = c^2$: coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipos x ambientes;

h_{2mg} : herdabilidade da média de genótipo, assumindo sobrevivência completa;

Ac_{gen} : acurácia da seleção de genótipos, assumindo sobrevivência completa;

rg_{loc} : correlação genotípica entre o desempenho nos vários ambientes;

$CV_{gi}\%$: coeficiente de variação genotípica;

$CV_e\%$: coeficiente de variação residual;

Média geral do experimento.

Para determinar o coeficiente de variação relativa aplicou-se a fórmula $CV_r = \frac{CV_{g\%}}{CV_e\%}$

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de deviance conjunta entre locais referentes às fontes de variação dos efeitos de Genótipos e das Interações com locais, para a seis variáveis apresentou valores significativos via Teste da Razão de Verossimilhança pelo teste de Qui-quadrado ao nível de 1% apenas para Ciclo Vegetativo, Ciclo Total e Grau de Acamamento, sendo significativo ao nível de 1% para genótipos apenas para altura das plantas e para a fonte de variação Genótipos x Locais a 1% de significância para produtividade, e não sendo significativo para altura de inserção das vagens inferiores para ambos os efeitos testados. As fontes de variação mensuradas como efeito aleatórios estão contidas no modelo analisado na LRT na Tabela 2.

Tabela 2. Análise de deviance (ANADEV) e significância pelo Teste da Razão de Verossimilhança (LRT) para os efeitos de genótipos e interações com locais para caracteres de 50 genótipos de soja avaliados em cinco cidades, Santo Ângelo - RS, Salto do Jacuí - RS, Cruz Alta - RS, Passo Fundo - RS e Abelardo Luz - PR no ano agrícola 20015/2016.

ANADEV		Efeito		
		Completo	Genótipos	Genótipo x Locais
Produtividade	Deviance	9684,34	9687,76 ‡	9783,75 ‡
	LRT (x^2)		3,42	99,41**
Ciclo Vegetativo	Deviance	-195,38	-21,81 ‡	904,7 ‡
	LRT (x^2)		173,57**	1100,08**
Ciclo Total	Deviance	502,45	558,97 ‡	1522,28 ‡
	LRT (x^2)		56,52**	1019,83**
Altura das Plantas	Deviance	961,49	985,44 ‡	961,50 ‡
	LRT (x^2)		22,95**	0,01
Grau de Acamamento	Deviance	-2451,15	-2382,32 ‡	-2202,51‡
	LRT (x^2)		68,83**	245,64**
Altura de inserção das vagens inferiores	Deviance	292,50	293,40 ‡	292,50 ‡
	LRT (x^2)		0,9	0,0

‡: Deviance do modelo ajustado sem os efeitos correspondentes.

* e **: Significativo pelo teste qui-quadrado com 1 grau de liberdade: a 5% (3,84) e 1% (6,63), respectivamente.

Tabela 3. Componentes de variância (REML Individual), coeficientes de determinação e coeficientes de variação referentes à análise conjunta por locais, envolvendo 50 genótipos testados em cinco locais para as características: Produtividade (PROD), Ciclo Vegetativo (CV), Ciclo total (CT), Altura das Plantas(ALT), Grau de Acamamento (ACAM) e Altura da Inserção das vagens inferiores no ano agrícola 2015/2016.

Efeitos	PROD	CV	CT	ALT	ACAM	AV
Vg	19526,976719 ^{NS}	9,418869 ^{**}	6,097297 ^{**}	117,366063 ^{**}	0,000219 ^{**}	0,915981 ^{NS}
Vint	133855,807537 ^{**}	10,46574 ^{**}	8,766465 ^{**}	16,618545 ^{NS}	0,000181 ^{**}	0,640851 ^{NS}
Ve	183687,355233	0,000065	0,030000	142,964065	0,000087	5,223522
Vf	337070	19,884674	14,893761	276,948674	0,000487	6,780354
h2g (%)	0,057931 +- 0,0253	0,473675 +- 0,1231	0,409386 +- 0,0853	0,423783 +- 0,1503	0,449800 +- 0,1008	0,135093 +- 0,1040
h2mg(%)	0,333544	0,729723	0,776338	0,688121	0,826911	0,238030
Acgen	0,577533	0,854238	0,881100	0,82953	0,9093	0,487884
c2int	0,397116	0,526322	0,588600	0,060006	0,3715	0,094516
rgloc	0,127309	0,473676	0,410212	0,875967	0,5477	0,588362
CVgi%	3,130832	5,318921	1,808047	10,940782	31,1360	6,860709
CVe%	9,602447	0,014018	0,126824	12,075094	19,6272	16,383531
Média geral	4463,316609	57,700000	136,571111	99,02	0,0476	13,950000

Efeitos Correspondentes: Variância genotípica (Vg); Variância da interação GXA (Vint); Variância residual (Ve); Variância fenotípica individual (Vf); Coeficiente de herdabilidade no sentido amplo (h2g); Coeficiente de determinação dos efeitos da interação GXA (c2int) Coeficiente da Herdabilidade da média do genótipo (h2mg); Acurácia da seleção de genótipos (Acgen); Correlação genotípica através do ambiente (rgloc); Coeficiente de variação genotípica (CVgi%); Coeficiente de variação residual (CVe%) e Média geral do experimento.

* e **: Significativo pelo teste qui-quadrado com 1 grau de liberdade: a 5% (3,84) e 1% (6,63) respectivamente.

Na Tabela 3, encontram-se as Estimativas dos componentes da variância (REML individual) os componentes de determinação, componentes de variância, coeficientes de variação, correlação e acurácia. Nos 5 locais para Ciclo total, acamamento e floração foi altamente significativa 1%, evidenciando a existência de variabilidade entre os genótipos analisados, para as características citadas.

O coeficiente de variação experimental (CVe%) foi de 9,6% para Produtividade, sendo esse valor considerado por Lucio et al. (1999) com base em 480 ensaios de competição de genótipo de soja, nos quais se identificou precisão média para os ensaios com CVe% na faixa de 9 a 15%. Este valor é esperado para produtividade, sendo este caráter significativamente influenciado pelas características edafoclimáticas. O valor obtido para coeficiente de variação genética (CVg%) foi de 3,13% para produtividade, 5,31% para ciclo vegetativo, 1,80% para ciclo total, 0,95% para altura, 31,3% para grau de acamamento, e 6,86% para altura de inserção da vagens inferiores, indicando que a fração mediana das variâncias genéticas foi extraída da variância fenotípica total, ou seja, quantifica a magnitude da variação genética disponível para seleção, sendo desejáveis valores altos (RESENDE; DUARTE, 2007).

A avaliação conjunta do CVg e CVe é refletida na estatística Acegn (RESENDE; DUARTE, 2007). A acurácia obtida foi 57,7% para produtividade, 85,4% para ciclo vegetativo, 88,1% para ciclo total, 82,95% para altura, 90,9% para grau de acamamento, com isto revela-se uma boa qualidade experimental.

Os valores estimados obtidos para herdabilidade no sentido amplo (h^2_g) foram: para produtividade 5%, ciclo vegetativo 47%, ciclo total 40%, altura 42%, grau de acamamento 44% e para altura da inserção 13%. Valores altos para coeficiente de herdabilidade e coeficiente de variação genético estão associados a uma maior variabilidade genética, maior acurácia seletiva e possibilidade de selecionar com sucesso linhagens de soja com boas características agrônômicas (STORCK; RIBEIRO, 2011). Nestes ensaios obtivemos baixos valores devido à baixa variabilidade genotípica.

Tabela 4. Coeficiente da Razão envolvendo 50 genótipos testados em cinco locais para as características: Produtividade (PROD), Ciclo Vegetativo (CV), Ciclo total (CT), Altura das Plantas (ALT), Grau de Acamamento (ACAM) e Altura da Inserção das vagens inferiores no ano agrícola 2015-2016

Efeitos	PROD	CV	CT	ALT	ACAM	AV
CVgi%	3,130832	5,318921	1,808047	10,940782	31,1360	6,860709
CVe%	9,602447	0,014018	0,126824	12,075094	19,6272	16,383531
CVr	0,33	379,44	14,26	0,91	1,59	0,42

Os valores obtidos para Coeficiente da Razão (Tabela 4) foram acima de 1 para as variáveis ciclo vegetativo, ciclo total e grau de acamamento, indicando condições favoráveis para seleção das características de maior interesse agrônomo, conforme (VENCOVSKY; BARRIGA, 1992) e propiciar inferências com alta acurácia e precisão (RESENDE; DUARTE, 2007).

5. Ranqueamento dos genótipos em todos os locais avaliados para os parâmetros de predições de efeitos genotípicos livres de interação (u +g), predição dos valores genotípicos capitalizando a interação média (u+g+gem), adaptabilidade de valores genotípicos (PRVG); estabilidade de valores genotípicos (MHVG), adaptabilidade e estabilidade de valores genotípicos (MHPRVG); e ganhos para o caráter produtividade de genótipos de soja avaliados em 5 locais no ano agrícola 2015/2016.

Seleção de Genótipos – Todos Locais							Estabilidade de Valores Genéticos		Adaptabilidade de Valores Genéticos			Estabilidade e Adaptabilidade de Valores Genéticos		
Ordem	Genótipo	g	u + g	Ganho	Nova Média	u+g+gem	Genótipo	MHVG	Genótipo	PRVG	PRVG*MG	Genótipo	MHPRVG	MHPRVG*MG
1	G LL- 47	159,84	4623,16	159,84	4623,16	4842,31	G LL- 47	4742,47	G LL- 47	1,09	4902,81	G LL- 47	1,09	4872,18
2	BS1519LL	140,78	4604,10	150,31	4613,63	4797,12	G LL- 41	4651,42	G LL- 49	1,07	4812,91	G LL- 41	1,07	4783,91
3	G LL- 49	124,33	4587,65	141,65	4604,97	4758,12	G LL- 49	4644,51	G LL- 41	1,07	4805,42	G LL- 49	1,06	4773,88
4	G LL- 41	121,19	4584,51	136,54	4599,85	4750,67	G LL- 21	4551,39	BS1519LL	1,06	4763,29	BS1519LL	1,06	4752,32
5	G LL-3	107,70	4571,01	130,77	4594,09	4718,67	G LL- 42	4546,94	G LL- 21	1,05	4704,29	G LL- 21	1,05	4690,88
6	G LL- 4	94,27	4557,59	124,69	4588,00	4686,84	G LL- 34	4526,86	G LL-3	1,05	4694,84	G LL-3	1,04	4682,28
7	G LL- 21	82,54	4545,86	118,67	4581,98	4659,03	BS1519LL	4519,73	G LL- 42	1,05	4688,86	G LL- 42	1,04	4654,23
8	G LL- 16	78,24	4541,56	113,61	4576,93	4648,84	G LL- 16	4510,70	G LL- 16	1,04	4682,59	G LL- 16	1,04	4653,23
9	G LL- 5	77,31	4540,63	109,58	4572,90	4646,62	G LL- 50	4492,37	G LL- 34	1,04	4671,39	G LL- 4	1,04	4649,22
10	G LL- 42	62,73	4526,05	104,89	4568,21	4612,06	G LL-3	4459,38	G LL- 4	1,04	4657,42	G LL- 34	1,04	4648,93
11	G LL- 34	61,63	4524,94	100,96	4564,28	4609,44	G LL- 4	4426,82	G LL- 50	1,04	4644,07	G LL- 50	1,03	4624,89
12	G LL- 50	54,84	4518,15	97,12	4560,43	4593,34	G LL- 30	4423,63	G LL- 5	1,03	4609,92	G LL- 5	1,02	4593,85
13	G LL- 30	54,19	4517,51	93,81	4557,13	4591,80	G LL- 20	4381,30	G LL- 30	1,03	4602,94	G LL- 30	1,02	4585,66
14	G LL- 45	52,33	4515,65	90,85	4554,17	4587,40	G LL- 17	4369,87	G LL- 15	1,02	4552,66	G LL- 15	1,01	4543,23
15	G LL- 15	50,39	4513,71	88,15	4551,47	4582,80	G LL- 23	4366,75	G LL- 28	1,01	4548,96	G LL- 17	1,01	4533,80
16	G LL- 28	49,31	4512,63	85,73	4549,04	4580,23	G LL- 5	4364,52	G LL- 17	1,01	4548,43	G LL- 20	1,01	4533,47
17	BS2599LL	48,64	4511,95	83,54	4546,86	4578,64	G LL- 25	4364,01	G LL- 20	1,01	4538,51	G LL- 28	1,01	4533,22
18	G LL- 11	42,20	4505,52	81,25	4544,56	4563,32	G LL- 26	4360,10	G LL- 25	1,01	4533,95	G LL- 25	1,01	4522,24
19	G LL- 17	31,89	4495,20	78,65	4541,97	4538,93	G LL- 22	4353,27	G LL- 11	1,01	4526,45	G LL- 26	1,01	4508,61
20	G LL- 12	28,01	4491,33	76,12	4539,43	4529,74	G LL- 28	4329,81	G LL- 45	1,01	4522,92	G LL- 11	1,00	4502,53
21	G LL- 25	23,15	4486,47	73,60	4536,91	4518,22	G LL- 15	4325,67	G LL- 26	1,01	4521,07	G LL- 22	1,00	4496,89
22	G LL- 20	20,31	4483,63	71,17	4534,49	4511,49	G LL- 13	4308,04	BS2599LL	1,01	4513,57	G LL- 45	1,00	4489,97
23	G LL- 18	15,82	4479,14	68,77	4532,08	4500,83	G LL- 27	4280,34	G LL- 22	1,01	4511,63	BS2599LL	1,00	4485,15
24	G LL- 32	14,72	4478,04	66,52	4529,83	4498,23	G LL- 11	4271,17	G LL- 23	1,00	4505,84	G LL- 12	1,00	4474,71
25	G LL- 26	10,95	4474,27	64,29	4527,61	4489,29	G LL- 12	4245,69	G LL- 12	1,00	4488,54	G LL- 23	0,99	4460,84

26	G LL- 39	7,11	4470,43	62,09	4525,41	4480,19	G LL- 45	4238,94	G LL- 13	1,00	4474,90	G LL- 13	0,99	4458,16
27	G LL- 22	6,90	4470,22	60,05	4523,37	4479,68	BS2599LL	4236,36	G LL- 18	1,00	4467,65	G LL- 18	0,99	4451,65
28	G LL- 40	-0,34	4462,97	57,89	4521,21	4462,5	G LL- 39	4231,94	G LL- 39	0,99	4452,01	G LL- 39	0,99	4443,28
29	G LL- 13	-3,68	4459,63	55,77	4519,09	4454,58	G LL- 18	4227,29	G LL- 32	0,99	4447,29	G LL- 32	0,99	4420,57
30	G LL- 7	-15,43	4447,88	53,40	4516,71	4426,72	G LL- 48	4210,20	G LL- 27	0,98	4414,58	G LL- 48	0,98	4393,82
31	G LL- 23	-16,92	4446,39	51,13	4514,44	4423,18	G LL- 32	4195,96	G LL- 48	0,98	4412,15	G LL- 40	0,98	4383,09
32	G LL- 10	-19,22	4444,09	48,93	4512,24	4417,73	G LL- 36	4184,52	G LL- 40	0,98	4409,38	G LL- 27	0,98	4381,68
33	G LL- 48	-22,99	4440,32	46,75	4510,07	4408,80	G LL- 14	4171,05	G LL- 7	0,98	4387,06	G LL- 7	0,97	4358,59
34	G LL- 44	-38,58	4424,73	44,24	4507,56	4371,82	G LL- 40	4145,88	G LL- 10	0,98	4374,13	G LL- 10	0,97	4356,89
35	G LL- 37	-41,82	4421,49	41,78	4505,10	4364,14	G LL- 7	4130,82	G LL- 14	0,97	4341,74	G LL- 14	0,97	4335,85
36	G LL- 35	-46,45	4416,86	39,33	4502,64	4353,18	G LL- 10	4128,56	G LL- 44	0,97	4338,65	G LL- 37	0,96	4318,91
37	G LL- 27	-50,86	4412,43	36,89	4500,21	4342,72	G LL- 24	4126,64	G LL- 37	0,97	4337,79	G LL- 44	0,96	4316,35
38	G LL- 14	-52,50	4410,82	34,54	4497,85	4338,83	G LL- 37	4105,42	G LL- 36	0,96	4319,78	G LL- 36	0,96	4294,85
39	G LL- 9	-68,73	4394,57	31,89	4495,21	4300,33	G LL- 44	4101,90	G LL- 8	0,96	4295,78	G LL- 8	0,95	4272,39
40	G LL- 8	-69,20	4394,17	29,36	4492,68	4299,22	G LL- 8	4085,42	G LL- 35	0,96	4288,68	G LL- 6	0,95	4259,52
41	G LL- 6	-70,02	4393,29	26,94	4490,25	4297,28	G LL- 6	4060,90	G LL- 6	0,96	4285,27	G LL- 35	0,95	4256,26
42	G LL- 43	-72,11	4391,26	24,58	4487,90	4292,34	G LL- 43	4042,90	G LL- 24	0,95	4274,65	G LL- 43	0,95	4251,12
43	G LL- 36	-85,14	4378,19	22,03	4485,34	4261,43	G LL- 9	4031,69	G LL- 43	0,95	4266,50	G LL- 24	0,95	4250,96
44	G LL- 24	-96,85	4366,41	19,33	4482,64	4233,67	G LL- 35	4024,04	G LL- 9	0,95	4258,21	G LL- 9	0,95	4243,90
45	G LL- 46	-98,53	4364,77	16,71	4480,02	4229,68	G LL- 31	4022,57	G LL- 46	0,94	4223,88	G LL- 46	0,94	4198,86
46	G LL- 33	-134,47	4328,83	13,42	4476,74	4144,47	G LL- 46	4010,39	G LL- 31	0,93	4164,49	G LL- 31	0,93	4151,87
47	G LL- 31	-139,55	4323,76	10,16	4473,48	4132,44	G LL- 33	3993,27	G LL- 33	0,93	4152,37	G LL- 33	0,92	4149,82
48	G LL- 38	-147,67	4315,63	6,88	4470,19	4113,17	G LL- 29	3915,33	G LL- 38	0,91	4105,86	G LL- 38	0,91	4093,05
49	G LL- 29	-160,09	4303,22	3,47	4466,79	4083,74	G LL- 38	3911,88	G LL- 29	0,91	4081,72	G LL- 29	0,91	4081,27
50	G LL- 19	-170,20	4293,11	0	4463,31	4059,77	G LL- 19	3839,42	G LL- 19	0,90	4037,75	G LL- 19	0,90	4026,98

* : refere-se à média geral, em todos os ambientes; os parâmetros em unidade de Kg ha-1 exceto para PRVG e MHPRVG; Ord: ordem crescente; Gen: Ranqueamento dos genótipos.

Segundo Resende (2004), para selecionar os genótipos a partir da produtividade, adaptabilidade e estabilidade deve-se procurar aqueles cuja a estimativa da MHPRVG seja igual ou acima de 1. Utilizando o ranqueamento MHPRVG*MG (Tabela 5) os dez genótipos que se destacaram com valores genótipos foram: G LL- 47, BS1519LL , G LL- 49, G LL- 41, G LL- 3, G LL- 4, G LL- 21, G LL- 16, G LL- 5, e G LL- 42. O G LL- 47 foi que apresentou o melhor valor genótipo predito, de 4623,16 kg há⁻¹, com ganho de 159. A nova média 4623,16 kg há⁻¹ e seu valor genótipo médio em todos os ambientes foi 4842,31 kg há⁻¹. O último colocado no ranqueamento foi do G LL-19, com valores genéticos preditos de 4293,11 kg há⁻¹. Observa-se que o ganho deste genótipo foi negativo e sua nova média foi de 4463,31 kg há⁻¹ e o valor genótipo médio para todos os ambientes foi de 4026,98 kg há⁻¹.

A BS1519LL foi a melhor testemunha, com o valor genótipo médio em todos os locais de 4797,12 kg há⁻¹, ocupando a segunda posição no ranqueamento. Evidencio-se, assim, que existe uma grande chance selecionar genótipos próximo ou melhores que a testemunha avaliada em todos os locais. Está seleção é baseada no valor genótipo predito para a média dos cinco locais, acumulando um efeito média da interação (u+g+gem).

Segundo o método MHVG, os dez melhores genótipos que possuem estabilidade e produtividade de grão são: G LL- 47, G LL- 41, G LL- 49, G LL- 21, G LL- 42, G LL- 34, BS1519LL, G LL- 16, G LL- 50 e G LL- 3. Essas linhagens foram ranqueadas pelos métodos PRVG e MHPRVG, com apenas a diferença de 1 genótipo, retirando o genótipo G LL- 50 e acrescentando o G LL- 4, e com pequenas mudança de ranqueamento de alguns genótipos. Esta mudança é ocorrida pelo método de MHVG, que contabiliza a instabilidade de cada genótipo. Segundo Resende (2007), quanto mais baixo o erro padrão da PRGV através dos locais, maior é a MHVG, implicando na seleção para produtividade e estabilidade.

Os valores de adaptabilidade para os dez melhores genótipos ranqueados foram: G LL- 47, G LL- 49, G LL- 41, G LL- 1, G LL- 21, G LL- 3, G LL- 42, G LL- 16, G LL- 34 e G LL- 4. A multiplicação do PRGV pela média geral (PRVG*MG) para o melhor genótipo G LL- 47 foi de 4902,81 kg há⁻¹, ocorrendo aumento médio de 8,9% na média geral resultante da seleção deste genótipo. Segundo Resende (2004), em termos de

adaptabilidade, os valores genótipos preditos (ou dados originais) são expressos como proporção da média geral de cada local e, posteriormente, obtém-se o valor médio desta proporção através dos locais. Ao Realizar a multiplicação dos valores da PRVG pela média geral obtém-se os valores na escala dos atributos mensurados. Neste caso, já se pode inferir sobre os genótipos mais adaptados pela coluna de PRVG*MG.

O método da Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genéticos (MPHRVG) predito é a melhor escolha, pois computa conjuntamente a estabilidade e a adaptabilidade. Os melhores genótipos são G LL- 47 (respondendo a 1,091 vezes a média dos locais, com superioridade de 9,1% em relação à média geral), 41 com 7,1%, G LL- 49 com 6,9%, G LL- 21 com G LL- 5,1%, G LL- 3 com G LL- 4,9%, G LL- 42 com 4,28%, G LL- 16 com 4,26%, G LL- 4 com 4,17% e G LL- 34 com 4,1%. Comprova-se com trabalhos de Sturion e Resende (2005), Oliveira e colaboradores (2005) e Carbonell e colaboradores (2007) que o método da MHPRVG apresenta a vantagem de fornecer resultados na própria escala e medição do caráter avaliado, os quais podem ser interpretados diretamente como valores genéticos, ou seja, a estimativa da MHPRVG multiplicada pela média geral (μ) fornece a própria média predita do genótipo quando plantado em outro ambiente, valor já penalizado pela instabilidade e capitalizado pela adaptabilidade.

As médias obtidas pelos genótipos para produtividade, bem como a mudança de ranqueamento nos cinco locais avaliados (Tabela 6), demonstram os efeitos da interação GxA. A melhor média para Santo Ângelo obtida foi o genótipo BS1519LL, para Salto do Jacuí, o G LL- 49, para Cruz Alta, o G LL- 45 com 6476,26 kg há⁻¹ – a qual foi também o local com a melhor média obtida, com 5733,5 kg há⁻¹ –, para Passo Fundo foi o genótipo G LL- 47 – o qual foi o local que proporcionou o maior ganho de interação, com 849,73 – e Abelardo Luz foi o genótipo G LL- 47 – local que menos proporcionou ganho com interação.

Tabela 6. Ordenamento dos genótipos de soja avaliados em Santo Ângelo - RS, Salto do Jacuí - RS, Cruz Alta - RS, Passo Fundo - RS e Abelardo Luz - SC no ano agrícola 2015/2016, apresentados os efeitos genotípicos (g+ge), os valores genotípicos preditos para os respectivos locais (u+g+ge) para característica produtividade

Ordem	Santo Ângelo - RS 2015/2016					Salto do Jacuí - RS 2015/2016					Cruz Alta - RS 2015/2016				
	Gen	g+Ge	u+g+ge	Ganho	N.média	Gen	g+Ge	u+g+ge	Ganho	N.média	Gen	g+Ge	u+g+ge	Ganho	N.média
1	BS1519LL	605,19	5455,30	605,19	5455,30	G LL- 49	497,18	4676,95	497,18	4676,95	G LL- 45	742,80	6476,26	742,80	6476,26
2	G LL- 11	564,92	5415,03	585,06	5435,16	G LL-3	487,91	4667,68	492,54	4672,32	G LL- 28	721,75	6455,20	732,28	6465,73
3	BS2599LL	443,94	5294,04	538,02	5388,12	G LL- 5	345,38	4525,15	443,49	4623,26	G LL- 32	598,28	6331,73	687,61	6421,06
4	G LL- 5	428,58	5278,69	510,66	5360,76	G LL- 41	290,28	4470,05	405,19	4584,96	BS2599L	597,85	6331,31	665,17	6398,62
5	G LL- 4	402,78	5252,88	489,08	5339,19	G LL- 34	289,22	4468,99	381,99	4561,76	G LL- 35	564,07	6297,53	644,95	6378,41
6	G LL- 15	366,64	5216,74	468,67	5318,78	G LL- 4	283,32	4463,09	365,55	4545,32	G LL- 30	534,05	6267,50	626,47	6359,92
7	G LL-3	310,50	5160,60	446,08	5296,18	G LL- 45	268,31	4448,08	351,66	4531,43	G LL- 16	514,86	6248,31	610,52	6343,98
8	G LL- 26	308,10	5158,21	428,83	5278,94	BS1519LL	263,82	4443,59	340,68	4520,45	BS1519L	477,38	6210,83	593,88	6327,33
9	G LL- 39	260,51	5110,62	410,13	5260,23	G LL- 47	241,76	4421,53	329,69	4509,46	G LL- 49	401,91	6135,36	572,55	6306,00
10	G LL- 18	226,36	5076,46	391,75	5241,86	G LL- 21	177,63	4357,40	314,48	4494,25	G LL- 17	383,48	6116,93	553,64	6287,10
11	G LL- 32	218,99	5069,10	376,05	5226,15	G LL- 15	170,29	4350,06	301,37	4481,14	G LL- 4	380,85	6114,30	537,93	6271,39
12	G LL- 8	218,06	5068,16	362,88	5212,99	G LL- 11	169,18	4348,95	290,36	4470,13	G LL- 5	362,86	6096,31	523,35	6256,80
13	G LL- 40	212,25	5062,35	351,29	5201,40	G LL- 22	165,44	4345,21	280,75	4460,52	G LL- 47	340,21	6073,66	509,26	6242,71
14	G LL- 12	203,88	5053,99	340,76	5190,87	G LL- 42	164,53	4344,30	272,45	4452,22	G LL- 40	325,47	6058,93	496,13	6229,58
15	G LL- 37	194,97	5045,08	331,04	5181,15	G LL- 40	141,69	4321,46	263,73	4443,50	G LL-3	299,83	6033,28	483,04	6216,50
16	G LL- 48	142,86	4992,97	319,28	5169,39	G LL- 26	132,57	4312,34	255,53	4435,30	G LL- 12	278,75	6012,20	470,28	6203,73
17	G LL- 41	140,98	4991,08	308,79	5158,90	G LL- 16	121,03	4300,80	247,62	4427,39	G LL- 15	261,46	5994,92	457,99	6191,45
18	G LL- 28	116,91	4967,01	298,13	5148,24	G LL- 48	105,56	4285,33	239,73	4419,50	G LL- 25	256,09	5989,55	446,78	6180,23
19	G LL- 50	116,90	4967,01	288,60	5138,70	G LL- 12	101,62	4281,40	232,46	4412,23	G LL- 13	213,40	5946,85	434,49	6167,95
20	G LL- 7	81,03	4931,14	278,22	5128,32	G LL- 20	97,08	4276,85	225,69	4405,46	G LL- 41	183,30	5916,76	421,93	6155,39
21	G LL- 34	67,48	4917,59	268,18	5118,29	G LL- 18	94,60	4274,37	219,45	4399,22	G LL- 9	165,86	5899,32	409,74	6143,19
22	G LL- 46	60,94	4911,05	258,76	5108,87	G LL- 46	91,77	4271,55	213,64	4393,41	G LL- 10	145,63	5879,09	397,73	6131,19
23	G LL- 45	56,32	4906,42	249,96	5100,07	G LL- 32	57,18	4236,95	206,84	4386,61	G LL- 39	72,34	5805,80	383,59	6117,04

24	G LL- 21	26,86	4876,97	240,66	5090,77	G LL- 37	57,02	4236,79	200,60	4380,37	G LL- 14	61,36	5794,81	370,16	6103,61	
25	G LL- 47	2,41	4852,52	231,13	5081,24	G LL- 8	40,14	4219,91	194,18	4373,95	G LL- 21	28,27	5761,73	356,49	6089,94	
26	G LL- 10	-11,87	4838,24	221,79	5071,89	G LL- 13	32,53	4212,30	187,96	4367,73	G LL- 18	19,50	5752,95	343,52	6076,98	
27	G LL- 43	-25,88	4824,22	212,62	5062,72	G LL- 27	24,36	4204,13	181,90	4361,67	G LL- 11	16,69	5750,14	331,42	6064,87	
28	G LL- 42	-40,35	4809,76	203,58	5053,69	G LL- 6	-7,96	4171,81	175,12	4354,89	G LL- 22	-23,35	5710,11	318,75	6052,20	
29	G LL- 20	-44,90	4805,20	195,01	5045,12	G LL- 28	-10,37	4169,40	168,73	4348,50	G LL- 44	-43,05	5690,41	306,27	6039,73	
30	G LL- 22	-55,18	4794,93	186,67	5036,78	G LL- 50	-22,66	4157,12	162,35	4342,12	G LL- 7	-48,91	5684,55	294,43	6027,89	
31	G LL- 6	-57,04	4793,06	178,81	5028,92	G LL- 10	-53,11	4126,66	155,40	4335,17	G LL- 20	-63,03	5670,43	282,90	6016,36	
32	G LL- 44	-99,78	4750,33	170,10	5020,21	G LL- 30	-71,03	4108,75	148,32	4328,09	G LL- 50	-238,80	5494,65	266,60	6000,05	
33	G LL- 30	-115,65	4734,46	161,45	5011,55	G LL- 36	-94,68	4085,09	140,96	4320,73	G LL- 34	-240,97	5492,49	251,22	5984,67	
34	G LL- 9	-118,00	4732,10	153,23	5003,33	G LL- 23	-104,26	4075,51	133,75	4313,52	G LL- 42	-266,19	5467,26	236,00	5969,45	
35	G LL- 25	-128,09	4722,02	145,19	4995,30	G LL- 24	-139,00	4040,78	125,95	4305,72	G LL- 37	-303,27	5430,18	220,59	5954,05	
36	G LL- 16	-152,81	4697,29	136,91	4987,02	G LL- 39	-144,21	4035,56	118,45	4298,22	G LL- 43	-329,51	5403,94	205,31	5938,77	
37	G LL- 38	-191,36	4658,75	128,04	4978,15	G LL- 14	-147,69	4032,08	111,26	4291,03	G LL- 24	-374,65	5358,80	189,64	5923,09	
38	G LL- 13	-229,39	4620,71	118,63	4968,74	BS2599LL	-153,32	4026,45	104,29	4284,06	G LL- 26	-388,06	5345,39	174,44	5907,89	
39	G LL- 14	-229,78	4620,33	109,70	4959,81	G LL- 43	-163,11	4016,66	97,44	4277,21	G LL- 19	-403,98	5329,47	159,60	5893,06	
40	G LL- 24	-256,23	4593,87	100,55	4950,66	G LL- 17	-165,39	4014,38	90,87	4270,64	G LL- 31	-412,11	5321,34	145,31	5878,76	
41	G LL- 35	-263,38	4586,73	91,67	4941,78	G LL- 25	-186,00	3993,77	84,11	4263,88	G LL- 33	-421,59	5311,87	131,48	5864,94	
42	G LL- 17	-271,40	4578,70	83,03	4933,14	G LL- 7	-234,15	3945,62	76,53	4256,31	G LL- 23	-464,44	5269,01	117,30	5850,75	
43	G LL- 27	-286,12	4563,98	74,44	4924,55	G LL- 38	-282,68	3897,09	68,18	4247,95	G LL- 29	-487,60	5245,85	103,23	5836,68	
44	G LL- 23	-335,14	4514,96	65,14	4915,24	G LL- 31	-300,76	3879,01	59,80	4239,57	G LL- 36	-487,91	5245,54	89,79	5823,25	
45	G LL- 49	-369,89	4480,21	55,47	4905,58	G LL- 44	-339,54	3840,23	50,92	4230,69	G LL- 48	-559,09	5174,36	75,37	5808,83	
46	G LL- 33	-390,84	4459,27	45,77	4895,87	G LL- 29	-418,25	3761,52	40,72	4220,49	G LL- 27	-563,54	5169,91	61,48	5794,94	
47	G LL- 29	-403,34	4446,77	36,21	4886,32	G LL- 33	-437,86	3741,91	30,54	4210,31	G LL- 6	-593,16	5140,30	47,56	5781,01	
48	G LL- 36	-525,28	4324,83	24,51	4874,62	G LL- 9	-450,23	3729,54	20,52	4200,29	G LL- 8	-716,79	5016,66	31,63	5765,08	
49	G LL- 19	-545,02	4305,09	12,89	4863,00	G LL- 35	-462,56	3717,21	10,66	4190,44	G LL- 38	-754,73	4978,72	15,58	5749,04	
50	G LL- 31	-631,62	4218,49	0,00	4850,11	G LL- 19	-522,58	3657,19	0,00	4179,77	G LL- 46	-763,60	4969,85	0,00	5733,45	
Média Geral			4850,1				Média Geral	4179,77				Média Geral	5733,5			

Tabela 6. Continuação... Ordenamento dos genótipos de soja avaliados

Ordem	Passo Fundo - RS 2015/2016					Abelardo Luz - SC 2015/2016				
	Gen	g+Ge	u+g+ge	Ganho	N.média	Gen	g+Ge	u+g+ge	Ganho	N.média
1	G LL- 47	819,73	3918,71	819,73	3918,71	G LL- 47	490,67	4944,94	490,67	4944,94
2	G LL- 42	705,06	3804,04	762,40	3861,38	G LL- 7	445,44	4899,71	468,05	4922,33
3	G LL- 41	694,64	3793,62	739,81	3838,79	BS1519LL	398,89	4853,17	445,00	4899,27
4	G LL- 49	680,07	3779,06	724,88	3823,86	G LL- 44	391,08	4845,35	431,52	4885,79
5	G LL- 23	660,21	3759,19	711,94	3810,92	G LL-3	318,27	4772,54	408,87	4863,14
6	G LL- 16	597,04	3696,02	692,79	3791,77	G LL- 50	315,22	4769,49	393,26	4847,54
7	G LL- 34	549,88	3648,86	672,38	3771,36	G LL- 6	273,54	4727,81	376,16	4830,43
8	G LL- 21	504,96	3603,94	651,45	3750,43	G LL- 48	273,09	4727,36	363,28	4817,55
9	G LL- 50	479,38	3578,37	632,33	3731,31	G LL- 49	264,60	4718,87	352,31	4806,58
10	G LL- 27	478,09	3577,07	616,91	3715,89	G LL- 21	240,73	4695,01	341,15	4795,43
11	G LL- 30	385,78	3484,76	595,90	3694,88	G LL- 18	188,57	4642,85	327,28	4781,56
12	G LL- 36	337,44	3436,43	574,36	3673,34	G LL- 42	180,59	4634,86	315,06	4769,33
13	G LL- 22	317,16	3416,14	554,57	3653,55	G LL- 4	164,30	4618,57	303,46	4757,73
14	G LL- 25	312,93	3411,91	537,31	3636,29	G LL- 17	154,73	4609,00	292,84	4747,11
15	G LL- 13	293,19	3392,17	521,04	3620,02	G LL- 41	127,42	4581,69	281,81	4736,08
16	G LL- 17	276,63	3375,61	505,76	3604,74	G LL- 39	110,41	4564,68	271,10	4725,37
17	G LL- 24	254,59	3353,57	490,99	3589,97	G LL- 10	107,79	4562,06	261,49	4715,76
18	G LL- 20	252,12	3351,10	477,72	3576,70	G LL- 43	103,27	4557,54	252,70	4706,97
19	G LL- 26	201,68	3300,66	463,19	3562,17	G LL- 11	84,44	4538,71	243,85	4698,12
20	G LL- 31	90,03	3189,01	444,53	3543,51	G LL- 34	64,95	4519,22	234,90	4689,17
21	G LL- 14	46,61	3145,59	425,58	3524,56	G LL- 12	54,33	4508,60	226,30	4680,57
22	G LL- 28	32,21	3131,19	407,70	3506,68	G LL- 23	42,99	4497,26	217,97	4672,24
23	BS1519LL	-76,45	3022,54	386,65	3485,63	G LL- 35	36,60	4490,87	210,08	4664,36
24	G LL- 4	-113,71	2985,27	365,80	3464,79	BS2599LL	22,12	4476,40	202,25	4656,52

25	G LL- 33	-125,06	2973,92	346,17	3445,15	G LL- 25	19,57	4473,84	194,94	4649,22
26	G LL- 3	-139,85	2959,14	327,48	3426,46	G LL- 8	4,83	4459,10	187,63	4641,90
27	G LL- 15	-170,26	2928,72	309,04	3408,02	G LL- 20	-0,42	4453,85	180,67	4634,94
28	G LL- 5	-209,53	2889,45	290,52	3389,50	G LL- 5	-10,82	4443,45	173,83	4628,10
29	G LL- 39	-214,69	2884,29	273,10	3372,08	G LL- 37	-19,10	4435,17	167,18	4621,45
30	G LL- 48	-234,96	2864,03	256,16	3355,15	G LL- 15	-30,73	4423,54	160,58	4614,85
31	G LL- 32	-244,48	2854,50	240,01	3339,00	G LL- 45	-57,75	4396,52	153,54	4607,81
32	G LL- 29	-275,90	2823,08	223,89	3322,87	G LL- 9	-65,65	4388,62	146,69	4600,96
33	G LL- 12	-306,50	2792,48	207,82	3306,80	G LL- 38	-67,72	4386,56	140,19	4594,46
34	BS2599LL	-334,02	2764,96	191,88	3290,86	G LL- 19	-74,30	4379,97	133,88	4588,15
35	G LL- 11	-334,95	2764,03	176,83	3275,81	G LL- 30	-90,76	4363,51	127,46	4581,73
36	G LL- 18	-341,44	2757,54	162,43	3261,42	G LL- 46	-104,07	4350,20	121,03	4575,30
37	G LL- 9	-346,79	2752,19	148,67	3247,65	G LL- 26	-124,42	4329,85	114,40	4568,67
38	G LL- 44	-366,11	2732,87	135,12	3234,11	G LL- 16	-152,58	4301,69	107,37	4561,64
39	G LL- 8	-366,62	2732,36	122,26	3221,24	G LL- 33	-218,71	4235,56	99,01	4553,28
40	G LL- 45	-389,30	2709,68	109,47	3208,45	G LL- 36	-238,88	4215,39	90,56	4544,83
41	G LL- 10	-416,36	2682,63	96,65	3195,63	G LL- 27	-255,70	4198,57	82,12	4536,39
42	G LL- 40	-421,61	2677,37	84,31	3183,29	G LL- 40	-261,88	4192,39	73,93	4528,20
43	G LL- 35	-425,36	2673,62	72,45	3171,44	G LL- 28	-275,95	4178,32	65,79	4520,06
44	G LL- 37	-425,42	2673,57	61,14	3160,12	G LL- 29	-312,57	4141,70	57,19	4511,46
45	G LL- 7	-426,35	2672,63	50,31	3149,29	G LL- 22	-322,24	4132,03	48,76	4503,03
46	G LL- 43	-439,54	2659,44	39,66	3138,64	G LL- 14	-352,87	4101,41	40,03	4494,30
47	G LL- 6	-445,45	2653,53	29,34	3128,32	G LL- 13	-353,38	4100,89	31,66	4485,93
48	G LL- 46	-453,07	2645,91	19,28	3118,27	G LL- 31	-399,73	4054,54	22,67	4476,94
49	G LL- 38	-454,04	2644,94	9,63	3108,61	G LL- 32	-455,39	3998,88	12,91	4467,19
50	G LL- 19	-471,63	2627,35	0,00	3098,98	G LL- 24	-632,81	3821,46	0,00	4454,27
Média Geral			3099			Média Geral		4454,3		

A produtividade média de soja obtida nos vários ambientes de teste é o critério de recomendação de cultivares, em programas de melhoramento de soja que buscam selecionar genótipos de adaptação ampla. Sendo que Genótipos de adaptação ampla facilitam o processo de transferência de tecnologia e a logística de produção de sementes, para fins de seleção e indicação de genótipos de soja, pode ser verificada a partir de estudos de interações GxA (ALLARD; BRADSHAW, 1964; RAMALHO; SANTOS; ZIMMERMANN, 1993; ALLIPRANDINI et al., 1994; CARVALHO et al., 2002).

Na Tabela 7, contempla-se o resultado por genótipos para as variáveis estudadas.

Utilizando os efeitos significativos da Tabela 1, identificou-se o genótipo com maior e menor resultado na sua característica, obtendo-se para produtividade o G LL- 47 e o G LL- 19, para ciclo vegetativo G LL- 26 e G LL- 3, ciclo total G LL- 49 e a BS1519LL, altura das plantas G LL- 29 e G LL- 37 e grau de acamamento G LL- 29 e G LL- 39.

Tabela 7. Seleção de Genótipos em todos locais, considerando-se 50 genótipos testados para as 6 variáveis ano agrícola 2015/2016

Ordem	Genótipo	Produtividade Kg há ⁻¹				Ciclo Vegetativo (dias)					Ciclo total (dias)				
		u + g	Ganho	Nova Média	u+g+gem	Genótipo	u + g	Ganho	Nova Média	u+g+gem	Genótipo	u + g	Ganho	Nova Média	u+g+gem
1	G LL- 47	4623,16	159,85	4623,16	4842,31	G LL- 26	61,68	3,98	61,68	63,16	G LL- 49	142,44	5,87	142,44	144,13
2	BS1519LL	4604,10	150,32	4613,63	4797,12	G LL- 36	61,68	3,98	61,68	63,16	G LL- 47	141,67	5,48	142,06	143,13
3	G LL- 49	4587,66	141,66	4604,97	4758,12	G LL- 29	61,20	3,82	61,52	62,49	G LL- 42	139,34	4,58	141,15	140,13
4	G LL- 41	4584,51	136,54	4599,86	4750,67	G LL- 24	60,95	3,68	61,38	62,16	G LL- 36	139,03	4,05	140,62	139,73
5	G LL-3	4571,02	130,77	4594,09	4718,68	G LL- 28	60,71	3,55	61,25	61,83	G LL- 41	138,72	3,67	140,24	139,33
6	G LL- 4	4557,59	124,69	4588,01	4686,85	G LL- 27	60,47	3,42	61,12	61,49	G LL- 23	138,72	3,41	139,99	139,33
7	G LL- 21	4545,86	118,67	4581,99	4659,03	G LL- 21	60,22	3,29	60,99	61,16	G LL- 50	138,56	3,21	139,78	139,13
8	G LL- 16	4541,57	113,62	4576,93	4648,84	BS2599LL	60,22	3,19	60,89	61,16	G LL- 16	138,25	3,02	139,59	138,73
9	G LL- 5	4540,63	109,58	4572,90	4646,63	G LL- 23	60,22	3,12	60,82	61,16	G LL- 24	138,25	2,87	139,44	138,73
10	G LL- 42	4526,05	104,90	4568,22	4612,06	G LL- 17	60,22	3,06	60,76	61,16	G LL- 25	138,10	2,74	139,31	138,53
11	G LL- 34	4524,95	100,97	4564,28	4609,44	G LL- 20	59,98	2,99	60,69	60,83	G LL- 13	137,94	2,61	139,18	138,33
12	G LL- 50	4518,16	97,12	4560,44	4593,34	G LL- 16	59,98	2,93	60,63	60,83	G LL- 27	137,94	2,51	139,08	138,33
13	G LL- 30	4517,51	93,82	4557,14	4591,81	G LL- 47	59,50	2,84	60,54	60,16	G LL- 45	137,79	2,41	138,98	138,14
14	G LL- 45	4515,65	90,86	4554,17	4587,41	G LL- 49	59,50	2,77	60,47	60,16	G LL- 34	137,79	2,32	138,89	138,13
15	G LL- 15	4513,71	88,16	4551,48	4582,81	G LL- 33	59,50	2,70	60,40	60,16	G LL- 14	137,78	2,25	138,82	138,13
16	G LL- 28	4512,63	85,73	4549,05	4580,24	G LL- 34	59,50	2,65	60,35	60,16	G LL- 26	137,63	2,18	138,75	137,94
17	BS2599LL	4511,96	83,55	4546,87	4578,64	G LL- 50	59,25	2,58	60,28	59,83	G LL- 17	137,32	2,09	138,66	137,54
18	G LL- 11	4505,52	81,25	4544,57	4563,38	G LL- 25	59,25	2,52	60,22	59,83	G LL- 35	137,32	2,02	138,59	137,54
19	G LL- 17	4495,21	78,66	4541,97	4538,93	G LL- 13	59,25	2,47	60,17	59,83	G LL- 43	137,32	1,95	138,52	137,54
20	G LL- 12	4491,33	76,12	4539,44	4529,74	G LL- 44	59,01	2,42	60,12	59,49	G LL- 9	137,32	1,89	138,46	137,53
21	G LL- 25	4486,48	73,60	4536,92	4518,23	G LL- 41	59,01	2,36	60,06	59,49	G LL- 22	137,32	1,84	138,41	137,53
22	G LL- 20	4483,64	71,18	4534,50	4511,49	G LL- 7	58,52	2,29	59,99	58,83	G LL- 11	137,17	1,78	138,35	137,34
23	G LL- 18	4479,14	68,77	4532,09	4500,84	G LL- 22	58,52	2,23	59,93	58,83	G LL- 44	137,01	1,72	138,29	137,14
24	G LL- 32	4478,04	66,52	4529,84	4498,24	G LL- 14	58,28	2,16	59,86	58,49	G LL- 28	137,01	1,67	138,24	137,14
25	G LL- 26	4474,27	64,30	4527,61	4489,29	G LL- 30	58,28	2,10	59,80	58,49	G LL- 30	137,01	1,62	138,19	137,13

26	G LL- 39	4470,43	62,10	4525,42	4480,19	G LL- 45	58,04	2,03	59,73	58,16	G LL- 39	137,01	1,57	138,14	137,13		
27	G LL- 22	4470,22	60,05	4523,37	4479,69	G LL- 9	57,79	1,96	59,66	57,83	G LL- 18	136,85	1,53	138,10	136,94		
28	G LL- 40	4462,97	57,90	4521,21	4462,50	G LL- 11	57,79	1,89	59,59	57,83	G LL- 20	136,85	1,48	138,05	136,94		
29	G LL- 13	4459,63	55,77	4519,09	4454,58	G LL- 43	57,79	1,83	59,53	57,83	G LL- 21	136,85	1,44	138,01	136,94		
30	G LL- 7	4447,88	53,40	4516,72	4426,73	G LL- 31	57,79	1,77	59,47	57,83	G LL- 29	136,85	1,40	137,97	136,93		
31	G LL- 23	4446,39	51,13	4514,45	4423,18	G LL- 42	57,79	1,72	59,42	57,83	G LL- 33	136,23	1,34	137,92	136,13		
32	G LL- 10	4444,09	48,93	4512,25	4417,73	G LL- 35	57,55	1,66	59,36	57,49	G LL- 31	136,08	1,29	137,86	135,93		
33	G LL- 48	4440,32	46,75	4510,07	4408,80	G LL- 15	57,55	1,60	59,30	57,49	BS2599LL	135,92	1,23	137,80	135,74		
34	G LL- 44	4424,73	44,24	4507,56	4371,83	G LL- 18	57,55	1,55	59,25	57,49	G LL- 7	135,92	1,17	137,74	135,74		
35	G LL- 37	4421,49	41,78	4505,10	4364,15	G LL- 19	57,31	1,50	59,20	57,16	G LL- 6	135,77	1,12	137,69	135,54		
36	G LL- 35	4416,87	39,33	4502,65	4353,18	G LL- 12	57,31	1,44	59,14	57,16	G LL- 10	135,61	1,06	137,63	135,34		
37	G LL- 27	4412,45	36,90	4500,21	4342,72	G LL- 39	57,31	1,39	59,09	57,16	G LL- 19	135,46	1,00	137,57	135,13		
38	G LL- 14	4410,81	34,54	4497,86	4338,83	G LL- 10	57,06	1,34	59,04	56,83	G LL- 38	135,46	0,94	137,52	135,13		
39	G LL- 9	4394,58	31,89	4495,21	4300,34	G LL- 6	55,85	1,26	58,96	55,16	G LL- 12	134,99	0,88	137,45	134,54		
40	G LL- 8	4394,11	29,37	4492,68	4299,22	G LL- 8	55,12	1,16	58,86	54,16	G LL- 15	134,68	0,81	137,38	134,13		
41	G LL- 6	4393,29	26,94	4490,26	4297,28	G LL- 38	54,63	1,06	58,76	53,49	G LL- 4	134,37	0,74	137,31	133,73		
42	G LL- 43	4391,21	24,58	4487,90	4292,34	G LL- 48	54,39	0,96	58,66	53,16	G LL- 40	134,06	0,66	137,23	133,33		
43	G LL- 36	4378,17	22,03	4485,35	4261,43	G LL- 37	54,14	0,85	58,55	52,83	G LL- 5	133,90	0,58	137,15	133,13		
44	G LL- 24	4366,46	19,33	4482,65	4233,67	G LL- 46	53,90	0,74	58,44	52,49	G LL- 46	133,75	0,50	137,08	132,94		
45	G LL- 46	4364,78	16,71	4480,03	4229,69	G LL- 32	53,90	0,64	58,34	52,49	G LL- 8	133,75	0,43	137,00	132,94		
46	G LL- 33	4328,84	13,42	4476,74	4144,47	G LL- 5	52,68	0,52	58,22	50,83	G LL- 48	133,44	0,35	136,92	132,54		
47	G LL- 31	4323,77	10,17	4473,49	4132,44	BS1519LL	52,44	0,40	58,10	50,49	G LL- 37	133,28	0,28	136,85	132,34		
48	G LL- 38	4315,64	6,88	4470,20	4113,17	G LL- 40	52,44	0,28	57,98	50,49	G LL- 32	132,82	0,19	136,76	131,74		
49	G LL- 29	4303,23	3,47	4466,79	4083,74	G LL- 4	52,44	0,17	57,87	50,49	G LL-3	132,35	0,10	136,67	131,14		
50	G LL- 19	4293,11	0,00	4463,32	4059,77	G LL-3	49,52	0,00	57,70	46,49	BS1519LL	131,57	0,00	136,57	130,14		
				Média Geral	4463,32					Média Geral	57,70					Média Geral	136,5

Tabela 7 Continuação...Seleção de Genótipos em todos locais,

Ordem	Altura das Plantas (cm)					Grau de Acamamento					Altura da Inserção das vagens inferiores (cm)				
	Genótipo	u + g	Ganho	Nova Média	u+g+gem	Genótipo	u + g	Ganho	Nova Média	u+g+gem	Genótipo	u + g	Ganho	Nova Média	u+g+gem
1	G LL- 29	114,60	15,58	114,60	115,34	G LL- 29	0,07	0,03	0,07	0,08	G LL- 45	15,39	1,44	15,39	15,89
2	G LL- 36	114,60	15,58	114,60	115,34	G LL- 10	0,07	0,02	0,07	0,07	G LL- 14	14,80	1,14	15,09	15,09
3	G LL- 49	113,23	15,12	114,14	113,90	G LL- 30	0,07	0,02	0,07	0,07	G LL- 31	14,80	1,04	14,99	15,09
4	G LL- 43	113,00	14,84	113,86	113,66	BS2599LL	0,07	0,02	0,07	0,07	BS2599LL	14,20	0,85	14,80	14,29
5	G LL- 30	110,70	14,21	113,23	111,26	G LL- 49	0,07	0,02	0,07	0,07	G LL- 7	14,20	0,73	14,68	14,29
6	G LL- 35	110,25	13,71	112,73	110,78	G LL- 41	0,07	0,02	0,07	0,07	G LL- 9	14,20	0,65	14,60	14,29
7	G LL- 47	109,79	13,29	112,31	110,29	G LL- 28	0,07	0,02	0,07	0,07	G LL- 12	14,20	0,59	14,54	14,29
8	G LL- 24	109,56	12,95	111,97	110,05	G LL- 16	0,07	0,02	0,07	0,07	G LL- 13	14,20	0,55	14,50	14,29
9	G LL- 27	108,64	12,58	111,60	109,09	G LL- 43	0,06	0,02	0,07	0,07	G LL- 15	14,20	0,51	14,46	14,29
10	BS2599LL	106,80	12,10	111,12	107,17	G LL- 14	0,06	0,02	0,07	0,06	G LL- 16	14,20	0,49	14,44	14,29
11	G LL- 33	106,80	11,71	110,73	107,17	G LL- 36	0,06	0,02	0,07	0,06	G LL- 17	14,20	0,47	14,42	14,29
12	G LL- 13	105,43	11,26	110,28	105,73	G LL- 47	0,06	0,02	0,07	0,06	G LL- 19	14,20	0,45	14,40	14,29
13	G LL- 23	105,20	10,87	109,89	105,49	G LL- 26	0,06	0,02	0,06	0,06	G LL- 23	14,20	0,43	14,38	14,29
14	G LL- 25	105,20	10,54	109,56	105,49	G LL- 35	0,06	0,02	0,06	0,06	G LL- 24	14,20	0,42	14,37	14,29
15	G LL- 44	105,20	10,25	109,27	105,49	G LL- 50	0,06	0,02	0,06	0,06	G LL- 25	14,20	0,41	14,36	14,29
16	G LL- 14	104,97	9,98	109,00	105,25	G LL- 24	0,05	0,02	0,06	0,06	G LL- 26	14,20	0,40	14,35	14,29
17	G LL- 31	104,97	9,74	108,76	105,25	G LL- 13	0,05	0,01	0,06	0,05	G LL- 27	14,20	0,39	14,34	14,29
18	G LL- 9	104,28	9,49	108,51	104,53	G LL- 25	0,05	0,01	0,06	0,05	G LL- 28	14,20	0,38	14,33	14,29
19	G LL- 40	103,13	9,21	108,23	103,33	G LL- 34	0,05	0,01	0,06	0,05	G LL- 29	14,20	0,38	14,33	14,29
20	G LL- 41	102,91	8,94	107,96	103,09	G LL- 19	0,05	0,01	0,06	0,05	G LL- 30	14,20	0,37	14,32	14,29
21	G LL- 21	102,22	8,67	107,69	102,37	G LL- 27	0,05	0,01	0,06	0,05	G LL- 33	14,20	0,36	14,31	14,29
22	G LL- 17	100,38	8,34	107,36	100,45	G LL- 33	0,05	0,01	0,06	0,05	G LL- 34	14,20	0,36	14,31	14,29
23	G LL- 28	100,15	8,02	107,04	100,21	G LL- 18	0,05	0,01	0,06	0,05	G LL- 36	14,20	0,35	14,30	14,29
24	G LL- 26	100,15	7,74	106,76	100,21	G LL- 31	0,05	0,01	0,06	0,05	G LL- 40	14,20	0,35	14,30	14,29
25	G LL- 4	99,69	7,45	106,47	99,73	G LL- 11	0,05	0,01	0,06	0,05	G LL- 43	14,20	0,35	14,30	14,29

26	G LL- 34	99,47	7,19	106,21	99,49	G LL- 23	0,05	0,01	0,06	0,05	G LL- 44	14,20	0,34	14,29	14,29		
27	G LL- 5	99,47	6,94	105,96	99,49	G LL- 44	0,05	0,01	0,06	0,05	G LL- 47	14,20	0,34	14,29	14,29		
28	G LL- 45	99,24	6,70	105,72	99,25	G LL- 22	0,05	0,01	0,06	0,04	G LL- 49	14,20	0,33	14,28	14,29		
29	G LL- 16	97,86	6,42	105,44	97,80	G LL- 20	0,04	0,01	0,06	0,04	G LL- 50	14,20	0,33	14,28	14,29		
30	BS1519LL	97,40	6,16	105,18	97,32	G LL- 40	0,04	0,01	0,06	0,04	G LL- 46	13,60	0,31	14,26	13,48		
31	G LL- 19	97,40	5,91	104,93	97,32	G LL- 17	0,04	0,01	0,06	0,04	BS1519LL	13,60	0,29	14,24	13,48		
32	G LL- 7	96,25	5,63	104,65	96,12	G LL- 42	0,04	0,01	0,06	0,04	G LL-3	13,60	0,27	14,22	13,48		
33	G LL-3	95,11	5,35	104,37	94,92	G LL- 4	0,04	0,01	0,06	0,04	G LL- 4	13,60	0,25	14,20	13,48		
34	G LL- 10	94,88	5,07	104,09	94,68	G LL- 5	0,04	0,01	0,05	0,04	G LL- 5	13,60	0,23	14,18	13,48		
35	G LL- 22	93,27	4,76	103,78	93,00	G LL- 7	0,04	0,01	0,05	0,04	G LL- 6	13,60	0,22	14,17	13,48		
36	G LL- 6	93,04	4,46	103,48	92,76	G LL- 21	0,04	0,01	0,05	0,04	G LL- 8	13,60	0,20	14,15	13,48		
37	G LL- 20	92,58	4,16	103,18	92,28	G LL- 9	0,04	0,01	0,05	0,04	G LL- 11	13,60	0,19	14,14	13,48		
38	G LL- 15	92,35	3,88	102,90	92,04	BS1519LL	0,04	0,01	0,05	0,03	G LL- 20	13,60	0,17	14,12	13,48		
39	G LL- 46	90,06	3,55	102,57	89,64	G LL-3	0,04	0,01	0,05	0,03	G LL- 21	13,60	0,16	14,11	13,48		
40	G LL- 48	89,83	3,23	102,25	89,40	G LL- 45	0,04	0,00	0,05	0,03	G LL- 22	13,60	0,15	14,10	13,48		
41	G LL- 38	89,37	2,92	101,94	88,92	G LL- 6	0,03	0,00	0,05	0,03	G LL- 35	13,60	0,13	14,08	13,48		
42	G LL- 42	87,77	2,58	101,60	87,24	G LL- 12	0,03	0,00	0,05	0,03	G LL- 38	13,60	0,12	14,07	13,48		
43	G LL- 12	87,54	2,25	101,27	87,00	G LL- 48	0,03	0,00	0,05	0,03	G LL- 39	13,60	0,11	14,06	13,48		
44	G LL- 8	86,85	1,93	100,95	86,28	G LL- 8	0,03	0,00	0,05	0,03	G LL- 41	13,60	0,10	14,05	13,48		
45	G LL- 39	86,39	1,60	100,62	85,79	G LL- 15	0,03	0,00	0,05	0,03	G LL- 42	13,60	0,09	14,04	13,48		
46	G LL- 32	86,16	1,29	100,31	85,55	G LL- 32	0,03	0,00	0,05	0,03	G LL- 48	13,60	0,08	14,03	13,48		
47	G LL- 11	85,24	0,97	99,99	84,59	G LL- 37	0,03	0,00	0,05	0,03	G LL- 10	13,01	0,06	14,01	12,68		
48	G LL- 18	84,33	0,64	99,66	83,63	G LL- 38	0,03	0,00	0,05	0,03	G LL- 18	13,01	0,04	13,99	12,68		
49	G LL- 50	83,87	0,32	99,34	83,15	G LL- 46	0,03	0,00	0,05	0,03	G LL- 32	13,01	0,02	13,97	12,68		
50	G LL- 37	83,41	0,00	99,02	82,67	G LL- 39	0,02	0,00	0,05	0,02	G LL- 37	13,01	0,00	13,95	12,68		
				Média Geral	99,02					Média Geral	0,0476					Média Geral	13,95

6 CONCLUSÕES

Ao se considerar as etapas e resultados do presente trabalho, constatou-se que o método (MHPRVG) predito foi eficiente para estimar a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos avaliados.

As linhagens G LL- 3 e G LL- 4 são sugeridas para uso comercial nas cidades de Santo Ângelo - RS, Passo Fundo - RS, Cruz Alta - RS, Salto do Jacuí - RS e Abelardo Luz - SC devido a apresentarem uma alta adaptabilidade e estabilidade produtiva estimadas pelo método MHPRVG, considerado as características observadas em relação à média para os caracteres avaliados.

Recomenda-se para VCU II as linhagens G LL- 21, G LL- 16, G LL- 34, G LL- 5, G LL- 30, G LL- 15, G LL- 17, G LL- 20, G LL- 28, G LL- 25, G LL- 26, G LL- 11, G LL- 22.

Recomenda-se também a utilização das linhagens G LL- 47 para cruzamento com fins de produtividade, para o ciclo total G LL- 21 e acamamento G LL- 21 e G LL-39, e integrar as características desejáveis incluindo adaptabilidade e estabilidade produtiva G LL- 3 e G LL-4 ao Programa de Melhoramento de soja *LibertyLink*® para as cidades Santo Ângelo - RS, Passo Fundo - RS, Cruz Alta - RS, Salto do Jacuí - RS e Abelardo Luz - SC.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOVE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ÓLEOS VEGETAIS. **Estatística mensal do complexo soja** – Novembro de 2015. 2015. Disponível em: <http://abiove.org.br/site/?page=estatistica&area=NC0yLTE>. Acesso em: 30 de abril 2018.

ALBRECHT, L.P.; MISSIO, R.F. **Manejo de cultivos transgênicos**. Palotina, PR: UFPR, 2013, 139 p.

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

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

ALLIPRANDINI, L.F.; TOLEDO, J.F.F.; FONSECA JÚNIOR, N.; ALMEIDA, L.; KIIHL, S. Efeitos da interação genótipo x ambiente sobre a produtividade da soja no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 29, n. 9, p. 1433-1444, set. 1994.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE SOJA 2016. Disponível em: www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-soja-2016/#24. Acessado em: 22 de março 2018.

ARANTES, F.C. **Interação genótipo x ambiente, adaptabilidade e estabilidade em genótipos de cana-de-açúcar**. 2013. 94 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, 2013. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/102848>.

BACKES, R.L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C.D.; TEIXEIRA, R.C. de. Estimativas de parâmetros genéticos em populações F5 e F6 de soja. **Ceres**, Viçosa, v. 49, n. 282, p. 201-216, fev. 2002.

BARROS, H.; SEDIYAMA, T; TEIXEIRA, R; REISR, M; Al. Ambiência - **Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**. v. 6, n. 1, p. 75-88, jan./abr., 2010.

BEARD, P.; KNOWLES, P.F. Frequency of cross-pollination of soybean after seed irradiation. **Crop Science**. v.11, p.489-492, 1971.

BERNADO, R. Prediction of maize single-cross performance using RFLPs and information from related hybrids. **Crop Science**, v. 34, p. 20-25, 1994.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de Plantas**. Viçosa: Editora UFV, 2009. 529p.

BRASIL, E.M.; CHAVES, L.J. Utilización de un modelo cuadrático para el estudio de la respuesta de cultivares a la variación ambiental. In: **CONGRESSO**

LATINOAMERICANO DE GENÉTICA, 11, 1994, Monterrey. Memórias. Monterrey: Associação Latinoamericana de Genética, 61p.

CARBONELL, S.A.M.; CHIORATO, A.F.; RESENDE, M.D.V.; DIAS, L.A.S.; BERALDO, A.L.A.; PERINA, E.F. Estabilidade de cultivares e linhagens de feijoeiro em diferentes ambientes no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p.193-201, 2007.

CARVALHO, C.G.P. de; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F. de; ALMEIDA, L.A.de A.; KIIHL, R.A. de S.; OLIVEIRA, M.F. de. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 989-1000, 2002.

CARVALHO, F.T.; VELINI, E.D. Periodos de interferência de plantas daninha na cultura da soja I – Cultivar IAC 11. **Planta Daninha**, v. 19, n. 3, p.317-322, 2001.

CÉLERES. **Informativo Céleres** - segundo levantamento de adoção da biotecnologia agrícola no Brasil, safra 2016/2017, março de 2017, 2017. Disponível em: <http://www.celeres.com.br/2o-levantamento-de-adoacao-da-biotecnologia-agricola-no-brasil-safra-201617/>. Acesso em 19 mar 2017.

CIB – **Conselho de Informações sobre Biotecnologia**. Disponível em: http://cib.org.br/20-anos-de-transgenicos-no-brasil/?gclid=CjwKCAjwwPfVBRBiEiwAdkM0HXpmaosBiMDy-rWThUOnApVKGtZ2yrb3bzhSnEkAaTQZAIGJmA GtBoCahwQAvD_BwE. Acessado em: 21 de março de 2018.

COMISSAO TECNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANCA - CTNBio. **Parecer Técnico nº 2286/2010**. 2010. Disponível em: < <http://www.ctnbio.gov.br/index.php/content/view/14751.html>>. Acesso em: 13 de maio de 2018.

CORREA A. M. et al. Estimates of genetic parameters in common bean genotypes. **Crop Breeding and Applied Biotechnonology**. Londrina, v.3, n.3, p.233-230, jul./set. 2003.

CONSTANTIN, J. Métodos de manejo. In: OLIVEIRA JR, R.S., CONSTANTIN, J., INOUE, M.H. (Ed). **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Ominipax, 2011. P. 67-78.

CRUZ, C.D.; TORRES, R.A. de; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.12, n.2, p.56-80, 1989.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2004. 480p.

DAHER, R.F.; PEREIRA, M.G.; JUNIOR, A.T.A.; PEREIRA, A.V.; LÉDO, F.J.S.; DAROS, M. Estabilidade da produção forrageira em clones de capim-elefante. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v.27, n.4, p.788-797, 2003.

DUARTE, J.B. **Estudo da adaptabilidade e estabilidade fenotípica em linhagens e cultivares de feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris* L.)** 1988. 155p. Tese (M.S.), Goiânia, UFGO, 1988.

DUARTE, J.B.; VENCOVSKY, R. **Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise AMMI**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1999. 60p.

DUARTE, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. Correlation among yield stability parameters in common bean. **Crop Science**, Madison, v.35, n.3, p.905-912, 1995.

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa da Soja. **Recomendações Técnicas para cultura de soja na região central do Brasil –2000/01**. Londrina, 2000. 245p. (Documentos, 146).

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa da Soja**. 2017. Disponível em: www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos. Acesso em: 24 de março de 2018.

EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa da Soja**. 2018. Disponível em: www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos. Acesso em: 24 de março de 2018.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to Quantitative Genetics**. Fourth edition. Longman, Harlow. 1996. 464p.

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

FEHR, W. R. **Principles of Cultivar Development**. 3^a ed. v.1 Ames: Macmillan Publishing Company, 1993. 527p.

FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plantbreeding program. **Austr. J. Agric. Res**, v.6, n.4, p. 742-754, 1963.

HOGG, R.V.; CRAIG, A.T. **Introduction to mathematical statistics**. New York: Macmillan Co., 1965. 388p.

ISAAAA. **International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications**. 2017. Disponível em: <http://www.isaaa.org/gmapprovaldatabase/crop/default.asp?CropID=19&Crop=Soybean>. Acessado em: 22 de março de 2018.

KANG, M.S.; GAUCH JR., H.G **Genotype-by-environment interaction**. Boca Raton, FL: CRC Press, 1996.

KARAM, D.; MELHORANÇA, A.L.; OLIVEIRA, M. F. **Plantas daninhas na cultura do milho**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. 8p.

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

KOSLOWSKI, L.A.; RONZELLI JÚNIOR, P.; PURÍSSIMO, C.; DAROS, E.; KOEHLER, H.S. Interferência das plantas daninhas na cultura do feijoeiro comum em sistema de semeadura Direta. **Planta Daninha**, v. 20, p. 213-220, 2002.

LAVORANTI, O.J. **Estabilidade e adaptabilidade fenotípica através da Reamostragem “Bootstrap” no modelo AMMI**. 2003. 166p. Tese (Doutorado em Agronomia) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.68, n.1, p.193-198, 1988.

LÚCIO, A.D.; STORCK, L.; BANZATTO, D.A. Classificação dos experimentos de competição de cultivares quanto a sua precisão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.5, p.99-103, 1999.

MAGARI, R.; KANG, M.S. SAS Stable: stability analysis of balanced and unbalanced data. **Agronomy Journal**, Madison. v. 89, n. 5, p. 929-932, 1997.

MATIELLO, R.R.; RONZELLI JÚNIOR, P.; PURÍSSIMO, C. Mecanismos de resistência: fatores biológicos, agrônômicos e genéticos. In: Curso de manejo da resistência de plantas daninhas aos herbicidas, 2., 1999, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: AECG, 1999. p. 27-40.

MEROTTO JR, A.; ALMEIDA, M.L. DE; FUCHS, O. Aumento no rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 27, p. 549-554, 1997.

MÜLLER, L. Taxionomia e morfologia. In: MYASAKA, S.; MEDINA, J. C., (eds). **A soja no Brasil**. 1 ED. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p.65-104.

OERK, E.C. Crop losses to pest. **Journal of Agricultural Science**, n. 144, p31-43, 2006.

OLIVEIRA, R.; RESENDE, M.D.V.; DAROS, E.; BESPALHOK FILHO, J.C.; ZAMBON, J.L.; IDO, O.; KOEHLER, H. Genotypic evaluation and selection of sugarcane clones in three environments in the state of Paraná. **Crop breeding and applied biotechnology**, Viçosa, v. 5, n. 4, p. 426-434, 2005.

OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N.; DAN, H.A.; BRAZ, G.B.P.; JUMES, T.M.C.; SANTOS, G.; CONSTANTIN, J.; OLIVEIRA JUNIOR, R.S. Manejo de *Conyza bonariensis* com glyphosate + 2,4-D e amonio-glufosinate em função do estágio de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Umuarama, v. 9, n. 3, p. 73-80, 2010.

OLIVEIRA JR, R.S.; CONSTANTIN, J.; INOUE, M.H. **Biologia e manejo de plantas daninhas**. Curitiba: Omnipax, 2011. 248 p.

POWLES, S.B. Evolution in action: glyphosate-resistant weeds threaten world crops. **Outlooks on Pest Management** 19(6): 256-259, 2008.

PERKINS, J.M.; JINKS, J.L. Environmental and genotype environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. **Heredity**, London, v. 23, n. 3, p. 339-356, 1968.

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

RESENDE, M.D.V. de. **Software Selegen-REML/BLUP**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 67p. (Embrapa Florestas. Documentos, 77).

RESENDE, M. D. V. **Métodos Estatísticos Ótimos na Análise de Experimentos de Campo**. Colombo: Embrapa Florestas, Ed. 1, 2004, 57 p. (Documentos, 100).

RESENDE, M.D.V. de; DUARTE, J.B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.37, p.182-194, 2007.

RESENDE, M.D.V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo: Embrapa Florestas. 2007. 561p.

ROCHA, M.M; VELLO, N.A. **Interação genótipos e locais para rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação**. Bragantia, Campinas, v. 58, n. 1, p. 69-81, 1999.

ROSSE, L.N.; VENCOSKY, R. **Modelo de regressão não-linear aplicado ao estudo da estabilidade fenotípica de genótipos de feijão no Estado do Paraná**. Bragantia, Campinas, v.59, n.1, p.99-107, 2000.

SEDIYAMA, T.; MATSUO, E.; OLIVEIRA, R.C.T.; GLASENAPP, J.S. Origem e evolução. In: SEDIYAMA, T. (Ed.). **Melhoramento genético de soja**. Londrina, PR: Mecenias, 2015. 563p.

SEDIYAMA, T; TEIXERA, R. de C.; REIS, M.S. Melhoramento da Soja. In: BORÉM, A. (Ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005. p.553-604.

SHUKLA, G.K. **Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability**. Heredity, London, v. 29, n. 2, p. 237-245, 1972.

SILVA, A.A.; SILVA, J.F.; FERREIRA, F.A.; FERREIRA, L.R. **Controle de plantas daninhas**. Brasília, DF: ABEAS, módulo 3, 2000. 260p.

SILVA, F.; BORÉM, A.; SEDIYAMA, T.; LUDKE, W. **Melhoramento da Soja**. Viçosa: Editora UFV, p. 9-416. 2017.

SILVA, J.G.C.; BARRETO, J.N. An application of segmented linear regression to the study of genotypes environment interaction. **Biometrics**, Washington, v. 41, n. 4, p. 1093, 1986.

SILVA, J.G.C. Análise da adaptabilidade por regressão segmentada com estimação da junção dos segmentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.7, p.1013-1029, 1998.

STANSFIELD, E.D.; **Genética**. São Paulo: McGraw-hill do Brasil, 1974. 958 p.

STORCK, L.; RIBEIRO, N.D. Valores genéticos de linhas puras de soja preditos com o uso do método de Papadakis. **Bragantia**, v.70, p.753-758, 2011.

STORCK, L.; VENCOVSKY, R. Stability analysis on a bi-segmented discontinuous model with measurement errors in the variables. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.17, n.1, p.75-81, 1994.

STURION, J.A.; RESENDE, M.D.V. Seleção de progênies de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) para produtividade, estabilidade e adaptabilidade temporal de massa foliar. **Boletim de pesquisa florestal**, Colombo, n. 50, p. 37-51, 2005.

VAN SCHAİK, P.H.; PROBST, A.H. Effects of some environmental factors on flower production and reproductive efficiency in soybeans. **Agronomy Journal**, v.50, p.192-197, 1958.

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

VERNETTI, F. J. Origem da espécie, introdução e disseminação no Brasil. In: **Soja: planta, clima, pragas, moléstias e invasoras**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. p.3-123.

VIDAL, R.A. **Herbicidas**: Mecanismo de ação e resistência de plantas. Porto Alegre: Ribas Vidal, 1997. 165p.

YAN, W.; Kang, M.S. **GGE biplot Analysis**: A Graphical Tool for Breeders, Geneticists, and Agronomists. Boca Raton, FL: CRC Press. 2003.