

UniRV - UNIVERSIDADE DE RIO VERDE
FACULDADE DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA NA
REGIÃO CENTRO-OESTE

ADRIANO RODRIGUES CÂMARA

Magister Scientiae

RIO VERDE
GOIÁS - BRASIL

2015

ADRIANO RODRIGUES CÂMARA

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA NA
REGIÃO CENTRO-OESTE**

Dissertação apresentada à UniRV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*

**RIO VERDE
GOIÁS - BRASIL**

2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)
Elaborada por Izaura Ferreira Neta - Bibliotecária CRB1-2771

C172i Câmara, Adriano Rodrigues.

Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja na região Centro-Oeste /
Adriano Rodrigues Câmara - 2015.
45f. : tabs.

Orientador: Prof. Dr. Gustavo André Simon.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-
Graduação em Produção Vegetal da Universidade de Rio Verde, UniRV –
Campus Rio Verde, 2015.

Não inclui Biografia.

Inclui índice de tabelas.

1. *Glycine max* (L.) Merrill. 2. Produtividade de grãos. 3. Soja. I. Título.
II. Autor. III. Orientador.

CDU: 633.15

ADRIANO RODRIGUES CÂMARA

No Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade de Rio Verde (UnirV) pela oportunidade de realização do curso mencionado.

Do seu orientador, Prof. Gustavo André Simon, pelo interesse, apoio, orientação, compreensão, compreensão e amizade.

**ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA NA REGIÃO
CENTRO OESTE**

professores que nos ensinaram durante o curso: Prof. Fátima Guerra, Alberto Lobo de Lemos Barros, Alessandro Guerra da Silva, Antônio Joaquim Braga Pereira Braz, Carlos César Evangelista de Moraes, Gustavo André Simon, Humberto Dias Campos, João Paulo Belarmino Mendes, Maria Dolores Barbosa de Mello, Odilon Lemos de Mello Filho.

Dissertação apresentada à UnirV – Universidade de Rio Verde, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiarum*.

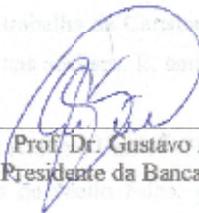
A secretária do Programa, Rosine Néida Araujo, pelo prestado e bom atendimento.

A todos os colegas de graduação, pela convivência e companheirismo.

A todos os membros da Banca Examinadora, Prof. Fátima Guerra, Alberto Lobo de Lemos Barros, Alessandro Guerra da Silva, Antônio Joaquim Braga Pereira Braz, Carlos César Evangelista de Moraes, Gustavo André Simon, Humberto Dias Campos, João Paulo Belarmino Mendes, Maria Dolores Barbosa de Mello, Odilon Lemos de Mello Filho, pelo interesse, apoio, orientação, compreensão, compreensão e amizade.

APROVAÇÃO: 15 de maio de 2015

A todos os colegas de trabalho, especialmente Dra. Rosine Néida Araujo, pelo auxílio nas atividades administrativas, e todos os colegas do curso, pelo interesse, apoio, orientação, compreensão, compreensão e amizade.



Prof. Dr. Gustavo André Simon
Presidente da Banca Examinadora



Prof. Dr. Alessandro Guerra da Silva
Membro – FA/UnirV



Prof. Dr. Antonio Joaquim Braga Pereira Braz
Membro – FA/UnirV



Dr. Odilon Lemos de Mello Filho
Membro – Embrapa Soja

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade de Rio Verde (UniRV), pela oportunidade de realização do curso mestrado.

Ao meu orientador, Prof. Gustavo André Simon, pelo enorme apoio, dedicação, conhecimento empregado e amizade.

Aos professores do Programa de Pós Graduação da UniRV, especialmente aos professores que nos ministraram disciplinas: Adeney de Freitas Bueno, Alberto Leão de Lemos Barroso, Alessandro Guerra da Silva, Antônio Joaquim Braga Pereira Braz, Carlos César Evangelista de Menezes, Gustavo André Simon, Hercules Diniz Campos, June Faria Scherrer Menezes, Maria Dolores Barbosa Lima, Marcos André Silva Souza e Vinícius de Melo Benites.

A secretária do Programa, Rizzia Ribeiro Arantes, pela presteza e bom atendimento.

A todos os colegas de mestrado, pela convivência e companheirismo.

A Caraiba Genética Ltda., pela utilização dos dados e pelo apoio incondicional para realização deste mestrado. Bem como os pesquisadores, Renato Barboza Rolim e Ricardo Magnavaca, pelo imenso conhecimento transmitido.

A todos os colegas de trabalho da Caraiba Genética Ltda., especialmente Dra. Renata Cristina Alvares, pelo auxílio nas análises. E, também, o colega Samuel Leandro Soares, pela dedicação e compromisso.

Ao grande amigo, Luiz Antônio Cardoso Júnior, pela amizade e companheirismo.

Ao Dr. Odilon Lemos de Mello Filho, pela amizade e enorme contribuição neste trabalho.

A minha esposa, Tainara Aparecida Ferreira Coutinho Câmara, pela imensa ajuda, amor e companheirismo.

A todos os familiares, principalmente meus pais, Solino Câmara Filho e Jane Rodrigues Câmara, por todo amor, apoio e incentivos aos estudos.

A Deus, fonte inesgotável de sabedoria, força e alegria, por tudo que tem me dado e confiado, bem como todos aqui não citados que contribuíram para realização deste mestrado.

"Tudo o que temos de decidir é o que fazer com o tempo que nos é dado."

J.R.R. Tolkien

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	iv
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1. Importância econômica e produção da soja.....	2
2.2. Contribuição no melhoramento para o aumento do rendimento de grãos.....	2
2.3. Interação genótipo por ambiente.....	3
2.4. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica.....	4
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	5
3.1 Regiões edafoclimáticas de implementação dos ensaios.....	5
3.2 Linhagens e cultivares avaliados.....	7
3.3. Delineamento experimental.....	7
3.4. Condução dos experimentos.....	7
3.5 Análises estatísticas.....	8
3.5.1 Método de Wricke (1965).....	8
3.5.2 Método de Eberhart & Russell (1966).....	9
3.5.3 Método de Lin & Binns (1988).....	9
3.5.4 Método de Cruz et al. (1989).....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	10
4.1 Análise de variância individual e conjunta.....	10
4.2. Análises de adaptabilidade e estabilidade.....	18
5. CONCLUSÕES.....	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Regiões edafoclimáticas – municípios e localização geográfica dos locais de avaliação dos genótipos de soja.....	6
TABELA 2	Genótipos avaliados, tipos de crescimento, grupos de maturidade (GM) e obtentor, respectivamente.....	8
TABELA 3	Resumo das análises de variância individual para produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) de 13 genótipos de soja, avaliados em 8 locais nas microrregiões 301, 302, 303, 304 e 401, nas safras 2012/2013 e 2013/2014.....	14
TABELA 4	Resumo da análise de variância conjunta para rendimento de grãos (kg ha ⁻¹) de 13 genótipos de soja nos 16 ambientes das microrregiões sojícolas 301, 302, 303, 304 e 401, nas safras agrícolas 2012/2013 e 2013/2014.....	15
TABELA 5	Médias de produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) de 13 genótipos de soja em 8 ambientes, na safra 2012/2013.....	16
TABELA 6	Médias de produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) de 13 genótipos de soja em 8 ambientes, na safra 2013/2014.....	17
TABELA 7	Análise de estabilidade de 13 genótipos de soja nas safras 2012/2013 e 2013/2014, nas microrregiões sojícolas 301, 302, 303, 304 e 401, quanto à produtividade de grãos (kg ha ⁻¹) pelo método proposto por Wricke (1965), também denominado “ecovalidade”.....	19
TABELA 8	Estimativa dos coeficientes de β_0 , β_{1i} e $\sigma^2(d_i)$ utilizando o método de Eberhart e Russell (1966) para produtividade (kg ha ⁻¹) de grãos de 13 genótipos de soja, nas safras 2012/2013 e 2013/2014, nas microrregiões sojícolas 301, 302, 303, 304 e 401.....	21
TABELA 9	Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 13 genótipos de soja, nas safras 2012/2013 e 2013/2014, nas microrregiões sojícolas 301, 302, 303, 304 e 401, pela metodologia de Lin e Binns (1988).....	22
TABELA 10	Índices ambientais (I_j) e $T(I_j)$ obtidos utilizando o método de Cruz et al. (1989).....	24

TABELA 11	Estimativa dos coeficientes de β_0 , β_{1i} e β_{2i} de 13 genótipos de soja utilizando o método de Cruz et al. (1989) para produtividade de grãos (kg ha^{-1}), nas safras 2012/2013 e 2013/2014, em 8 locais nas microrregiões sojícolas 301, 302, 303, 304 e 401.....	24
-----------	---	----

RESUMO

Câmara, Adriano Rodrigues, M.S., Universidade de Rio Verde, Maio de 2015. **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja na região Centro-Oeste.** Orientador: Prof. Dr. Gustavo André Simon.

A soja é a cultura agrícola brasileira que mais cresceu nas últimas décadas, destacando-se como a mais plantada na região central do Brasil. Dentro dessa perspectiva, os programas de melhoramento têm concentrado seus esforços na disponibilização de cultivares produtivas, estáveis e com adaptabilidade a diversos ambientes, para atender as necessidades dos produtores. Sabendo que, a expressão fenotípica é diretamente influenciada pela interação genótipos por ambientes, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica de linhagens de soja, quanto à produção de grãos na região central do Brasil. Foram instalados experimentos em oito locais da região Centro-Oeste, em duas safras agrícolas, 2012/2013 e 2013/2014, no delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos de onze linhagens e duas cultivares comercialmente utilizadas (FMT Anta82 RR e NA5909RG). Utilizou-se as metodologias de adaptabilidade e estabilidade de Wricke (1965), Eberhart & Russell (1966), Lin & Binns (1988) e Cruz et al. (1989). O resultado da análise de variância conjunta mostrou os efeitos significativos para as fontes de variação genótipos (G), interação anos por locais (A x L) e a interação genótipos por anos por locais (G x A x L). Ocorreu interação significativa entre os genótipos e ambientes, o que demonstra haver comportamento não coincidente das linhagens e cultivares nos variados locais de avaliação. Observando o desempenho dos genótipos em cada ambiente, destacam-se a linhagem CG56-4626CRR (T11) e a cultivar FMT Anta82 RR (T12) com médias de produtividade de grãos elevadas na maioria dos locais avaliados. Os resultados também sugerem que são promissoras as linhagens CG06-1139B02RR (T4), CG06-1043U01RR (T6) e a cultivar NA5909RG (T13). A coincidência utilizando diferentes métodos de avaliação de adaptabilidade e estabilidade foi maior nos casos de genótipos com comportamentos extremos, principalmente em relação aos mais promissores, havendo algumas divergências entre as metodologias na seleção dos genótipos intermediários. Todas as metodologias proporcionaram a obtenção de resultados que contribuíram na discriminação dos genótipos com maior adaptação e estabilidade. Cada metodologia forneceu sua contribuição para o entendimento da relação genótipo por ambiente. Os resultados sugerem que a linhagem CG56-4626CRR (T11) possui responsividade em ambientes favoráveis e possuem alta estabilidade de comportamento. Já a linhagem CG06-1043U01RR (T6) e a cultivar FMT Anta82 RR (T12) possuem maior adaptação a ambientes desfavoráveis. A cultivar NA5909RG (T13) possui ampla adaptação e alta previsibilidade.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill, interação genótipos por ambientes, produtividade de grãos.

ABSTRACT

Câmara, Adriano Rodrigues, M.S., University of Rio Verde, May 2015. **Adaptability and stability of soybean genotypes in Midwest Brazil.** Adviser: Prof. Dr. Gustavo André Simon.

In Brazil, soybean was the crop with greatest growth in recent decades, ranking first in acreage in central Brazil. In this context, breeding programs focused efforts on the development of cultivars that are high-yielding, stable and adaptable to diverse environments to meet the needs of producers. Since the phenotypic expression is directly influenced by the genotype – environment interaction, the purpose of this study was to evaluate the adaptability and phenotypic stability of soybean lines for grain production in central Brazil. Experiments were installed at eight locations in the Midwest, in two growing seasons (2012/2013 and 2013/2014), in a randomized block design with four replications. The treatments consisted of 11 lines and 2 commercial cultivars (FMT Anta82 RR and NA5909RG). Methods of adaptability and stability were used as proposed by Wricke (1965), Eberhart & Russell (1966), Lin & Binns (1988), and Cruz et al. (1989). The result of the combined analysis of variance showed significant effects for sources of variation genotypes (G), interacting growing season - location (S x L) and the genotype - growing season - location (G x S x L). The genotype-environment interaction was significant, indicating that the performance of lines and cultivars at the locations of evaluation was not coincident. With regard to the performance of genotypes in each environment, line CG56-4626CRR (T11) and cultivar FMT Anta82 RR (T12) were remarkable, with high mean grain yields at most evaluated locations. The results also indicated that lines CG06-1139B02RR (T4), CG06-1043U01RR (T6) and the cultivar NA5909RG (T13) are promising. The consistency of the different evaluation methods of adaptability and stability was greater in cases of genotypes with extreme behavior, particularly of the most promising, with some differences between the methodologies in the assessment of intermediate genotypes. All methodologies provided results that contributed to the discrimination of genotypes with greater adaptation and stability. Each methodology contributed to the understanding of the genotype - environment relationship. The results indicated line CG56-4626CRR (T11) the sensitivity to favorable environments and high performance stability. Line CG06-1043U01RR (T6) and cultivar FMT Anta82 RR (T12) on the other hand have greater adaptability to harsh environments. Cultivar NA5909RG (T13) is widely adaptable and highly predictable.

Keywords: Glycine max (L.) Merrill, genotype – environment interaction, grain yield.

1. INTRODUÇÃO

A soja, atualmente, é cultura que corresponde a 49% da área cultivada com grãos no país, onde sua produção pode atingir nas próximas safras valores superiores a 90 milhões de toneladas. É a cultura que apresentou maior incremento em área e produção nas últimas três décadas, sendo a mais cultivada na região central do Brasil. Desta forma contribuindo, conseqüentemente, para alta produção nacional de grãos e significativa importância econômica para o agronegócio (CONAB, 2014).

O aumento da produção é dependente do desenvolvimento de tecnologias. Em consequência, para manter o contínuo incremento na produção, os programas de melhoramento têm como objetivo desenvolver cultivares produtivas e estáveis que se adaptem a diversos ambientes. Entendendo que a produtividade de grãos é diretamente influenciada pela interação genótipos por ambientes, torna-se evidente a importância das etapas de avaliação de linhagens para indicação de novas cultivares.

Para o desenvolvimento de novas cultivares são realizadas redes de ensaios para que estime seu valor de cultivo e uso, para indicação do seu cultivo nas regiões onde foram testadas. A indicação generalizada através da média geral, sem considerar a existência de ambientes favoráveis e desfavoráveis à expressão do caráter, pode beneficiar ou prejudicar as cultivares com adaptações específicas.

O estudo de adaptabilidade e estabilidade é uma ferramenta importante. Pois favorece a identificação de genótipos de comportamento previsível e que sejam responsáveis às variações ambientais, em condições específicas ou amplas em ambientes favoráveis e desfavoráveis.

O objetivo deste trabalho foi estimar adaptabilidade e estabilidade de linhagens e cultivares de soja na região central do Brasil.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Importância econômica e produção da soja

Na safra 2013/2014, os EUA, Brasil e Argentina foram responsáveis por 81% da produção mundial de soja em grão, e a China foi responsável por 64% de todas as importações mundiais. A produção mundial do grão, foi de aproximadamente 283,95 milhões de toneladas, sendo os Estados Unidos o maior produtor, com 89,51 milhões de toneladas, seguido por Brasil e Argentina, com 87,50 e 54,00 milhões de toneladas, respectivamente (USDA, 2014).

O complexo soja é de grande importância nas exportações do Brasil que, em 2014, foi o maior exportador do grão com 46,95 milhões de toneladas (Brasil, 2014). A indústria nacional brasileira beneficiou em 2013 cerca de 30,7 milhões de toneladas de soja, produzindo 5,8 milhões de toneladas de óleo comestível e 23,5 milhões de toneladas de farelo proteico, contribuindo para a produção nacional de carnes, ovos e leite (Conab, 2014).

Além disso, a soja e o farelo de soja, brasileiros, possuem alto teor de proteína e padrão de qualidade, o que permite sua entrada em mercados extremamente exigentes, como os da União Europeia e do Japão. A soja também se constitui em alternativa para a fabricação do biodiesel, combustível capaz de reduzir em 78% a emissão dos gases causadores do efeito estufa na atmosfera. De acordo com o Ministério da Agricultura, para as exportações do agronegócio a expectativa é superar 100 bilhões de dólares neste ano, contra 99,97 bilhões em 2013 (Conab, 2014).

O aumento da área cultivada na região Centro-Oeste deve-se ao suporte estabelecido pelas cotações do grão, o que implicou numa forte incorporação de áreas de pastagens, particularmente aquelas degradadas. Com maior área cultivada, cerca de 13,9 milhões de hectares, a região Centro-Oeste obteve incremento de mais de 8,9% de área, só na safra 2013/2014. O estado de Goiás é quarto estado maior produtor de soja, com aproximadamente 8,7 milhões de toneladas, representando cerca de 10,2% da produção nacional. (Conab, 2014).

2.2. Contribuição do melhoramento para o aumento do rendimento de grãos

Desde o domínio da ciência da agricultura, o homem promove o melhoramento de plantas mesmo que ainda involuntariamente, selecionando variedades mais produtivas, mais

resistentes às pragas e doenças, mais adaptáveis e mais estáveis, dentre outras características de interesse (Allard & Bradshaw, 1964).

Com as crescentes pesquisas nos EUA e Japão houve um aumento nas entradas de materiais do exterior no Brasil e, conseqüentemente, um crescimento dos cruzamentos artificiais com objetivo de obter novas cultivares adaptadas. Em resultado disso, 1976 foi criado o Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), através da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) em parceria com o Governo do Estado do Paraná, com o objetivo de as pesquisas na cultura no Brasil (Gilioli et al., 1981).

No melhoramento da soja se destacaram pesquisas no desenvolvimento de cultivares resistentes a insetos, doenças, nematóides de cisto e galhas, cultivares para consumo humano *in natura* e para indústria de alimentos, cultivares resistentes ao alumínio, e, principalmente, a criação de cultivares adaptadas, não só à região Sul e Sudeste mas, também às regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste, através da descoberta do período juvenil longo (Gilioli et al., 1981).

Com a expansão do mercado de soja a produção aumentou e, conseqüentemente, abriram mercados para cooperativas, empresas privadas, nacionais e internacionais, com objetivo de desenvolvimento de novas cultivares, bem como novas biotecnologias. Sendo a tecnologia que confere a soja a resistência ao glifosato, herbicida não seletivo de amplo espectro, a de maior importância.

2.3. Interação genótipos por ambientes

É imprescindível para recomendação comercial de uma cultivar de soja a avaliação em diferentes ambientes. Onde há alteração no desempenho relativo no rendimento de grãos dos genótipos em virtude de diferenças de ambiente. Percebendo possíveis interações entre os mesmos (Sedyama *et al.*, 2005).

As principais causas da interação genótipos por ambientes são divididas em dois grupos: os fatores previsíveis (fotoperíodo, tipo de solo, fertilidade do solo, toxicidade por alumínio, época de semeadura e práticas agrícolas) e os fatores imprevisíveis (distribuição pluviométrica, umidade relativa do ar, temperatura atmosférica e do solo, patógenos e pragas) (Borém, 2005).

Uma das alternativas para amenizar a influencia da interação genótipos por ambientes é o uso de cultivares de ampla adaptabilidade e boa estabilidade (Cruz & Carneiro, 2006). A adaptabilidade de uma cultivar refere-se à sua capacidade de aproveitar vantajosamente as variações ambientais e a estabilidade refere-se à sua capacidade de apresentar um

comportamento altamente previsível com as variações ambientais (Cruz & Regazzi, 1997; Borém, 2009).

As análises de adaptabilidade e estabilidade fornecem as informações mais detalhadas sobre o comportamento de cada genótipo frente às variações ambientais em condições específicas ou amplas (Cruz & Regazzi, 1997).

A interação genótipo por ambiente na cultura da soja para região central do Brasil tem sido relatada na literatura (Peluzio et al., 2008; Peluzio et al., 2010; Polizel et al., 2013; Cavalcante et al., 2014; Maia et al., 2014; Cardoso Júnior, 2013) e em outras culturas como milho e feijão (Storck et al., 2014; Perina et al., 2014; Ribeiro et al., 2014).

2.4. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica

Existem diversas metodologias utilizadas, em soja, para analisar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos, as principais são aquelas baseadas em regressão linear. Vários autores utilizaram o método proposto por Eberhart & Russell (1966) (Peluzio et al., 2008; Peluzio et al., 2010; Carvalho et al., 2013; Barroso et al., 2014; Cavalcante et al., 2014) que identificaram genótipos com adaptação ampla (estáveis) e com adaptação específica a ambientes favoráveis e ambientes desfavoráveis.

Outras metodologias também têm sido utilizadas para analisar a adaptabilidade e estabilidade em soja, como a metodologia baseada na análise de variância de Wricke (1965) (Polizel et al., 2013) e, baseadas em metodologias não-paramétricas como de Lin & Binns (1988) e Annicchiarico (1992) (Barros et al., 2010; Cavalcante et al., 2014). Metodologias bissegmentadas como Cruz et al. (1989) (Vicente et al., 2004; Polizel et al., 2013).

Alguns autores tem utilizado, também, a metodologia de modelos mistos como o método *AMMI – Additive Main Effects and Multiplicative Interaction Model* (Silva & Duarte, 2006) e *REML/BLUP* (Resende et al., 2001, Resende, 2007).

É comum a utilização da correlação entre os parâmetros que medem a adaptabilidade e estabilidade fenotípica para comparar as metodologias. As correlações mais usadas são as de Spearman e Pearson e tem como objetivo principal verificar as similaridades ou divergências quanto ao ordenamento dos genótipos com os ambientes.

Nove métodos foram comparados com objetivo de avaliação de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja e concluíram que 40% das correlações estimadas apresentaram significância estatística, sugerindo, desta maneira, um grau de associação entre os métodos estudados. (Silva & Duarte, 2006).

Os métodos de Plaisted & Peterson e Wricke apresentam grande concordância entre si, o que contraindica seu uso concomitante. Os métodos de Annicchiarico e Lin & Binns mostram forte associação entre si e produzem classificações genotípicas similares quanto à estabilidade fenotípica e o uso simultâneo dos dois não é recomendado. Entretanto, o uso de um deles em combinação com o de Eberhart & Russell pode agregar informação à análise de estabilidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Regiões edafoclimáticas de implementação dos ensaios

Os ensaios foram instalados na macrorregião sojícola 3, mais especificamente nas regiões edafoclimáticas 301, 302, 303 e 304, e na macrorregião sojícola 4, especificamente na região edafoclimática 401, durante duas safras agrícolas, 2012/2013 e 2013/2014 (Tabela 1). A Figura 1 apresenta o Brasil subdividido em 5 macrorregiões e 29 regiões edafoclimáticas.



Fonte: Kaster & Farias, 2011.

Figura 1. Regiões edafoclimáticas sojícolas no Brasil, 3º aproximação.

Tabela 1. Regiões edafoclimáticas – municípios e localização geográfica dos locais de avaliação dos genótipos de soja

Locais	Microrregião	Município	Estado	Altitude	Latitude	Semeadura
Safrá 2012/2013						
L1	301	Rio Verde	GO	860	S 17°44'12"	01/10/2012
L2	301	Rio Verde	GO	860	S 17°44'12"	20/10/2012
L3	302	Santa Helena de Goiás	GO	632	S 17°53'35"	01/11/2012
L4	302	Santa Helena de Goiás	GO	528	S 17°56'24"	02/11/2012
L5	303	Uberlândia	MG	945	S 18°56'06"	03/11/2012
L6	304	Bela Vista de Goiás	GO	710	S 16°55'36"	08/11/2012
L7	401	Montividiu	GO	930	S 17°16'29"	10/10/2012
L8	401	Montividiu	GO	897	S 17°25'31"	11/10/2012
Safrá 2013/2014						
L9	301	Rio Verde	GO	860	S 17°44'12"	03/10/2013
L10	301	Rio Verde	GO	860	S 17°44'12"	24/10/2013
L11	302	Santa Helena de Goiás	GO	632	S 17°53'35"	03/11/2013
L12	302	Santa Helena de Goiás	GO	528	S 17°56'24"	04/11/2013
L13	303	Uberlândia	MG	945	S 18°56'06"	03/11/2013
L14	304	Bela Vista de Goiás	GO	710	S 16°55'36"	08/11/2013
L15	401	Montividiu	GO	930	S 17°16'29"	10/10/2013
L16	401	Montividiu	GO	897	S 17°25'31"	11/10/2013

3.2. Linhagens e cultivares avaliadas

Foram utilizadas 11 linhagens oriundas do programa de melhoramento genético da Caraíba Genética Ltda., Unidade de pesquisa de Rio Verde-GO, e as cultivares comerciais FMT Anta82 RR e a NA5909RG, utilizadas como testemunhas (Tabela 2).

3.3. Delineamento experimental

Os experimentos foram conduzidos no delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram compostas por quatro linhas de cinco metros de comprimento, com espaçamento de 45 cm entre linhas, correspondendo a área total de 9 m². Para a área útil foram consideradas as duas linhas centrais desprezando-se 0,5 m das extremidades, totalizando 3,6 m².

3.4. Condução dos experimentos

Todas as áreas experimentais seguiram os padrões técnicos para cultivo da cultura da soja (EMBRAPA, 2014) de acordo com as características físico-químicas de cada local. Desde a correção e adubação (macro e micronutrientes) até os manejos fitossanitários como controle de plantas daninhas, pragas e doenças. Todas as áreas plantadas com o sistema de plantio direto com palhada de milho. Os plantios foram realizados com a semeadeira de parcela própria para plantio direto de 4 linhas da Jumil.

A colheita foi realizada manualmente no estágio R₈, ou seja, que consiste nas plantas apresentarem 95% das vagens maduras (Fehr & Caviness, 1977). Após a colheita, as plantas foram trilhadas em máquina própria para trilhagem de parcelas de soja modelo SB04C da SB Máquinas. Posteriormente os grãos foram pesados e medidas suas respectivas umidades com determinadores de umidade modelo G600 da Gehaka. A umidade de grãos foi ajustada para 13% de umidade e o peso convertido para quilogramas por hectare.

Tabela 2. Genótipos avaliados, tipos de crescimento, grupos de maturidade (GM) e obtentor, respectivamente

Trat.	Genótipos	GM	Obtentor
2	CG06-1018B04RR	7,4	Caraiba Genética Ltda.
3	CG06-1054B09RR	7,2	Caraiba Genética Ltda.
4	CG06-1139B02RR	7,5	Caraiba Genética Ltda.
5	CG06-1013U01RR	6,8	Caraiba Genética Ltda.
6	CG06-1043U01RR	7,4	Caraiba Genética Ltda.
7	CG06-1043U03RR	7,4	Caraiba Genética Ltda.
8	CG06-1046U03RR	7,8	Caraiba Genética Ltda.
9	CG06-1046U04RR	7,4	Caraiba Genética Ltda.
10	CG06-1094U01RR	6,8	Caraiba Genética Ltda.
11	CG56-4626CRR	7,2	Caraiba Genética Ltda.
12	FMT Anta82 RR	7,4	Fundação MT
13	NA5909RG	6,9	Nidera Sementes

3.5. Análises estatísticas

Foi realizada análise de variância individual e, posteriormente, a análise de variância conjunta dos ensaios. Para a realização da análise conjunta, avaliou-se primeiramente a homogeneidade das variâncias residuais dos experimentos individuais (QM_R), verificada pela razão entre maior e menor quadrado médio residual pelo teste de Hartley (Pimentel-Gomes & Garcia, 2002). Anos e locais foram considerados efeitos aleatórios, e os genótipos foram considerados fixos.

Foram realizadas análises de adaptabilidade e estabilidade, utilizando as seguintes metodologias: Wricke (1965), Eberhart & Russell (1966), Lins & Binns (1988) e Cruz et al. (1989). As médias dos genótipos e ambientes foram comparadas pelo procedimento Scott & Knott (1974) a 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com auxílio do software computacional Genes (Cruz, 2006).

3.5.1. Método de Wricke (1965)

A estatística de estabilidade do método de Wricke (1965), denominada “ecoalência” (ω_i), é estimada decompondo a soma dos quadrados da interação dos genótipos por ambientes nas partes devidas a genótipos isolados. Dadas por:

$$\omega_i = r \sum_j \hat{GA}_{ij}^2 = r \sum_j (Y_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..})^2$$

3.5.2. Método de Eberhart & Russell (1966)

O método proposto por Eberhart & Russell (1966) baseia-se na análise de regressão linear simples em que o efeito do ambiente é a variável independente e a produtividade média de cada genótipo, em cada ambiente, representa a variável dependente. Os parâmetros coeficiente de regressão (β_i) e a produtividade média (μ_i) estimam a adaptabilidade do genótipo.

A variância dos desvios da regressão (σ_{di}^2) mede a estabilidade de cada genótipo.

$$\bar{Y}_j = \frac{\sum_j Y_{ij}}{a}$$

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i I_j + \sigma_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

$\hat{\beta}_i = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}$, onde Y_{ij} é uma média do genótipo i ($i=1,2, \dots, g$) no ambiente j ($j=1,2, \dots, n$) e

$$I_j = \frac{\sum_j Y_{ij}}{g} - \frac{\sum_i \sum_j Y_{ij}}{ng}$$
 é o índice ambiental.

$$\hat{\sigma}_{di}^2 = \frac{[\sum_j Y_{ij}^2 - (\sum_j Y_{ij})^2 / n]}{n - 2}$$

3.5.3. Método de Lin & Binns (1988)

Lin & Binns (1988) definiram como medida de estabilidade o parâmetro P_i , como sendo a medida de superioridade máxima de um genótipo. Esse parâmetro representa o quadrado médio da distância entre a resposta de um determinado genótipo em relação à resposta do genótipo que apresenta produtividade máxima, entre todos os genótipos, num determinado ambiente. Quanto menor a distância entre a resposta do genótipo e a produtividade máxima, ou seja, quanto menor P_i , mais estável é o genótipo. Uma vantagem dessa metodologia é que ela alia estabilidade com adaptabilidade.

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2}{2n}$$
 Em que: P_i é igual a estimativa da estabilidade e adaptabilidade do

cultivar i ; X_{ij} é a produtividade do i -ésimo cultivar no j -ésimo local; M_j é a resposta máxima observada entre todos os cultivares no local j ; e n é o número de locais. O genótipo estável é aquele que apresentar o menor P_i .

3.5.4. Método de Cruz et al. (1989)

A metodologia proposta por Cruz *et al.* (1989) baseia-se na análise de regressão bissegmentada e tem, como parâmetros de adaptabilidade. A média ($\hat{\beta}_{0i}$) e a resposta linear aos ambientes desfavoráveis ($\hat{\beta}_{1i}$) e aos ambientes favoráveis ($\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i}$). A estabilidade dos genótipos é avaliada pelo desvio da regressão $\hat{\sigma}_{\delta_i}^2$ de cada cultivar, em função das variações ambientais.

O seguinte modelo estatístico é utilizado:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}I_j + \beta_{2i}T(I_j) + \delta_{ij} + \bar{\varepsilon}_{ij}$$

Em que:

I_j : índice de ambiente codificado

$$T(I_j) = 0 \text{ se } I_j < 0$$

$$T(I_j) = I_j - \bar{I}_+ \text{ se } I_j > 0$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise de variância individual e conjunta

De acordo com os resultados das análises individuais, não houve diferença significativa, pelo teste de F a 5% de probabilidade, entre os genótipos para produtividade de grãos no ensaio de Rio Verde (RDE2), Santa Helena (SHE2) e Montividiu (MDU1) na safra 2012/2013, e para os ensaios Rio Verde (RDE1 e RDE2) e Santa Helena (SHE2) na safra 2013/2014. Os coeficientes de variação das análises individuais para os ambientes, de acordo com Pimentel-Gomes & Garcia (2002), mantiveram em níveis aceitáveis (Tabela 3).

As médias de produtividade dos experimentos, em virtude de fatores climáticos, foram baixas para cultura da soja para as duas safras, 2012/2013 e 2013/2014, sendo de 3174 e 2804 kg ha⁻¹, respectivamente (Tabela 5 e 6). No entanto, estas médias de produtividade de grãos se assemelham a produtividade média nacional de 2938 e 2842 kg ha⁻¹ para as safras 2012/2013 e 2013/2014, respectivamente (Conab, 2014).

Ambientes que foram considerados desfavoráveis pelas análises, como Rio Verde (RDE2), Santa Helena de Goiás (SHE2), Uberlândia (UDI) e Bela Vista (BVA) para safra 2012/2013 e, Rio Verde (RDE1 e RDE2), Santa Helena (SHE1 e SHE2) e Uberlândia (UDI) para safra 2013/2014, ocorreram em função do baixo volume de precipitações e, conseqüentemente, aumento de doenças favorecidas por estas condições climáticas subsequente nas duas safras avaliadas.

As médias de produtividade de grãos para safra 2012/2013 são apresentadas na Tabela 5, revelando que os locais com as médias de produtividade superiores a média nacional (2938 kg ha⁻¹) para mesma safra foram: Rio Verde (RDE1: 3890 kg ha⁻¹), Montividiu (MDU2: 3782 kg ha⁻¹; MDU1: 3734 kg ha⁻¹), Santa Helena de Goiás (SHE1: 3569 kg ha⁻¹) e Bela Vista de Goiás (BVA: 2951 kg ha⁻¹). Os ambientes com as médias inferiores foram Santa Helena de Goiás (SHE2: 2140 kg ha⁻¹), Rio Verde (RDE2: 2880 kg ha⁻¹) e Uberlândia (2448 kg ha⁻¹).

Na safra 2013/2014, os locais com as médias de produtividade superiores a média nacional (2842 kg ha⁻¹) foram: Bela Vista de Goiás (BVA: 3542 kg ha⁻¹) e Montividiu (MDU2: 3510 kg ha⁻¹; MDU1: 3129 kg ha⁻¹). Os ambientes com as médias inferiores a média nacional desta safra foram: Rio Verde (RDE1: 2140 kg ha⁻¹; RDE2: 1829 kg ha⁻¹), Santa Helena de Goiás (SHE1: 2595 kg ha⁻¹; SHE2: 2558 kg ha⁻¹) e Uberlândia (2555 kg ha⁻¹) (Tabela 6).

Através do resultado da análise de variância conjunta, verificam-se os efeitos significativos dos genótipos (G), da interação dos locais por anos (A x L) e, também, da interação genótipos por locais por anos (G x A x L) significando que o comportamento dos genótipos, para o rendimento de grãos, não foi coincidente quando submetidas a diferentes ambientes e sugerindo haver parâmetros de adaptabilidade e estabilidade distintos entre os genótipos (Tabela 4). A interação de genótipos com ambientes para a cultura da soja tem sido frequentemente relatada na literatura (Carvalho et al., 2002; Branquinho, 2011; Barros et al., 2012; Cardoso Júnior, 2013).

No experimento de Rio Verde, safra 2012/2013 (Tabela 5), primeira época (RDE1) foram significativamente superiores as linhagens CG06-1013U01RR (T5), CG06-1043U01RR (T6), CG06-1046U03RR (T8), CG56-4626CRR (T11) e a cultivar FMT Anta82 RR (T12). Não repetindo este resultado para a safra 2013/2014 (Tabela 6). Nos ensaios de Rio Verde, segunda época (RDE2), não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos para as duas safras, 2012/2013 e 2013/2014 (Tabela 5 e 6).

No município de Santa Helena (SHE1) na safra 2012/2013 (Tabela 5) as linhagens CG06-1139B02RR (T4), CG06-1043U03RR (T7), CG06-1046U03RR (T8), CG06-

1094U01RR (T10), CG56-4626CRR (T11), e as cultivares FMT Anta82 RR (T12) e NA5909RR (T13) foram significativamente superiores na produtividade de grãos. Não havendo diferença significativa entre os tratamentos para a outra safra 2013/2014 (Tabela 6).

Em outro ambiente, no município de Santa Helena (SHE2), para a safra 2012/2013 (Tabela 5) os tratamentos com produtividade de grãos significativamente superiores foram CG06-1011B01RR (T1), CG06-1054B09RR (T3), CG06-1046U03RR (T8) e a cultivar FMT Anta82 RR (T12). Não havendo diferença significativa entre os tratamentos para a outra safra 2013/2014 para o mesmo local (Tabela 6).

No município de Uberlândia (UDI), para safra 2012/2013, no ensaio os tratamentos com produtividade de grãos significativamente superiores foram as linhagens CG06-1018B04RR (T2), CG06-1139B02RR (T4), CG06-1043U01RR (T6), CG06-1043U03RR (T7), CG06-1046U03RR (T8), CG06-1046U04RR (T9), CG06-1094U01RR (T10) e as cultivares FMT Anta82 RR (T12) e NA5909RR (T13) (Tabela 5).

Para o ensaio na safra 2013/2014 em Uberlândia (UDI), os tratamentos que se destacaram significativamente nas duas safras, em produtividade de grãos, foram as linhagens CG06-1043U01RR (T6), CG06-1043U03RR (T7) e as cultivares FMT Anta82 RR (T12) e NA5909RR (T13). Sendo que a linhagem CG56-4626CRR (T11), também, esteve entre os tratamentos com superioridade significativa para esta safra (Tabela 6).

No experimento em Bela Vista (BVA), para safra 2012/2013, os tratamentos CG06-1011B01RR (T1), CG06-1139B02RR (T4), CG06-1094U01RR (T10), CG56-4626CRR (T11) e FMT Anta82 RR (T12) obtiveram médias de produtividade de grãos superiores em relação às demais (Tabela 5).

Na safra 2013/2014 em Bela Vista (Tabela 6), os tratamentos CG06-1139B02RR (T4) e CG06-1043U01RR (T6) obtiveram médias de produtividade de grãos superiores em relação às demais (Tabela 6). Sendo que o tratamento CG06-1139B02RR (T4) repetiu médias superiores para as duas safras.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos na safra 2012/2013 (Tabela 5) em Montividiu (MDU1). Para a safra 2013/2014 (Tabela 6), os tratamentos com produtividade de grãos significativamente superiores foram CG06-1013U01RR (T5), CG06-1043U01RR (T6), CG06-1043U03RR (T7), CG06-1046U04RR (T9), CG56-4626CRR (T11), FMT Anta82 RR (T12) e NA5909RR (T13).

No outro local no município de Montividiu (MDU2) as linhagens CG06-1018B04RR (T2), CG06-1139B02RR (T4), CG06-1043U01RR (T6), CG06-1046U04RR (T9), CG56-4626CRR (T11) e a cultivar NA5909RR (T13) obtiveram médias significativamente

superiores para a produtividade de grãos em relação aos demais tratamentos na safra 2012/2013 (Tabela 5).

Na safra 2013/2014 em Montividiu (MDU2) as linhagens CG06-1054B09RR (T3), CG06-1139B02RR (T4), CG06-1046U03RR (T8), CG56-4626CRR (T11) e a cultivar NA5909RR (T13) obtiveram médias de produtividade de grãos significativamente superiores em relação aos demais tratamentos. Sendo que os tratamentos CG06-1139B02RR (T4), CG56-4626CRR (T11) e NA5909RR (T13) repetiram médias superiores para as duas safras (Tabela 6).

Percebe-se que a linhagem CG56-4626CRR (T11) e a testemunha FMT Anta82 RR (T12) estiveram entre os tratamentos com melhor rendimento de grãos em maior número ambientes. A linhagem CG06-1018B04RR (T2) foi o tratamento que menos esteve entre os tratamentos com melhor rendimento de grãos (Tabela 5 e 6).

Na safra 2012/2013, a cultivar FMT Anta82 RR (T12) se destacou na maioria dos ambientes, apresentando maiores médias de produtividade de grãos na maioria dos ambientes. Para a safra 2013/2014, a linhagem CG56-4626CRR (T11) e a cultivar NA5909RR (T13) sobressaíram na maioria dos ambientes, apresentando maiores médias de produtividade de grãos (Tabela 5 e 6).

Tabela 3. Resumo das análises de variância individual para produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de 13 genótipos de soja, avaliados em 8 locais nas microrregiões 301, 302, 303, 304 e 401, nas safras 2012/2013 e 2013/2014

Local	Alt ¹	Lat ²	QMg ³	QMe ⁴	F ⁵	P ⁶	Média ⁷	CV% ⁸
Safra 2012/2013								
Rio Verde-GO	860	S 17°44'12"	604846 ^{**}	184744	3,27	0,0018	3890	11,04
Rio Verde-GO	860	S 17°44'12"	148508 ^{ns}	105970	1,40	0,1991	2880	11,30
Santa Helena de Goiás-GO	632	S 17°53'35"	835443 ^{**}	266837	3,13	0,0025	3569	14,47
Santa Helena de Goiás-GO	528	S 17°56'24"	313424 [*]	154525	2,03	0,0413	2140	18,36
Uberlândia-MG	945	S 18°56'06"	419709 ^{**}	99480	4,22	0,0002	2448	12,88
Bela Vista de Goiás-GO	710	S 16°55'36"	589294 [*]	249909	2,36	0,0177	2951	16,94
Montividiu-GO	930	S 17°16'29"	372609 ^{ns}	276184	1,35	0,2252	3734	14,07
Montividiu-GO	897	S 17°25'31"	574776 ^{**}	186725	3,08	0,0029	3782	11,42
Safra 2013/2014								
Rio Verde-GO	860	S 17°44'12"	121375 ^{ns}	92577	1,31	0,2459	2714	11,21
Rio Verde-GO	860	S 17°44'12"	66352 ^{ns}	46180	1,44	0,183	1829	11,75
Santa Helena de Goiás-GO	632	S 17°53'35"	321157 ^{ns}	174862	1,84	0,0676	2595	16,11
Santa Helena de Goiás-GO	528	S 17°56'24"	224648 ^{ns}	155138	1,45	0,1781	2558	15,39
Uberlândia-MG	945	S 18°56'06"	311723 [*]	133744	2,33	0,0189	2555	14,31
Bela Vista de Goiás-GO	710	S 16°55'36"	313320 ^{**}	95398	3,28	0,0017	3542	8,72
Montividiu-GO	930	S 17°16'29"	178781 ^{**}	44831	3,99	0,0003	3129	6,76
Montividiu-GO	897	S 17°25'31"	1479503 ^{**}	267962	5,52	<0,0001	3510	14,74

¹Altitude; ²Latitude; ³Quadrado médio do genótipo; ⁴Quadrado médio do erro; ⁵F calculado; ⁶Probabilidade; ⁷Média (kg ha⁻¹); ⁸Coeficiente de variação (%); ^{ns}Não significativo; ^{*} e ^{**} Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Tabela 4. Resumo da análise de variância conjunta para rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de 13 genótipos de soja nos 16 ambientes das microrregiões sojícolas 301, 302, 303, 304 e 401, nas safras agrícolas 2012/2013 e 2013/2014.

Fontes de Variação	GL ¹	QM ²	F ³	P ⁴
(B/L)/A	48	339752		
Genótipo (G)	12	1028070	1,99	0,0211*
Ano (A)	1	28528605	2,32	0,1717 ^{ns}
Local (L)	7	27493003	2,23	0,1556 ^{ns}
G x A	12	319671	0,75	1,0000 ^{ns}
G x L	84	413322	0,97	1,0000 ^{ns}
A x L	7	12313163	36,24	0,0000**
G x A x L	84	427762	2,70	0,0000**
Resíduo	576	158442		
CV (%)	13,31			
Média	2989			
QMR+ / QMR-	6,16			

¹Graus de liberdade; ²Quadrado médio; ³F calculado; ⁴Probabilidade; ^{ns}Não significativo; * e ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

Tabela 5. Médias de produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de 13 genótipos de soja em 8 ambientes, na safra 2012/2013

Trat.	Genótipo	Safra 2012/2013										Média						
		RDE1	RDE2	SHE1	SHE2	UDI	BVA	MDU1	MDU2									
1	CG06-1011B01RR	3406	b	2765	a	3213	b	2661	a	2025	b	3281	a	4147	a	3580	b	2942
2	CG06-1018B04RR	3413	b	2883	a	2599	b	2036	b	2573	a	2689	b	4117	a	4017	a	2920
3	CG06-1054B09RR	3394	b	2937	a	3131	b	2439	a	2068	b	2908	b	3706	a	3263	b	2872
4	CG06-1139B02RR	3716	b	2795	a	3962	a	1976	b	2870	a	3303	a	3430	a	4472	a	3298
5	CG06-1013U01RR	4239	a	2604	a	3207	b	1737	b	1799	b	2858	b	3276	a	4134	a	2954
6	CG06-1043U01RR	4666	a	2952	a	3355	b	1920	b	2441	a	2783	b	3799	a	3809	a	3190
7	CG06-1043U03RR	3941	b	3007	a	3889	a	1957	b	2477	a	2479	b	3400	a	3594	b	3144
8	CG06-1046U03RR	4198	a	2655	a	4320	a	2335	a	2846	a	2739	b	3684	a	3328	b	3280
9	CG06-1046U04RR	3684	b	2719	a	3056	b	2065	b	2711	a	2140	b	3214	a	3913	a	3025
10	CG06-1094U01RR	3444	b	3131	a	3705	a	2059	b	2486	a	3129	a	3786	a	3305	b	3022
11	CG56-4626CRR	4288	a	2827	a	3873	a	2013	b	2072	b	3255	a	4248	a	4340	a	3235
12	FMT Anta82 RR	4413	a	2938	a	4055	a	2539	a	2587	a	3830	a	3878	a	3358	b	3315
13	NA5909RG	3771	b	3232	a	4025	a	2088	b	2864	a	2969	b	3861	a	4057	a	3339
	Média	3890		2880		3569		2140		2448		2951		3734		3782		3174
	CV%	11,05		11,30		14,48		18,37		12,89		16,94		14,07		11,42		

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Médias de produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de 13 genótipos de soja em 8 ambientes, na safra 2013/2014

Trat.	Genótipo	Safra 2013/2014																
		RDE1	RDE2	SHE1	SHE2	UDI	BVA	MDU1	MDU2	Média								
1	CG06-1011B01RR	2625	a	1774	a	2833	a	2548	a	2361	b	3491	b	3027	b	3148	b	2548
2	CG06-1018B04RR	2699	a	1865	a	2622	a	2463	a	2252	b	3492	b	3074	b	3081	b	2497
3	CG06-1054B09RR	2475	a	1848	a	2177	a	2636	a	2413	b	3221	b	2737	b	4073	a	2604
4	CG06-1139B02RR	2732	a	1681	a	2643	a	2155	a	2562	b	4085	a	2824	b	4546	a	2720
5	CG06-1013U01RR	2820	a	1734	a	2212	a	2577	a	2503	b	3205	b	3246	a	2776	b	2437
6	CG06-1043U01RR	2918	a	2096	a	3009	a	2881	a	2667	a	4094	a	3363	a	2946	b	2753
7	CG06-1043U03RR	2674	a	1857	a	2398	a	2522	a	3022	a	3460	b	3207	a	3358	b	2638
8	CG06-1046U03RR	2420	a	1791	a	2664	a	2752	a	2232	b	3188	b	2855	b	3986	a	2641
9	CG06-1046U04RR	2897	a	1885	a	2745	a	2581	a	2287	b	3706	b	3193	a	3412	b	2635
10	CG06-1094U01RR	2814	a	2005	a	2637	a	2424	a	2281	b	3572	b	3046	b	3235	b	2566
11	CG56-4626CRR	2556	a	1880	a	3125	a	2719	a	3073	a	3677	b	3340	a	3923	a	2879
12	FMT Anta82 RR	2903	a	1751	a	2113	a	2904	a	2733	a	3483	b	3504	a	3448	b	2642
13	NA5909RG	2749	a	1606	a	2554	a	2089	a	2835	a	3370	b	3268	a	3700	a	2589
	Média	2714		1829		2595		2558		2555		3542		3129		3510		2804
	CV%	11,05		11,30		14,48		18,37		12,89		16,94		14,07		11,42		

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

4.2. Análises de adaptabilidade e estabilidade

A contribuição média de cada genótipo para a interação genótipo por ambiente por ano foi avaliada pelas estimativas do parâmetro de estabilidade “ecovalência” (ω_i). Por este parâmetro, o genótipo mais estável é aquele com menor valor de ω_i . Assim, por este método (Tabela 7), destacaram-se como mais estáveis os tratamentos CG06-1043U03RR (T7), CG06-1094U01RR (T10), CG56-4626CRR (T11) e NA5909RG (T13).

Entre os genótipos que apresentaram maior estabilidade, destaca-se a linhagem CG56-4626CRR (T11) e a cultivar NA5909RG (T13), as quais se destacaram em relação a produtividade de grãos na maioria dos ambientes avaliados.

A linhagem CG06-1139B02RR (T4), apesar de se destacar com médias de produtividade de grãos significativamente maiores em muitos dos ambientes avaliados, apresentou alto valor de ω_i , o que caracteriza que o genótipo possui baixa estabilidade.

O método proposto por Eberhart & Russell (1966) estima a adaptabilidade do genótipo através do coeficiente de regressão (β_i) e a produtividade média (μ_i), e a estabilidade através da variância dos desvios da regressão (σ^2_{di}). Onde é considerado que um genótipo com coeficiente de regressão (β_i) superior a 1,0 apresenta comportamento consistentemente superior em ambientes favoráveis, enquanto um que apresenta coeficiente de regressão inferior a 1,0 é tido como de desempenho relativamente melhor em ambientes desfavoráveis.

Nestas estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e de estabilidade de Eberhart & Russell (1966) o quadrado médio dos desvios de cada genótipo e a variância dos desvios da regressão linear para cada genótipo (σ^2_{di}) sugerem estabilidade ou alta previsibilidade de comportamento. E adaptabilidade na variância dos desvios de regressão não diferindo significativamente de zero e R^2 superior a 80%, conforme citado por Cruz & Regazzi (1997).

A magnitude e a significância da variância dos desvios de regressão (σ^2_{di}) dão uma estimativa da previsibilidade (estabilidade) do material genético. Neste caso, genótipos com estabilidade ou previsibilidade alta são aqueles que o valor da variância dos desvios da regressão (σ^2_{di}) não difere significativamente de zero.

Com base nas estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e de estabilidade de Eberhart & Russell (1966), (Tabela 8), os tratamentos CG06-1139B02RR (T4) e CG56-4626CRR (T11) apresentaram coeficiente de regressão (β_{ii}) significativamente superior a 1,0 indicando que estes tratamentos são responsivos em ambientes favoráveis.

Tabela 7. Análise de estabilidade de 13 genótipos de soja nas safras 2012/2013 e 2013/2014, nas microrregiões sojícolas 301, 302, 303, 304 e 401, quanto à produtividade de grãos (kg ha⁻¹) pelo método proposto por Wricke (1965), também denominado “ecoalência”.

Trat.	Genótipos	Médias	Wricke (1965)	
			Ecoalência (ω_i)	$\omega_i\%$
1	CG06-1011B01RR	2930,1906	5354122	7,18
2	CG06-1018B04RR	2867,3188	6074988	8,15
3	CG06-1054B09RR	2839,1531	5669358	7,61
4	CG06-1139B02RR	3109,3141	10024771	13,46
5	CG06-1013U01RR	2807,9375	6259473	8,40
6	CG06-1043U01RR	3106,1672	6381238	8,57
7	CG06-1043U03RR	2952,4859	3197918	4,29
8	CG06-1046U03RR	2999,6313	7283519	9,78
9	CG06-1046U04RR	2888,0281	5443593	7,31
10	CG06-1094U01RR	2941,0938	2932604	3,94
11	CG56-4626CRR	3200,4219	4796096	6,44
12	FMT Anta82 RR	3152,3203	7242013	9,73
13	NA5909RG	3064,8203	3827465	5,14
Total		2989,1448	74487158	100,00

Para as linhagens CG06-1013U01RR (T5), CG06-1043U01RR (T6), CG06-1046U03RR (T8) e as cultivares FMT Anta82 RR (T12) e NA5909RR (T13) o coeficiente de regressão é significativamente igual a 1,0. O que denota adaptabilidade geral ou ampla para a maioria dos ambientes testados.

Os resultados explicam satisfatoriamente o comportamento dos genótipos em função da variação ambiental. As linhagens CG06-1043U03RR (T7), CG06-1094U01RR (T10), CG56-4626CRR (T11) e a cultivar NA5909RR (T13) apresentam a variância dos desvios de regressão genótipo (σ^2_{di}) não diferindo significativamente de zero e R^2 superior a 80%, sugerindo a capacidade dos genótipos mostrarem comportamento altamente previsível e estável em função do estímulo ambiental.

A cultivar NA5909RG apresentou satisfatória produtividade de grãos, ampla adaptabilidade ($\beta_1=1$), estabilidade ou previsibilidade alta ($\sigma^2=0$) e comportamento satisfatório em função do ambiente ($R^2 > 80\%$). Diferentemente da cultivar FMT Anta82 RR que mesmo apresentando produtividade relevante em vários ambientes e mostrando adaptabilidade geral ($\beta_1=1$), possui baixa previsibilidade ($\sigma^2 > 0$) e comportamento ambiental irregular ($R^2 < 80\%$).

A linhagem CG56-4626CRR (T11) obteve produtividade de grãos superior em vários ambientes, apresentou responsividade de produção em ambientes favoráveis ($\beta_1 > 1$), estabilidade ou previsibilidade alta ($\sigma^2 = 0$) e comportamento satisfatório em função do ambiente ($R^2 > 80\%$).

A linhagem CG06-1139B02RR (T4) apresentou rendimento satisfatório, coeficiente de regressão (β_{1i}) superior a 1,0, o que indica que este genótipo tem capacidade de explorar vantajosamente os estímulos ambientais favoráveis e R^2 superior a 80%, o que explica o comportamento satisfatório deste genótipo em função do ambiente. Porém, o que refere-se à capacidade do genótipo mostrar estabilidade ou previsibilidade, o tratamento apresentou a variância dos desvios de regressão (σ^2_{di}) significativamente superior a zero, sugerindo apresentar baixa estabilidade ou previsibilidade. E mesmo em alguns casos que a estimativa de desvios da regressão ser superior a zero, por apresentar R^2 superior a 80%, sugere-se que o tratamento apresenta estabilidade.

As linhagens CG06-1043U03RR (T7) e CG06-1094U01RR (T10) apresentaram estabilidade ou previsibilidade alta ($\sigma^2 = 0$) e comportamento satisfatório em função do ambiente ($R^2 > 80\%$), porém, obtiveram adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis ($\beta_1 < 1$) e produtividade de grãos inferiores na maioria dos ambientes.

As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade pelo método de Lin & Binns (1988), o genótipo ideal é aquele que apresenta a menor distância do quadrado médio (QM) da média geral, ou seja, menor valor de P_i geral. Baseia-se na estimativa do parâmetro P_i , que mede o desvio do caráter estudado de um genótipo em relação ao máximo de cada ambiente.

Carneiro (1998) propôs uma melhoria do método a fim de torna-lo capaz de determinar o comportamento dos genótipos em ambientes específicos: favoráveis e desfavoráveis, onde o grupo ideal é aquele com média alta e menor valor de P_i em relação aos demais. Carvalho et al. (2013) relata a utilização deste método, que é a possibilidade de recomendar imediatamente os genótipos que são mais estáveis.

Tabela 8. Estimativa dos coeficientes de β_0 , β_{1i} e $\sigma^2(d_i)$ utilizando o método de Eberhart e Russell (1966) para produtividade (kg ha⁻¹) de grãos de 13 genótipos de soja, nas safras 2012/2013 e 2013/2014, nas microrregiões sojícolas 301, 302, 303, 304 e 401.

Trat.	Genótipos	β_0	β_1	$\sigma^2 d_i$	$R^2(\%)$
1	CG06-1011B01RR	2930,19	0,85	47100,75 ^{**}	78,05
2	CG06-1018B04RR	2867,32	0,89	64135,89 ^{**}	76,48
3	CG06-1054B09RR	2839,15	0,85	52103,36 ^{**}	76,86
4	CG06-1139B02RR	3109,31	1,24 ⁺⁺	115280,65 ^{**}	80,70
5	CG06-1013U01RR	2807,94	1,08	69576,67 ^{**}	81,80
6	CG06-1043U01RR	3106,17	1,03	74027,25 ^{**}	79,67
7	CG06-1043U03RR	2952,49	0,95	16629,88 ^{ns}	87,24
8	CG06-1046U03RR	2999,63	1,02	90235,35 ^{**}	77,27
9	CG06-1046U04RR	2888,03	0,86	49530,28 ^{**}	77,85
10	CG06-1094U01RR	2941,09	0,85	3838,63 ^{ns}	87,64
11	CG56-4626CRR	3200,42	1,25 ⁺⁺	20042,51 ^{ns}	91,68
12	FMT Anta82 RR	3152,32	1,01	89667,96 ^{**}	76,91
13	NA5909RG	3064,82	1,10	24114,59 ^{ns}	88,99
Total		2989,14			

⁺⁺Difere significativamente de 1, pelo t-teste, ao nível de 1% de probabilidade; ^{**}Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F; ^{ns}Não significativo.

Pelo parâmetro P_i , o genótipo que apresenta maior adaptabilidade/estabilidade, considerando ambientes favoráveis e desfavoráveis (P_i geral), é a linhagem CG56-4626CRR (T11) (Tabela 9). Em concordância com os resultados dos parâmetros de estabilidade “ecoalência” (ω_i) de Wricke (1965) (Tabela 7) e de adaptabilidade e estabilidade obtidos pela metodologia de Eberhart & Russell (1966) (Tabela 8).

As estimativas de P_i favorável sugerem que as linhagens CG56-4626CRR (T11) e a CG06-1139B02RR (T4) são responsivas as melhorias do ambiente além de apresentarem altas médias de produtividade de grãos, seguidas das cultivares NA5909RG (T13) e FMT Anta82 RR (T12). Já em relação às estimativas de P_i desfavorável, a cultivar FMT Anta82 RR apresentou o menor P_i , sugerindo apresentar maior adaptabilidade a ambientes desfavoráveis, seguida pela linhagem CG56-4626CRR (T11) que obteve, também, baixo valor de P_i .

Tabela 9. Parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 13 genótipos de soja, nas safras 2012/2013 e 2013/2014, nas microrregiões sojícolas 301, 302, 303, 304 e 401, pela metodologia de Lin e Binns (1988)

Trat.	Genótipos	Médias (kg ha-1)	Pi geral	Trat.	Genótipos	Pi favorável	Trat.	Genótipos	Pi desfavorável
11	CG56-4626CRR	3200,42	84761,23	11	CG56-4626CRR	67853,48	12	FMT Anta82 RR	79892,23
4	CG06-1139B02RR	3109,31	136373,17	4	CG06-1139B02RR	154603,36	11	CG56-4626CRR	97911,70
12	FMT Anta82 RR	3152,32	141467,64	13	NA5909RG	179029,75	6	CG06-1043U01RR	115849,63
13	NA5909RG	3064,82	152840,19	12	FMT Anta82 RR	220636,02	10	CG06-1094U01RR	118112,22
6	CG06-1043U01RR	3106,17	194939,54	8	CG06-1046U03RR	242912,56	1	CG06-1011B01RR	118892,20
8	CG06-1046U03RR	2999,63	197248,42	7	CG06-1043U03RR	293178,95	4	CG06-1139B02RR	122194,13
7	CG06-1043U03RR	2952,49	231977,23	6	CG06-1043U01RR	296626,57	13	NA5909RG	132470,54
10	CG06-1094U01RR	2941,09	242932,69	9	CG06-1046U04RR	391223,55	8	CG06-1046U03RR	161731,87
1	CG06-1011B01RR	2930,19	259618,05	10	CG06-1094U01RR	403416,16	2	CG06-1018B04RR	173506,84
3	CG06-1054B09RR	2839,15	301579,53	1	CG06-1011B01RR	440551,28	3	CG06-1054B09RR	182887,60
9	CG06-1046U04RR	2888,03	308987,28	3	CG06-1054B09RR	454183,44	7	CG06-1043U03RR	184375,89
2	CG06-1018B04RR	2867,32	330337,21	5	CG06-1013U01RR	462218,98	9	CG06-1046U04RR	245025,74
5	CG06-1013U01RR	2807,94	350453,13	2	CG06-1018B04RR	531976,26	5	CG06-1013U01RR	263524,13

A análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica pela metodologia de Cruz et al. (1989) indicou índices ambientais (Tabela 10) favoráveis em: Rio Verde-GO (RDE1), Santa Helena de Goiás-GO (SHE1) e Montividiu-GO (MDU1 e MDU2) para safra 2012/2013 e; Bela Vista de Goiás-GO (BVA) e Montividiu-GO (MDU1 e MDU2) para a safra 2013/2014, para produtividade acima de 2989 kg ha⁻¹.

A metodologia de Cruz et al. (1989) utiliza um modelo linear bissegmentado em uma única equação. O genótipo ideal deve apresentar média alta (β_0), baixa sensibilidade a ambientes desfavoráveis ($\beta_{1i}=1$), responsividade a melhoria ambiental ($\beta_{1i}+\beta_{2i}>1$) e alta previsibilidade de comportamento (desvios de regressão não significativos - $\hat{\sigma}_{\delta_i}^2$) e coeficiente de determinação (R^2) superior a 80%. Ou seja, é aquele com média elevada, alta estabilidade, pouco sensível às condições adversas dos ambientes desfavoráveis e capaz de responder satisfatoriamente a melhoria das condições ambientais.

Nas estimativas de β_{1i} as linhagens CG06-1139B02RR (T4) e CG56-4626CRR (T11) foram significativamente diferentes do que 1,0. Esse resultado sugere que as mesmas não mantiveram os suas produtividades de grãos em condições adversas (Tabela 11). Os estimadores do parâmetro ($\beta_{1i}+\beta_{2i}$) verificaram que não houve diferenças significativas de 1,0 (Tabela 11), o que determina que nenhum tratamento foi responsivo a ambientes favoráveis.

Com os desvios de regressão não significativos ($\hat{\sigma}_{\delta_i}^2$) observamos que as linhagens CG06-1043U03RR (T7), CG06-1094U01RR (T10), CG56-4626CRR (T11) e a cultivar NA5909RG (T13) sobressaíram com comportamento estável, ou seja, previsível às variações ambientais. Obtendo, também, altas previsibilidades de comportamento, já que os coeficientes de determinação foram superiores a 80%.

A cultivar NA5909RG (T13) apresentou média alta (β_0), baixa sensibilidade a ambientes desfavoráveis ($\beta_{1i}=1$), responsividade a melhoria ambiental ($\beta_{1i}+\beta_{2i}>1$), alta previsibilidade de comportamento (desvios de regressão não significativos - $\hat{\sigma}_{\delta_i}^2$) e coeficiente de determinação (R^2) superior a 80%. Denotando que, é pouco sensível às condições adversas dos ambientes desfavoráveis e capaz de responder satisfatoriamente a melhoria das condições ambientais.

Tabela 10. Índices ambientais (I_j) e $T(I_j)$ obtidos utilizando o método de Cruz et al. (1989).

Ambiente	Safra	Média	Índice (I_j)	Índice T (I_j)	Tipo
Rio Verde-GO	2012/2013	3890,14	901,00	296,36	Favorável
Rio Verde-GO	2012/2013	2880,33	-108,81	0,00	Desfavorável
Santa Helena de Goiás-GO	2012/2013	3568,50	579,36	-25,28	Favorável
Santa Helena de Goiás-GO	2012/2013	2140,41	-848,74	0,00	Desfavorável
Uberlândia-MG	2012/2013	2447,74	-541,40	0,00	Desfavorável
Bela Vista de Goiás-GO	2012/2013	2950,87	-38,28	0,00	Desfavorável
Montividiu-GO	2012/2013	3734,35	745,21	140,57	Favorável
Montividiu-GO	2012/2013	3782,21	793,06	188,43	Favorável
Rio Verde-GO	2013/2014	2714,05	-275,10	0,00	Desfavorável
Rio Verde-GO	2013/2014	1828,65	-1160,49	0,00	Desfavorável
Santa Helena de Goiás-GO	2013/2014	2594,72	-394,42	0,00	Desfavorável
Santa Helena de Goiás-GO	2013/2014	2557,64	-431,50	0,00	Desfavorável
Uberlândia-MG	2013/2014	2555,48	-433,67	0,00	Desfavorável
Bela Vista de Goiás-GO	2013/2014	3541,78	552,64	-51,99	Favorável
Montividiu-GO	2013/2014	3129,45	140,30	-464,33	Favorável
Montividiu-GO	2013/2014	3510,00	520,86	-83,78	Favorável

Tabela 11. Estimativa dos coeficientes de β_0 , β_{1i} e β_{2i} de 13 genótipos de soja utilizando o método de Cruz et al. (1989) para produtividade de grãos (kg ha^{-1}), nas safras 2012/2013 e 2013/2014, em 8 locais nas microrregiões sojícolas 301, 302, 303, 304 e 401.

Trat.	Genótipos	β_0	β_{1i}	β_{2i}	$\beta_{1i} + \beta_{2i}$	$\sigma^2_{\delta i}$	$R^2(\%)$
1	CG06-1011B01RR	2930,19	0,85 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,91 ^{ns}	373183,27 ^{**}	78,07
2	CG06-1018B04RR	2867,32	0,88 ^{ns}	0,24 ^{ns}	1,12 ^{ns}	440576,20 ^{**}	76,81
3	CG06-1054B09RR	2839,15	0,86 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,77 ^{ns}	394239,16 ^{**}	76,91
4	CG06-1139B02RR	3109,31	1,25 ^{**}	-0,10 ^{ns}	1,14 ^{ns}	666076,61 ^{**}	80,74
5	CG06-1013U01RR	2807,94	1,06 ^{ns}	0,32 ^{ns}	1,38 ^{ns}	459461,27 ^{**}	82,22
6	CG06-1043U01RR	3106,17	1,00 ^{ns}	0,43 ^{ns}	1,43 ^{ns}	469663,04 ^{**}	80,49
7	CG06-1043U03RR	2952,49	0,97 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	0,74 ^{ns}	236876,03 ^{ns}	87,53
8	CG06-1046U03RR	2999,63	1,01 ^{ns}	0,22 ^{ns}	1,23 ^{ns}	554060,92 ^{**}	77,48
9	CG06-1046U04RR	2888,03	0,88 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	0,66 ^{ns}	378962,38 ^{**}	78,14
10	CG06-1094U01RR	2941,09	0,87 ^{ns}	-0,30 ^{ns}	0,57 ^{ns}	177457,98 ^{ns}	88,28
11	CG56-4626CRR	3200,42	1,24 ^{**}	0,16 ^{ns}	1,40 ^{ns}	254105,66 ^{ns}	91,77
12	FMT Anta82 RR	3152,32	1,03 ^{ns}	-0,25 ^{ns}	0,78 ^{ns}	550248,64 ^{**}	77,18
13	NA5909RG	3064,82	1,12 ^{ns}	-0,25 ^{ns}	0,87 ^{ns}	267756,15 ^{ns}	89,26

** Difere significativamente, de 1, pelo teste de t, em nível de 1%; ^{ns} Não significativo.

5. CONCLUSÕES

A linhagem CG56-4626CRR (T11) e a cultivar FMT Anta82 RR (T12) foram significativamente superiores na maioria dos ambientes testados. Seguidos das linhagens CG06-1139B02RR (T4), CG06-1043U01RR (T6) e da cultivar NA5909RG (T13).

A coincidência utilizando diferentes métodos de avaliação de adaptabilidade e estabilidade foi maior nos casos de tratamentos com comportamentos extremos, havendo algumas divergências entre as metodologias no julgamento dos genótipos intermediários. Cada metodologia forneceu sua contribuição para o entendimento da relação genótipo por ambiente.

A linhagem CG56-4626CRR (T11) apresentou ampla adaptabilidade e alta previsibilidade ou estabilidade pelos métodos de Wricke (1965) e Lin e Binns (1988). Pelos métodos de Eberhart e Russell (1966) e Cruz et al. (1989) apresentou adaptabilidade apenas para ambientes favoráveis e alta previsibilidade ou estabilidade.

A linhagem CG06-1043U01RR (T6) e a cultivar FMT Anta82 RR (T12) possuem responsividade de produtividade de grãos em ambientes desfavoráveis pela metodologia de Lin e Binns (1988).

A cultivar NA5909RG (T13) apresentou ampla adaptabilidade e alta previsibilidade ou estabilidade pelos métodos Wricke (1965), Eberhart e Russell (1966), Lin e Binns (1988) e Cruz et al. (1989).

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal Genetics and Plant Breeding**, v.6, 1992. p. 269-278.

BARROS, H.B.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C.D.; TEIXEIRA, R.C.; REIS, M.S. Análise de adaptabilidade e estabilidade em soja (*Glycine max* L.) em Mato Grosso. *Ambiência Guarapuava* (PR) v. 6 n. 1. Jan./Abr. 2010 ISSN 1808 – 0251 **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**. v. 6 N. 1 Jan./Abr. 2010. p.75 – 88.

BARROS, H. B.; SEDIYAMA, T.; MELO, A. V.; FIDELIS, R. R.; CAPONE, A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja por meio de métodos uni e multivariado. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 2, 2012. p. 49-58.

BARROSO, L. M. A.; NASCIMENTO, M.; NASCIMENTO, A. C. C.; AMARAL, R. T. Análise comparativa dos métodos Eberhart e Russell (1966) e regressão não paramétrica para adaptabilidade. **Revista de Estatística UFOP**, vol III(3), 2014 edição especial: 59º Reunião Anual da Regional Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria –RBRAS. p. 84-88

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2. ed.. Viçosa, MG: UFV, 2005. p.553-603.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 5. ed.. Viçosa, MG : UFV, 2009. 529 p.

BRANQUINHO, R. G.. **Interação genótipo x ambiente em soja com ênfase na estratificação ambiental para a região central do Brasil**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2011. 146 p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Balança comercial brasileira**. Brasília: MDICE, 2014. Disponível em:<
<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=1161>>. Acesso em :15/10/2014.

CARDOSO JÚNIOR, L.A. **Uso de ferramentas de geoprocessamento para obtenção de mapas de recomendação de cultivares para a macrorregião sojícola 3 do Brasil**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, Goiânia, 2013. 101 p.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 1998.Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1998. 168 f.

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

CARVALHO, E.V. de; PELUZIO, J.M.; Santos, W.F. dos; AFFÉRRI, F.S.; DOTTO, M.A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em Tocantins. Artigo. Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, RR. **Revista Agro@ambiente Online**, v. 7, n. 2, maio-agosto, 2013. p. 162-169.

CAVALCANTE, A.K.; HAMAWAKI, O.T.; HAMAWAKI, R.L.; SOUSA, L.B.; NOGUEIRA, A.P.O.; HAMAWAKI, C.D.L. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de soja em Porto Alegre do Norte-MT. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 30, n. 4, July/Aug. 2014. p. 942-949.

COMAI, L.D.; FACIOTTI, D.; HIATT, W.R.; THOMPSON, G.; ROSE, R.E. Expression of a mutant *aroA* gene from *Salmonella typhimurium* confers tolerance to glyphosate., , In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C.C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. (eds.). **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas**. Fundação MT. Ronondonópolis-MT. Nature, v.317, 1985. p.741-744.

CONAB (Companhia Nacional De Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos.**, v. 1 – Safra 2013/2014, n. 11. Décimo Primeiro Levantamento. Brasília, 2014. p. 69-73.

COSTA, A.V.; MONTEIRO, P.M.F.O.; ROLIM, R.B. Melhoramento de cultivares no Brasil – No Estado de Goiás. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (eds.). **A soja no Brasil**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1981. p. 346-349.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: Biometria**. Viçosa (MG): UFV, 2006. 382p.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. 585p.

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

CRUZ, C.D; TORRES, R.A. de; VENCOVSKY, R. Alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. In: **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 2, 1989. p. 567-580.

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

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: State University of Science and Technology, 1977. (Special report, 80). 11 p.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil 2014**. – Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p. ; 21cm. – (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, ISSN 2176-2902; n.16) 1.Soja-Pesquisa-Brasil. 2.Soja-Tecnologia-Brasil. 3.Soja-ProduçãoBrasil. I.Título. II.Série.

GILIOLI, J.L.; PALUDZYSZYN, F.E.; KIIHL, R.A.S. Melhoramento de Cultivares no Brasil-No Estado do Paraná. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (eds.). **A soja no Brasil**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos. 1981. p. 300-310.

KASTER, M.; FARIAS, J.R.B. Regionalização dos testes de Valor de Cultivo e Uso e da indicação de cultivares de soja – Segunda Aproximação. In: **XXXII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil** (2011 : São Pedro, SP). Ata Londrina: Embrapa Soja, 2011. p. 87-93.

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

MAIA, M.C.C.; VELLO, N.A.; ARAÚJO, L.B; DIAS, C.T.S.; OLIVEIRA, L.C.; ROCHA, M.M. Interação genótipo-ambiente em soja via análise de componentes principais com múltiplas matrizes de dados. Artigo. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 1, janeiro-abril, 2014. p. 104-111.

PELÚZIO, J.M.; FIDELIS, R.R.; GIONGO, P.R.; SILVA, J.C.; CAPPELARI, D.; BARROS, H.B. Análise de regressão e componentes principais para estudo da adaptabilidade e estabilidade em soja. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.4, 2008. p. 455-462.

PELÚZIO, J.M.; AFFÉRI, F.S.; MONTEIRO, F.J.F.; MELO, A.V.; PIMENTA, R.S. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em várzea irrigada no Tocantins. **Rev. Ciênc. Agron.** v.41 no.3 Fortaleza July/Sept. 2010. p. 427-434.

PERINA, E.F.; CARVALHO, C.R.L.; CHIORATO, A.F.; LOPES, R.L.T.; GONÇALVES, J.G.R.; CARBONELL, S.A.M. Technological quality of common bean grains obtained in different growing seasons. **SciELO. Bragantia**. v.73 no.1 Campinas Jan./Mar. 2014. p. 14-22.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. v. 11. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

POLIZEL, A. C.; JULIATTI, F. C.; HAMAWAKI, O. T.; HAMAWAKI, R. L.; GUIMARÃES, S. L. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de soja no Estado do Mato Grosso. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 29, n. 4, , July/Aug. 2013. p. 910-920.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B.; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. Lavras: UFLA, 2012. 522 p.

RESENDE, M. D. V.; FURLANI-JÚNIOR, E.; MORAES, M. L. T.; FAZUOLI, L. C. Estimativas de parâmetros genéticos e predição de valores genotípicos no melhoramento do cafeeiro pelo procedimento REML/BLUP. **Instituto Agronômico de Campinas. Bragantia**. v.60, no.3, Campinas. 2001. p. 185-193.

RESENDE, M. D. V. **Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético**. Colombo-PR : Embrapa Florestas, 2007. p. 321-446.

RIBEIRO, N.D.; DOMINGUES, L.S.; ZEMOLIN, A.E.M. Avaliação dos componentes da produtividade de grãos em feijão de grãos especiais. **Científica, Jaboticabal**, v.42, n.2, 2014. p.178–186.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics, Washington**, v.30, 1974. p. 507-512.

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

SILVA, W.C.J.; DUARTE, J.B. Métodos estatísticos para o estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 41, n.1, 2006. p. 23-30.

STORCK, L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; GUADAGNIN, J.P. Análise conjunta de ensaios de cultivares de milho por classes de interação genótipo x ambiente. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.49, n.3, mar. 2014. p.163-172.

USDA – United States Department of Agriculture. WASDE-532-38. **World Soybean Supply and Use**. Washington, D.C., 2014. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/ruralbr/usda-wasde-082014> acesso>: Acesso em: 14/09/2014.

VICENTE, D.; PINTO, R.J.B.; SCAPIM, C.A. Análise da adaptabilidade e estabilidade de linhagens elite de soja. **Acta Scientiarum. Agronomy Maringá**, v. 26, n. 3, 2004. p. 301-307

WRICKE, G. Zur berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer.
Pflanzenzuchtung, Berlin, v. 52, 1965. p. 127-138.