



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITARIO DE GURUPI
PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

ANTONIO JOSÉ DA SILVA CELLA

**MÉTODOS UNI E MULTIVARIADOS PARA ESTUDO DE ADAPTABILIDADE
E ESTABILIDADE EM SOJA**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal do Tocantins,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal, para obtenção do
título de Mestre.

**GURUPI
TOCANTINS – BRASIL
Janeiro - 2012**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE
GURUPI MESTRADO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**MÉTODOS UNI E MULTIVARIADOS PARA ESTUDO DE ADAPTABILIDADE
E ESTABILIDADE EM SOJA**

ANTONIO JOSÉ DA SILVA CELLA

BIÓLOGO

**GURUPI
TOCANTINS - BRASIL
Janeiro - 2012**

ANTONIO JOSÉ DA SILVA CELLA

**MÉTODOS UNI E MULTIVARIADOS PARA ESTUDO DE ADAPTABILIDADE
E ESTABILIDADE EM SOJA**

Dissertação aprovada em 30 de Janeiro de 2012 na Universidade Federal do Tocantins como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal. Área de Concentração: Melhoramento Genético.

Prof. Dsc. Rodrigo Ribeiro Fidelis
(Co-Orientador)

Prof. Dsc. Aurélio Vaz de Melo
(Examinador)

Dsc. Joedna Silva
(Examinador)

Prof. Dsc. Hélio Bandeira Barros
(Orientador)

DEDICO

Aos meus pais, Mario Otávio Cella e Maria Aparecida da Silva Cella, aos meus irmãos Mario Filho e Denise e ao meu tio José Cella. E em especial a minha noiva Miriã Sobrinho Silva pela força carinho e compreensão.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, sabedoria e força para seguir nessa caminhada e pela conquista desse objetivo.

A Universidade Federal do Tocantins, pela oportunidade de realização do curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Hélio Bandeira Barros, pela orientação, paciência e ensinamentos a mim transmitidos.

Aos integrantes do grupo de pesquisa: Emerson de Castro Ferraz, Adão Felipe dos Santos, Wembles Ribeiro dos Santos, Juara Leme de Oliveira, Stefany Gregory Moura, Elonha Rodrigues Dos Santos e Aristóteles Capone.

A todos os professores que ministraram disciplinas no curso de Pós-Graduação em nível de mestrado em Produção Vegetal, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos componentes da banca examinadora; Rodrigo Ribeiro Fidelis, Aurélio Vaz de Melo e Joedna Silva pelo apoio.

A minha família em especial a minha mãe Maria Aparecida, meu pai Mario Otavio, minha noiva Miriã e aos meus irmãos, que sempre me apoiaram para que eu pudesse realizar mais esse sonho.

Ao meu orientador de iniciação científica Gustavo Azevedo Campos, pela primeira oportunidade, de conhecer e trabalhar com Produção Vegetal.

Aos meus amigos Jonatas, Wesley e Thadeu. Pela amizade e apoio sempre que necessário.

OBRIGADO A TODOS

BIOGRAFIA

ANTONIO JOSÉ DA SILVA CELLA, filho de Maria Aparecida da Silva Cella e Mario Otavio Cella, nasceu em 23 de maio de 1986 em Mandaguaçu – Paraná.

Em 20 de dezembro de 2003 concluiu o Ensino Médio no Colégio Palmas na cidade de Palmas – Tocantins.

Em fevereiro de 2005 iniciou o curso de Biologia no Centro Universitário Luterano de Palmas, graduando se em agosto de 2008.

Em fevereiro de 2010, engrossou no curso de pós-graduação em nível de mestrado na Universidade Federal do Tocantins, submetendo-se a defesa da dissertação em 30 de janeiro de 2012.

SUMÁRIO

	Pag
RESUMO DA DISSERTAÇÃO.....	3
ABSTRACT OF DISSERTATION.....	5
INTRODUÇÃO GERAL.....	7
REVISÃO DE LITERATURA	9
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
CAPITULO I.....	19
ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA NO ESTADO DO TOCANTINS	
RESUMO.....	19
ABSTRACT.....	20
INTRODUÇÃO.....	21
MATERIAL E MÉTODOS.....	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
CONCLUSÃO.....	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
CAPITULO II.....	34
ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA PARA VÁRZE A CERRADO DO TOCANTINS	
RESUMO.....	34

ABSTRACT.....	35
INTRODUÇÃO.....	36
MATERIAL E MÉTODOS.....	37
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
CAPITULO III.....	48
ADAPTABILIDADE DE SOJA BASEADA EM MÉTODOS PARAMÉTRICOS E NÃO-PARAMÉTRICOS	
RESUMO.....	48
ABSTRACT.....	49
INTRODUÇÃO.....	50
MATERIAL E MÉTODOS.....	51
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	54
CONCLUSÃO.....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	58

RESUMO DA DISSERTAÇÃO

CELLA, Antonio José da Silva, Mestre. Universidade Federal do Tocantins, Janeiro de 2012. **MÉTODOS UNI E MULTIVARIADOS PARA ESTUDO DE ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE EM SOJA.** Orientador: Helio Bandeira Barros.

O trabalho foi desenvolvido com genótipos de soja (*Glycine max* L. Merrill), cultivados na safra 2009/10, na entressafra 2010 e safra 2010/11 em Gurupi e Formoso do Araguaia no Estado do Tocantins. Em Gurupi, a semeadura foi realizada sob sistema de plantio direto, e em Formoso do Araguaia o preparo do solo foi o habitual, utilizado em várzea irrigada com aração, gradagem e rolagem e na fazenda experimental, o sistema plantio direto foi implantado em uma área de pastagem degradada. O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, com quatro repetições. Foram realizadas análises de variância individuais, seguida de uma análise de variância conjunta, utilizando o aplicativo computacional em genética e estatística - GENES. O trabalho foi constituído de três capítulos. Objetivou-se com o capítulo I, avaliar os parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o caráter rendimento de grãos em dez cultivares de soja em sete ambientes do estado do Tocantins a partir da metodologia proposta por Eberhart & Russel e pelo método Centróide. No capítulo II foram utilizados os dados de produtividade de grãos de 64 genótipos de soja em três ambientes e teve como objetivo classificar 64 genótipos de soja provenientes de diferentes regiões, nas condições edafoclimáticas do cerrado e várzea irrigada do Tocantins. A análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos foi realizada utilizando os métodos de Lin & Binns e Centróide. O capítulo III teve como objetivo avaliar

o desempenho de genótipos de soja para produtividade de grãos em diferentes ambientes, do Estado do Tocantins. Foram utilizados os dados de produtividade de grãos de 17 genótipos de soja em quatro ambientes. A análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos foi realizada pelos seguintes métodos: Annicchiarico e Centróide. No capítulo I, não houve coerência entre as metodologias para recomendações dos genótipos, sendo necessário o emprego de ambas. Pelo método de Eberhart & Russell, os genótipos BRS 8560, Juliana RR e Juliana apresentaram ampla adaptabilidade e estabilidade para produtividade de grãos. Pelo método Centróide os genótipos P99R01 RR e M Soy 9056 foram classificados como de adaptabilidade geral para produtividade de grãos. No capítulo II, os métodos de Lin & Binns, e Centróide, mostraram-se coerentes entre si e classificaram os genótipos M Soy 8766, GB 881 e M Soy 9056 como de ampla adaptabilidade e estáveis para produtividade de grãos. E no capítulo III, os genótipos M Soy 8766, M Soy 9056 e BRS 8560 apresentam superioridade para os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade e para produtividade de grãos.

ABSTRACT OF THE DISSERTATION

CELLA, Antonio Jose da Silva, Master. Federal University of Tocantins, in January 2012. **UNIVARIATE AND MULTIVARIATE METHODS FOR STUDY OF FITNESS AND STABILITY IN SOYBEANS.** Advisor: Helio Bandeira Barros.

The research was developed using soybean genotypes (*Glycine max* L. Merrill), cultivated from the crop of 2009/10, 2010 off season and the crop from 2010/11 in Gurupi and Formoso do Araguaia located in the state of Tocantins. In Gurupi, the sowing was executed using a no-tillage system, while in Formoso do Araguaia, the utilized flood plain soil was commonly irrigated with plowing, harrowing and rolling and at the experimental farm a no-tillage system was implanted to an area of degraded pasture. The experimental design was on completely randomized blocks, repeated four times. Individual variance analyses were implemented, followed by a joint variance analysis using a genetic and statistic computer application – GENES. The research consisted of three chapters. The objective of chapter I, was to evaluate the adaptability and phenotypic stability for the yielding of grains in ten soybean cultivars in seven environments of the state of Tocantins using the method proposed by Eberhart and Russel and Centróide. In Chapter II, the grain yield data of the grain from sixty four soybean genotypes in three different environments were utilized, with the objective of classifying sixty four soybean genotypes from different regions using soil and climatic conditions of Flood Plains and Savannah irrigated from Tocantins. The analyses of phenotypic adaptability and stability of genotypes were carried out using the Lin and Bins and Centróide methods. The objective of Chapter III, was to evaluate the performance of soybean genotypes for the

grain yield in different environments of the state of Tocantins. The data collected from the grain yield from seventeen soybean genotypes, from four environments, were utilized. The analyses of adaptability and phenotypic stability of the genotypes was fulfilled using the following methods: Annichiarico e Centróide. In chapter I, there was no coherence between methodologies for the recommendation of genotypes making it necessary to apply both. Using the Eberhart and Russel method, the genotypes BRS 8560, Juliana RR and Juliana presented wide adaptability stability for the grain yield. Using the Centróide method, the genotypes P99R01 RR e M Soy 9056 were classified as general adaptability for the grain yield. In chapter II, the Lin & Binns and Centróide methods are coherent with each other and the genotypes M Soy 8766, GB 881 and M Soy 9056 are classified as having wide adaptability and being stable for the grain yield. In chapter III, the genotypes Soy 8766, M Soy 9056 and the BRS 8560 present superiority for the adaptability and stability parameters and for the grain yield.

MÉTODOS UNI E MULTIVARIADOS PARA ESTUDO DA ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE EM SOJA

INTRODUÇÃO GERAL

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill] tem como centro de origem a China e foi introduzida no Brasil em 1882 no Estado da Bahia (GONÇALVES *et al.*, 2007). É cultivada em todas as regiões do Brasil, (ROCHA, 2006; DIAS *et al.*, 2009), que atualmente é o segundo maior produtor mundial com 75,0 milhões de toneladas e área plantada 24,2 milhões de hectares com produtividade média 3.106 kg ha⁻¹ obtida na safra 2010/2011 (CONAB, 2011), ficando atrás dos Estados Unidos da América maior produtor mundial do grão com produção de 90,6 milhões de toneladas e área plantada de 31,0 milhões de hectares alcançando produtividade média de 2.922 kg ha⁻¹ (USDA, 2012).

De acordo com Peluzio *et al.*, (2002), a soja é a terceira cultura, em participação no valor bruto da produção no Estado do Tocantins, sendo cultivada no período de entressafra, em condições de várzea irrigada, e no período de safra (novembro-dezembro), em condições de terras altas.

Como o desempenho relativo das características agronômicas das cultivares (produção de grãos, teor e rendimento de óleo, dentre outras) pode variar de um ambiente de cultivo para outro, faz-se necessário um estudo em que diferentes cultivares sejam testadas em diferentes locais, anos, épocas, tecnologias, etc (CRUZ & REGAZZI, 2006; BARBOSA *et al.*, 2011).

Com a expansão da cultura, foram desenvolvidos muitos genótipos, que apresentam bom desempenho agronômico e adaptação a diferentes ambientes, no entanto, a exposição a condições ambientais diversas pode

provocar variação no desempenho dos genótipos denominada interação genótipo (G) x ambiente (A). Desta forma, a identificação de cultivares que apresentam alta estabilidade fenotípica, é uma das alternativas utilizadas para diminuir o efeito da interação G x A, uma vez que pode ser empregada em diferentes situações (EBERHART & RUSSELL, 1966; GONÇALVES *et al.*, 2007).

A interação G x A é um componente da variação fenotípica resultante de diferentes comportamentos apresentados pelos genótipos, quando submetidos a mais de um ambiente (ROCHA & VELLO, 1999, DIAS *et al.*, 2009). Quanto maior a diversidade genética entre os genótipos e entre os ambientes, maior será a importância da interação G x A (BORÉM, 2005), fato considerado como o principal complicador do trabalho do melhorista, exigindo que o melhoramento seja realizado nas condições em que o genótipo será utilizado. Pela importância desta interação, cabe ao melhorista avaliar a sua magnitude e significância, quantificar seus efeitos sobre as técnicas de melhoramento e estratégias de difusão de tecnologia e ainda fornecer subsídios que possibilitem adotar procedimentos visando minimizar seu aproveitamento (CRUZ *et al.*, 2004).

Uma das alternativas para amenizar a influência da interação G x A é a recomendação do emprego de cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade. 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 & CARNEIRO, 2006).

No Estado do Tocantins, a soja representa a primeira cultura em termos de participação no valor bruto da produção. O Estado possui vantagens no cultivo da soja em relação a outros estados, como condições edafoclimáticas favoráveis, abundância de recursos hídricos e localização geográfica privilegiada. Além de apresentar área favorável ao cultivo da soja, tem uma particularidade, pois pode ser cultivada tanto no período de safra em condições de terras altas, quanto no período de entressafra, sob condições de várzea irrigada.

REVISÃO DE LITERATURA

A soja é originada de clima temperado, com ampla adaptação aos climas subtropicais e tropicais (BORÉM, 2005), é uma planta autógama anual, pertencente à família Fabaceae, gênero *Glycine*, subgênero Soja e espécie *Glycine max* (L.) Merrill. As evidências históricas e geográficas indicam que a domesticação dessa espécie ocorreu no século XI D.C, no Nordeste da China, e que sua provável origem seja a partir de cruzamento de espécies selvagens da Costa Leste da Ásia, principalmente ao longo do Rio Amarelo, na China (EMBRAPA, 2004).

Os primeiros relatos sobre a soja no Brasil datam de 1882, com o seu cultivo na Bahia, em 1908 e introduzida em São Paulo com a vinda dos imigrantes japoneses (CÂMARA, 1998; BORÉM, 2005; SEDIYAMA, 2009), em 1920 foi introduzida em Minas Gerais, 1930 em Santa Catarina e em 1950 a introdução ocorreu em Lavras e em Goiás. A partir de 1970 ocorreu a introdução da soja nos demais estados da região Centro-Norte-Nordeste (SEDIYAMA, 2009). Com a crescente demanda por matéria-prima protéica nos

países desenvolvidos, foram observados o aumento da produção e a rápida expansão da área de cultivo desta leguminosa da Região Sul rumo ao Cerrado, latitudes 20 a 5°S (URBEN FILHO & SOUZA, 1993).

O rápido desenvolvimento da soja no País, a partir de 1960, fez surgir um novo e agressivo setor produtivo, com alta demanda por tecnologias. Na década seguinte a soja se consolidou como a principal cultura do agronegócio brasileiro, passando de 1,5 milhões de toneladas em 1970 para mais de 15 milhões de toneladas em 1979. Esse crescimento se deu, não apenas ao aumento da área plantada (1,3 para 8,8 milhões de hectares), mas, também, ao expressivo incremento da produtividade (1,14 para 1,73 t ha⁻¹), consequência às novas tecnologias disponibilizadas aos produtores pela pesquisa brasileira, com destaque para as novas cultivares adaptadas à condição de baixa latitude do centro oeste (EMBRAPA, 2004).

Para Gilioli *et al.*, (1980), os objetivos dos programas de melhoramento podem ser agrupados em gerais e específicos. Os objetivos gerais são aqueles ligados a características que necessariamente devem estar incorporadas nas cultivares e são normalmente consideradas no processo de seleção. Como por exemplo: a produção de grãos; resistência ao acamamento; deiscência das vargens; altura de planta e de inserção de primeira vargem; resistência a determinadas doenças, entre outras. Os objetivos específicos referem-se a características que uma cultivar deve possuir, para sanar problemas locais ou regionais, ou atender a certas exigências dos produtores ou dos consumidores. Como por exemplo: resistência a determinadas doenças de ocorrência regional; nematóide; tolerância ao alumínio; resistência a insetos; qualidade de

grão (elevados teores de óleo e proteína) para consumo “in natura”, qualidade de sementes, entre outros.

O melhoramento da soja desempenha um importante papel no progresso dessa cultura, pois é por meio dele que o agricultor pode dispor de cultivares com alto potencial produtivo e com características agronômicas que conferem estabilidade de produção (GILIOLI *et al.*, 1980).

A produtividade é o caráter de maior importância a ser considerado no melhoramento da soja (GILIOLI *et al.*, 1980; KIIHL & ALMEIDA, 2000). Programas de melhoramento genético da cultura são essenciais para atender à crescente demanda por maiores produções. Possibilitando, através do aumento de variabilidade e conseqüentemente aumento da base genética, a seleção dos melhores genótipos de uma população, capazes de superar os patamares de produtividade (COSTA *et al.*, 2004).

O esforço do melhoramento foi concentrado na obtenção de genótipos produtivos e com ampla faixa de adaptação, sem desprezar a um segundo plano os objetivos específicos que visam sanar problemas locais ou regionais (ALLIPRANDINI *et al.*, 1993).

A época de semeadura é um fator determinante no sucesso da busca de altas produtividades, alcançadas quando se conseguem justapor o desenvolvimento das fases fenológicas da cultura com a presença de ambiente climático favorável à expressão da produtividade da cultivar em uso. De maneira geral, existem épocas adequadas de semeadura para as cultivares nas quais a produção é potencialmente maior (OLIVEIRA, 2003).

Definida por um conjunto de fatores ambientais que reagem entre si e interage com a planta, a época de semeadura, promove variações na produção

e afeta outras características agronômicas. Semeadas em diferentes épocas, os genótipos expressam suas potencialidades em relação às condições do ambiente, que mudam no espaço e no tempo. Como os genótipos podem responder diferencialmente ao ambiente, as indicações da melhor época para cada cultivar deve ser precedido de ensaios regionalizados, conduzidos por mais de um ano (PELUZIO *et al.*, 2006; BARROS *et al.*, 2003; BHÉRING *et al.*, 1991).

A produtividade da cultura é definida pela interação entre a planta, o ambiente e o manejo. Altos rendimentos somente são obtidos quando as condições ambientais são favoráveis em todos os estágios de crescimento da soja (GILIOLI *et al.*, 1995).

A interação GxA deve ser encarada como um fenômeno biológico em suas aplicações no melhoramento de plantas e não como um simples efeito estatístico. Uma população grande em um ambiente variável estará sujeita a pressões de seleção diferentes; assim havendo variabilidade, os indivíduos mais adaptados serão superiores (ALLARD & BRADSHAW, 1964).

A interação G x A é um componente da variação fenotípica resultante do comportamento diferencial apresentado pelos genótipos, quando submetidos a mais de um ambiente. Sua magnitude na expressão fenotípica do caráter pode reduzir a correlação entre fenótipo e genótipo, inflacionando a variância genética e, por sua vez, parâmetros dependentes desta, como herdabilidade e ganho genético com a seleção (ROCHA & VELLO, 1999).

A repetição de experimentos em épocas e anos permite separar a interação complexa entre genótipos, aumentando a eficiência do programa de melhoramento. A seleção é normalmente realizada na média dos ambientes.

Contudo, é possível, por avaliações em anos diferentes, para uma mesma época, separar as melhores progênies ou delimitar as melhores respostas ao longo do período de semeadura (RAMALHO *et al.*, 1993).

A interação genótipo x ambiente constitui-se num dos maiores problemas dos programas de melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção ou na de recomendação dos cultivares. Entre as alternativas para se amenizar a influência dessa interação tem sido recomendado o emprego de genótipos com ampla adaptabilidade e boa estabilidade (CRUZ & CARNEIRO, 2006).

A adaptabilidade e estabilidade fenotípica são relativas ao conjunto dos genótipos incluídos no experimento. Como a produtividade do ambiente é expressa pelo próprio desempenho médio dos genótipos no experimento, não há qualquer segurança de que um genótipo manterá o mesmo comportamento quando avaliado com diferentes genótipos (EASTON & CLEMENTS, 1973).

A identificação de genótipos que apresentem alta estabilidade fenotípica associada a adaptabilidade geral e capazes de produzir bem sob condições de meio com amplas flutuações estacionais, é a alternativa que tem sido mais amplamente empregada para atenuar o efeito da interação genótipos x ambientes, uma vez que pode ser empregada em diferentes situações (ALLARD & BRADSHAW, 1964; DUARTE, 1988; EBERHART & RUSSELL, 1966; FINLAY & WILKINSON, 1963).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ALLIPRANDINI, L. F.; TOLEDO, J. F. F.; FONSECA JUNIOR, N. S.; KIIHL, R. A. S. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento no período de 1985/86 a 1989/90. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.4, p.489-497, 1993.

BARBOSA, V. S.; PELUZIO, J. M.; AFFÉRI, F. S.; SIQUEIRA, G. B. Comportamento de cultivares de soja, em diferentes épocas de semeaduras, visando a produção de biocombustível. **Ciênc. Agron.**, v. 42, n. 3, p. 742-749, 2011.

BARROS, H. B.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, M. M.; BRITO, E. L.; ALMEIDA, R. D. Efeitos das épocas de semeadura no comportamento de cultivares de soja, no sul do Estado do Tocantins. **Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 291, p. 565-572. set. 2003.

BHÉRING, M. C.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C. S.; ANDRADE, M. A. S. Influência de épocas de plantio sobre algumas características agronômicas da soja (*Glycine max* (L) Merrill). **Ceres**, Viçosa, v. 38, n. 219, p. 396 – 408. 1991.

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2 ed. Viçosa: UFV, 969 p. 2005a.

- BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 4 ed. Viçosa: UFV, 525p. 2005b.
- CÂMARA, G. M. S. **Soja: tecnologia de produção**. Piracicaba: Esalq, 1998. 293p.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos, safra 2010/2011: décimo segundo levantamento: setembro/2011**. Brasília, DF, 41 p. 2011.
- COSTA, M. M.; MAURO, A. O. D.; UNÊDA-TREVISOLI, S. H.; ARRIEL, N. H. C.; BÁRBARO, I. M.; MUNIZ, F. R. S. Ganho genético por diferentes critérios de seleção em populações segregantes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.11, p.1095-1102, 2004.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, UFV: Imprensa Universitária, 2006. 390p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. 585p.
- DIAS, F. T. C; PITOMBEIRA, J. B; TEÓFILO, E. M e Barbosa, F. S. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o caráter rendimento de grãos em cultivares de soja para o Estado do Ceará. **Ciênc. Agron.**, v. 40, n. 1 p. 129-134, 2009.

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

EASTON, H. S.; CLEMENTS, R. J. The interaction of wheat genotypes with a specific factor of the environment. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, Grã-Bretanha, v. 80, p. 43-52, 1973.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja, região Central do Brasil, 2005**. Londrina: EMBRAPA Soja; EMBRAPA Cerrados; EMBRAPA Agropecuária Oeste; Fundação Meridional, 2004. 239p.

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

GILIOI, J. L., F. TERASAWA, W. WILLEMANN, O. P. ARTIAGA, E. A. V. MOURA & W. V. PEREIRA. **Soja: Série 100**. FTSementes, Cristalina, Goiás. 18 p. 1995. (Boletim Técnico 3).

GILIOI, J. L.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. **Aspectos sobre o melhoramento da soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Londrina: EMBRAPA, CNPSo, 1980. 20p.

GONÇALVES, E. C. P.; DI MAURO, A. O.; CARGNELUTTI FILHO, A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja conduzidos em duas

épocas de semeadura, na região de Jaboticabal – SP. **Científica**, Jaboticabal, v.35, n.1, p.61 - 70, 2007.

KIIHL, R. A. S.; ALMEIDA, L. A. A. O futuro do melhoramento genético como agregador de tecnologia via semente. In: ANAIS DO CONGRESSO DE TECNOLOGIA E COMPETITIVIDADE DA SOJA NO MERCADO GLOBAL, 2000, Cuiabá. **Anais**. Cuiabá, 2000. p. 45-47.

OLIVEIRA, E. de. **Comportamento de genótipos de soja quanto a doenças de final de ciclo e qualidade de sementes em diferentes ambientes no Estado de Goiás**. 2003. 177p. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Goiás. Goiânia, Goiás.

PELUZIO, J. M.; AFFÉRRI, F. S.; MONTEIRO, F. J. F.; MELO, A. V.; PIMENTA, R. S. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em várzea irrigada no Tocantins. **Ciência Agrônômica**, v. 41, n. 3, p. 427-434, 2010.

PELUZIO, J. M.; BARROS, H. B.; ROCHA, R. N. C.; SILVA, R. R.; NASCIMENTO, I. R. Influencia do desfolhamento artificial no rendimento de grãos e componentes de produção da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras. n. 6, v. 26, p. 1197-1203, 2002.

PELUZIO, J. M.; FIDELIS, R. R.; ALMEIDA JÚNIOR, D.; BARBOSA, V. S.; RICHTER, L. H. M.; SILVA, R. R.; AFFÉRRI, F. S. Comportamento de cultivares de soja no sul do estado do Tocantins. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 22, n. 2, p. 69-74, 2006.

PEREIRA, D. G; SEDIYAMA, T; CRUZ, C. D; REIS. M. S. **Adaptabilidade e estabilidade de reação de genótipos de soja ao oídio, em casa de vegetação**. Bioscience Journal, v. 25, p. 42-52, 2009.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em planas autógamas: aplicações no melhoramento de feijoeiro**. Goiânia: UFG, 1993. 271p.

ROCHA, M. M.; VELLO, N. A.; LOPES, A. C. A.; Unêda-Trevisoli, S. H.; MAIA, M. C. C. Correlações entre parâmetros de adaptabilidade e estabilidade da produtividade de óleo em soja. **Ciênc. Rural**, Santa Maria v. 36, n. 03, p. 772-777, 2006.

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. 01, p. 69-81, 1999.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de Produção e Usos da Soja**. Londrina: Mecenas, 2009. 314p.

URBEN FILHO, G.; SOUZA, P. I. M. Manejo da cultura da soja sob cerrado: época, densidade e profundidade de semeadura. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. de M. de (Ed.). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafos, 1993. p.267-298.

USDA. **World agricultural supply and demand estimates WASDE – 502, 2012**. United States Department of Agricultura – USDA, Agricultural Outlook Forum. 40 p. 2012.

CAPITULO I

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA CULTIVADOS NO SUL DO ESTADO DO TOCANTINS

Resumo: Objetivou-se com este trabalho avaliar os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o caráter rendimento de grãos em dez cultivares de soja em sete ambientes do estado do Tocantins a partir da metodologia proposta por Eberhart & Russel e o método Centróide. Os experimentos foram conduzidos na safra 2009/10, na entressafra 2010 e safra 2010/11 em Gurupi e Formoso do Araguaia no Estado do Tocantins. As médias de produtividade de grãos variaram de 890 kg ha⁻¹ a 3561 kg ha⁻¹, a maior produtividade foi obtida pelo genótipo M Soy 9056 com media de 2064 kg ha⁻¹ entre todos os ambientes, o genótipo P98Y51 RR apresentou a menor produtividade média (1475 kg ha⁻¹). Os genótipos BRS 8560, Juliana RR e Juliana foram classificados pela metodologia de Eberhart & Russell como sendo de adaptabilidade geral. Já os genótipos P99R01 RR e M Soy 9056 foram os que apresentam adaptabilidade geral (ideótipo I) pelo método centróide.

Palavras chaves: Glycine Max; diferentes metodologias.

ABSTRACT

ADAPTABILITY AND STABILITY OF SOYBEAN GENOTYPES CULTIVATED IN SOUTHERN THE STATE OF TOCANTINS

The objective of this study was to evaluate parameters of adaptability parameters and phenotype stability for the yielding of grains in ten soybean cultivars in seven environments of the state of Tocantins using the method proposed by Eberhart and Russel and the method Centroide. The experiments were conducted on the crop from 2009/10, during the 2010 off season and on to the 2010/11 crop in Gurupi and Formoso do Araguaia in the state of Tocantins. The experimental design was on completely randomized blocks, repeated four times. The grain yield ratings of the vary from 890 kg ha⁻¹ to 3561 kg ha⁻¹. The largest grain yield rating was attained by the M Soy 9056 genotype with the rating of 2064 kg ha⁻¹. The P98Y51 RR presented the lowest grain yield rate of all the environments (1475 kg ha⁻¹). Genotypes BRS 8560, Juliana and Juliana RR were classified by the method of Eberhart& Russell as being of general adaptability. Genotypes P99R01 RR Soy 9056 and M were those with adaptability (ideotype I) by the centroid method.

Key Words: Glycine max, different methodologies.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma espécie exótica para o Brasil e apresenta grande interesse socioeconômico, em função dos teores elevados de proteína ($\pm 40\%$) e óleo ($\pm 20\%$), da alta produtividade de grãos e da possibilidade de adaptação a ambientes diversos (GUIMARAES *et al.*, 2008).

A área de plantio de soja vem se expandindo, em sua maior parte, através da conversão de pastagens degradadas (MÜELLER, 2003). E seu cultivo tem sido uma das principais alternativas para a recuperação e renovação dessas pastagens (KICHEL *et al.*, 2000).

A época de semeadura, definida por um conjunto de fatores ambientais que reagem entre si e interagem com a planta, promove variações na produção e afeta outras características agronômicas na parte fisiológica da planta. Sendo semeadas em diferentes épocas, os genótipos expressam suas potencialidades em relação às condições do ambiente, que mudam no espaço e no tempo. Como os genótipos podem responder diferencialmente ao ambiente, as indicações da melhor época para cada cultivar deve ser precedida de ensaios regionalizados, conduzidos por mais de um ano (BARROS *et al.*, 2003; QUEIROZ *et al.*, 1998).

Com a expansão da cultura, foram desenvolvidos muitos genótipos, que apresentam bom desempenho agrônomo e adaptação a diferentes ambientes. Porém a exposição a condições ambientais distintas às vezes provoca uma variação no desempenho dos genótipos, em função da interação genótipo (G) x ambiente (A). Desta forma, a identificação de genótipos que apresentam alta estabilidade fenotípica, é uma das alternativas utilizadas para atenuar o efeito da interação G x A, uma vez que pode ser empregada em

diferentes situações (EBERHART & RUSSELL, 1966; FINLAY & WILKINSON, 1963).

A interação G x E é um componente da variação fenotípica resultante do comportamento diferencial apresentado pelos genótipos, quando submetidos a mais de um ambiente (ROCHA & VELLO, 1999; DUARTE, 1988). A caracterização da interação genótipo x ambiente, para rendimento de grãos e outras características agrônômicas, é um fator importante nos programas de melhoramento, uma vez que dificulta a detecção de diferenças significativas entre os genótipos (PELUZIO, 1996; CRUZ & REGAZZI 1993; ALLARD 1961).

A ocorrência da interação pode ser detectada estatisticamente por uma usual análise conjunta de variância, de experimentos repetidos em mais de um ambiente, para a avaliação dos diferentes genótipos. Visando ao detalhamento do efeito da interação G x A pode-se realizar um estudo da estabilidade e adaptabilidade das cultivares. Esse procedimento analisa a variação ocorrida entre ambientes, para cada genótipo, permitindo a seleção daqueles com tipo de resposta e padrões desejados (MORAIS *et al.*, 2008).

Objetivou-se com este trabalho avaliar os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o caráter rendimento de grãos em dez cultivares de soja em sete ambientes do estado do Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados de produtividade de grãos (kg ha^{-1}) de 10 genótipos de soja; Amaralina; BRS 8560; Juliana RR; M.Soy 9144 RR; P98Y70 RR; P99R01 RR; P98Y51 RR; Juliana; M.Soy 8766 e M.Soy 9056.

Os experimentos foram conduzidos na safra 2009/10, na entressafra 2010 e safra de 2010/11 em Gurupi e Formoso do Araguaia no Estado do Tocantins. No ano agrícola de 2009/10 foram conduzidos quatro ensaios em Latossolo Amarelo, na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Tocantins – Gurupi, denominados de Gurupi (FE) I, Gurupi (FE) II, Gurupi (FE) III e Gurupi (FE) IV; na entressafra de 2010 no município de Formoso do Araguaia - TO em solo do tipo Glei Pouco-Húmico, sob várzea irrigada (elevação do lençol freático) foi conduzido um ensaio denominado de Formoso; e na safra de 2010/11 na área experimental da Universidade Federal do Tocantins – Gurupi - TO em Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico foram conduzidos dois ensaios denominados de Gurupi I e Gurupi II, totalizando sete ambientes.

Em Gurupi, a semeadura foi realizada sob sistema de plantio direto, e em Formoso do Araguaia o preparo do solo foi o habitual utilizado em várzea irrigada com aração, gradagem e rolagem (através de rolo compactador) e na fazenda experimental, o sistema plantio direto foi implantado em uma área de pastagem degradada. As sementes foram tratadas com Carbendazim-Thiram 200 SC na dosagem de 200 ml/100 kg de semente e inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* na dosagem de 100 g de inoculante para 100 kg de sementes. A adubação de plantio foi realizada com base na análise de solo

e recomendações para a cultura da soja (EMBRAPÁ, 2008), correspondendo a 500 kg ha⁻¹ da formulação NPK 00-16-16 + micronutrientes.

TABELA 1. Dados da análise de solo dos três locais em que foram implantados os experimentos.

Variáveis		Gurupi FE	Gurupi	Formoso
pH		4,2	5,6	5,3
Al+H	cmolc dm ⁻³	4,1	2,6	4,9
Ca²⁺ + Mg²⁺	cmolc dm ⁻³	0,8	2,8	3,0
K+	cmolc dm ⁻³	0,7	0,18	0,06
P	mg dm ⁻³	1,2	3,7	3,9
V	%	17,1	53,5	38,2
SB	cmolc dm ⁻³	0,8	3,0	3,1
CTC	cmolc dm ⁻³	5,0	5,6	8,0
Matéria Orgânica	g dm ⁻³	1,8	2,2	1,5
Areia	%	69,01	71	59,7
Silte	%	4,05	5	4,1
Argila	%	26,93	24	36,2

Gurupi FE (Fazenda Experimental da Universidade Federal do Tocantins), Gurupi (área experimental da Universidade Federal do Tocantins) e Formoso (município de Formoso do Araguaia - TO, sob várzea irrigada).

O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram formadas por quatro fileiras de plantas com 5 m, e espaçamento de 0,45 m entre as fileiras. A área útil da parcela foi de 3,6 m², tendo sido colhidas as duas fileiras centrais, desprezando-se 0,5 m de bordadura nas extremidades.

Foram realizadas análises de variância individuais, seguindo de uma análise de variância conjunta, sob condições de homogeneidade das variâncias residuais utilizando o aplicativo computacional em genética e estatística - GENES (CRUZ, 2006).

As estimativas da parte complexa da interação foram obtidas através da metodologia proposta por Cruz e Castoldi (1991), em que a parte complexa é expressa por:

$$C = \sqrt{(1 - r)^3 Q_1 Q_2}$$

Onde: Q1= maior quadrado médio entre genótipos nos dois locais; Q2 = menor quadrado médio entre genótipos nos dois locais; r = coeficiente de correlação simples entre genótipos nos dois locais.

A análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos foi feita pelos métodos de EBERHART & RUSSELL (1966) e Centróide (ROCHA, 2005).

Na metodologia de Eberhart & Russel (1966), leva-se em consideração, na avaliação dos genótipos, a produtividade média do genótipo (μ_i), o coeficiente de regressão ($\hat{\beta}_1$) e a variância dos desvios dessa regressão (σ_{di}^2).

Seus respectivos estimadores são dados por:

$$\bar{Y}_i = \frac{\sum_j Y_{ij}}{a} \quad \hat{\beta}_1 = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2}, \text{ em que } I_j = \frac{\sum_j Y_{ij}}{g} - \frac{\sum_i \sum_j Y_{ij}}{ag} \text{ (índice ambiental).}$$

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

O método centróide baseia-se na comparação de valores de distância cartesiana entre os genótipos e quatro referências ideais (ideótipos), criados com base nos dados experimentais para representar os genótipos de máxima adaptabilidade geral, máxima adaptabilidade específica a ambientes favoráveis ou desfavoráveis e os genótipos de mínima adaptabilidade (ROCHA *et al.*, 2005). O ideótipo de máxima adaptabilidade geral é aquele que apresenta os valores máximos observados para todos os ambientes estudados (ideótipo I). Os ideótipos de máxima adaptabilidade específica são aqueles que apresentam máxima resposta em ambientes favoráveis e mínima resposta em ambientes desfavoráveis (ideótipo II) ou máxima resposta em ambientes

desfavoráveis e mínimas em ambientes favoráveis (ideótipo III). O ideótipo de mínima adaptabilidade é aquele que apresenta os menores valores em todos os ambientes estudados (ideótipo IV).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve bom controle das fontes de variação dos experimentos (Tabela 2), uma vez que os coeficientes de variação experimental variaram de 1,99 a 5,47%, para produtividade de grãos, que é um caráter quantitativo muito influenciado pelo ambiente. Para Brasil (1998) nos ensaios com soja, o CV deve ser no máximo de 20%, e para Carvalho, (2003) o limite máximo de coeficiente de variação para produtividade de grãos em soja é 16%.

TABELA 2. Produtividade média de grãos ($\bar{Y}_{.j}$), variância residual (QMR) e coeficiente de variação (CV) de ensaios de competição de linhagens de soja, no Estado do Tocantins.

Ambiente	$\bar{Y}_{.j}$	QM(RES)	C.V.(%)
Gurupi(FE) I	949.945	2709.067	5.47
Gurupi(FE) II	890.301	1020.485	3.59
Gurupi(FE) III	907.745	327.051	1.99
Gurupi(FE) IV	986.809	1351.170	3.72
Formoso	3560.607	20910.356	4.06
Gurupi I	3016.412	9352.174	3.20
Gurupi II	2495.348	12716.554	4.52

A fonte de variação interação G x A, apresentou significância a 1% de probabilidade pelo teste F (TABELA 3). De acordo o método de Cruz & Castoldi (1991), das 21 combinações possíveis entre os sete ambientes estudados (TABELA 4), os pares de ambientes Gurupi(FE) I – Formoso, Gurupi(FE) I – Gurupi I, Gurupi(FE) I – Gurupi II, Gurupi(FE) III – Formoso, Gurupi(FE) III – Gurupi I, Gurupi(FE) IV – Formoso e Gurupi(FE) IV – Gurupi I apresentaram interação predominante do tipo simples, ou seja, parte complexa da interação menor que 50% onde os genótipos são concordantes em ambientes distintos

não acarretando problemas na seleção. Os restantes dos pares de ambiente apresentaram predominantemente interação do tipo complexa, ou seja, os genótipos possuem comportamentos diversos com a variação do ambiente, o que dificulta a sua indicação.

TABELA 3. Análise de variância conjunta da produtividade de grãos (kg ha⁻¹), de 10 genótipos de soja avaliados em sete ambientes, no Estado do Tocantins.

Fonte de Variação	G. L.	Q. M	F.	Pr>F
Blocos/Ambientes	21	7757.109	-	-
Genótipos (G)	9	839641.774	0.631	100.00
Ambientes (A)	6	53762108.185	6930.688	<0.00
Interação (GXA)	28	1329978.757	92.639	<0.00
Resíduo	91	14356.541	-	-
MÉDIA		1829.60		
CV(%)		6.55		

TABELA 4. Pares de ambientes, correlação entre ambientes e porcentagem da parte complexa resultante da decomposição da interação entre genótipos e pares de ambientes, segundo metodologia de CRUZ e CASTOLDI (1991), nos ensaios de competição de linhagens de soja no Estado do Tocantins.

Pares de ambientes	Correlação	Parte complexa da interação
Gurupi (FE) I e Gurupi(FE) II	-0.453	108.44
Gurupi (FE) I e Gurupi (FE) III	0.280	84.50
Gurupi (FE) I e Gurupi (FE) IV	0.434	74.39
Gurupi (FE) I e Formoso	0.266	24.57
Gurupi (FE) I e Gurupi I	0.158	35.23
Gurupi (FE) I e Gurupi II	0.015	45.21
Gurupi(FE) II e Gurupi (FE) III	0.020	87.93
Gurupi(FE) II e Gurupi (FE) IV	0.026	79.42
Gurupi(FE) II e Formoso	-0.244	70.71
Gurupi (FE) II e Gurupi I	0.005	67.62
Gurupi (FE) II e Gurupi II	-0.256	85.84
Gurupi (FE) III e Gurupi (FE) IV	0.263	83.88
Gurupi (FE) III e Formoso	0.058	35.34
Gurupi (FE) III e Gurupi I	-0.039	47.22
Gurupi (FE) III e Gurupi II	-0.567	75.15
Gurupi (FE) IV e Formoso	0.398	17.01
Gurupi (FE) IV e Gurupi I	-0.095	42.47
Gurupi (FE) IV e Gurupi II	-0.438	60.65
Formoso e Gurupi I	-0.150	105.41
Formoso e Gurupi II	0.088	91.32
Gurupi I e Gurupi II	0.671*	56.67

*: Significativo a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

As médias de produtividade de grãos variaram de 890 kg ha⁻¹ – Gurupi(FE) II e 3561 kg ha⁻¹ – Formoso (TABELA 5), o que era de se esperar, considerando que o ambiente Formoso está localizado em área de várzea irrigada com bom controle hídrico, solo rico em nutrientes e propício a alta produtividade. Já os ambientes Gurupi(FE) I, II, III e IV foram implantados em área de pastagem degradada, desfavorecendo o pleno desenvolvimento da soja, refletindo em baixas produtividades para todos os genótipos. A média geral entre os ambientes foi de 1830 kg ha⁻¹. A maior produtividade entre os genótipos foi obtida pelo genótipo M. Soy 9056 com média de 2064 kg ha⁻¹ entre todos os ambientes. O genótipo P98Y51 RR apresentou a menor produtividade média (1475 kg ha⁻¹). A cultivar Amaralina apresentou a maior produtividade isolada, com 4442 kg ha⁻¹, e o genótipo P98Y70 RR a menor com 657 kg ha⁻¹.

TABELA 5. Médias de produtividade de grãos de genótipos de soja em sete ambientes no Estado do Tocantins

Genótipos	Ambientes*							Média
	Gurupi(FE) I	Gurupi(FE) II	Gurupi(FE) III	Gurupi(FE) IV	Formoso	Gurupi I	Gurupi II	
Amaralina	989	1068	1075	1126	4442	1770	1354	1689
BRS 8560	1100	770	753	1093	3559	2963	2711	1850
Juliana RR	853	1092	848	905	3447	2989	2651	1826
M.Soy 9144 RR	803	758	767	1077	4153	2872	2495	1846
P98Y70 RR	1044	657	982	865	3907	3299	2734	1927
P99R01 RR	808	1410	865	955	2694	3628	2519	1840
P98Y51 RR	980	764	1004	966	2093	2708	1808	1475
Juliana	766	804	828	776	3330	2664	2931	1728
M.Soy 8766	1111	763	792	989	4042	3452	3201	2050
M.Soy 9056	1045	817	1164	1116	3940	3818	2551	2064
Media	950	890	908	987	3561	3016	2496	1830

* DMS Tukey a 5% de probabilidade entre ambientes = 177.18 kg ha⁻¹ e entre genótipos = 190.75 kg ha⁻¹. CV (%) = 6.55.

As estimativas das médias dos genótipos e parâmetros de adaptabilidade e estabilidade obtidas pelos métodos avaliados encontram-se na Tabela 6.

Os genótipos BRS 8560, Juliana RR e Juliana apresentaram coeficientes de regressão estatisticamente igual a 1 ($\hat{\beta}_1 = 1$) sendo portanto, classificados como de ampla adaptabilidade (Eberhart & Russell 1966). Já os genótipos M.Soy 9144RR, P98Y70RR, M.Soy 8766 e M.Soy 9056 obtiveram produtividade acima da média e coeficiente de regressão significativamente maior que 1, sendo assim, classificados como de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis. Os genótipos Amaralina, P99R01RR e P98Y51RR apresentaram coeficiente de regressão significativamente menor que 1, sendo classificados como de adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis. Todos os genótipos obtiveram desvios da regressão significativos, ou seja, se mostraram de baixa estabilidade ou imprevisíveis.

Através do método centróide e contradizendo os resultados obtidos pela metodologia de Eberhart & Russell (1966), os genótipos P99R01 RR e M.Soy9056 apresentaram adaptabilidade geral (ideótipo I). Os genótipos BRS8560, JulianaRR, M.Soy 9144RR, P98Y70RR, Juliana e M.Soy8766 apresentam adaptabilidade específicas para ambientes favoráveis (ideótipo II). O genótipo Amaralina foi classificado como de adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (ideótipo III). Já o genótipo P98Y51RR apresenta mínima adaptabilidade para qualquer ambiente.

TABELA 6. Produtividade média (kg ha⁻¹), estimativas dos coeficientes de regressão (β_1), dos desvios da regressão (σ_{di}^2), coeficiente de determinação (R²), e a classificação dos genótipos em um dos quatro grupos caracterizados pelos centróides

Genótipos	Médias	Eberhart e Russell (1966)			Centróide				
		$\hat{\beta}_1$	σ_{di}^2	R2	Grupo	Prob(I)	Prob(II)	Prob(III)	Prob(IV)
Amaralina	1690	0.853 ⁺⁺	678409.1 ^{**}	63.31	III	0.233	0.229	0.2727	0.266
BRS8560	1850	1.013 ^{ns}	21652.5 ^{**}	98.60	II	0.298	0.324	0.186	0.192
JulianaRR	1827	0.987 ^{ns}	17563.1 ^{**}	98.78	II	0.299	0.306	0.1966	0.198
M.Soy9144RR	1847	1.147 ⁺⁺	52177.3 ^{**}	97.50	II	0.306	0.358	0.1648	0.172
P98Y70RR	1927	1.157 ⁺⁺	13382.6 ^{**}	99.30	II	0.321	0.405	0.1348	0.139
P99R01RR	1840	0.869 ⁺⁺	254218.4 ^{**}	82.63	I	0.278	0.264	0.2328	0.225
P98Y51RR	1475	0.585 ⁺⁺	94498.3 ^{**}	85.17	IV	0.140	0.142	0.3378	0.380
Juliana	1729	0.996 ^{ns}	75673.8 ^{**}	95.38	II	0.268	0.300	0.2087	0.223
M.Soy8766	2051	1.236 ⁺⁺	35459.2 ^{**}	98.51	II	0.340	0.463	0.0975	0.099
M.Soy9056	2065	1.159 ⁺⁺	57466.7 ^{**}	97.34	I	0.378	0.372	0.1251	0.125
Media Geral	1830								

++ = significativamente diferente de 1 a e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t; e ** = significativamente maior que 1 a e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns = não- significativo (P>0,05).

CONCLUSÃO

Os genótipos BRS 8560, Juliana RR e Juliana apresentam ampla adaptabilidade para produtividade de grãos, através do método de Eberhart & Russell (1966);

Os genótipos P99R01 RR e M. Soy 9056 são classificados como de adaptabilidade geral para produtividade de grãos pelo método Centróide.

Os genótipos P98Y70RR e M.Soy 8766 são classificados como de adaptabilidade específica a ambientes favoráveis;

O genótipo Amaralina é classificado como sendo de adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis, podendo ser indicado para recuperação de pastagens degradadas;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R. W. Relationship between genetic diversity and consistency of performance in different environments. **Crop Sci**, v.1, n.3, p. 127-133, 1961.

BARROS, H. B.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, M. M.; BRITO, E. L.; ALMEIDA, R. D. Efeitos das épocas de semeadura no comportamento de cultivares de soja, no sul do estado do Tocantins. **Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 291, p. 565-572, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de soja (*Glycine max*), para a inscrição no registro nacional de cultivares – RNC**. Brasília: MAPA, 1998. Anexo VI.

CARVALHO, C. G. P.; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; OLIVEIRA, M. F.; HIROMOTO, D. M.; TAKEDA, C. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. **Pesq. agropec. bras.** vol. 38 no. 2 Brasília, 2003.

CRUZ, C. D. **Programa Genes - biometria**. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. v. 1. 382 p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 390 p. 1993.

CRUZ, C. D.; CASTOLDI, F. L. Decomposição da interação genótipos ambientes em partes simples e complexa. **Ceres**, v. 38, n. 219, p. 422-430, 1991.

DUARTE, J.B. **Estudo da adaptabilidade e estabilidade fenotípica em linhagens e cultivares de feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Goiânia, Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – UFG, 155 p. 1988.

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Tecnologias de produção de Soja Região Central do Brasil 2009 e 2010**. Londrina, 262 p. 2008.

FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research, Collingwood**, v.14, n.5, p.742-754, 1963.

GUIMARÃES, F.S.; REZENDE, P.M.; CASTRO, E.M.; CARVALHO, E.A.; ANDRADE, M.J.B.; CARVALHO, E.R. Cultivares de Soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para cultivo de verão na região de Lavras-MG. **Ciência Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 1099-1106, 2008.

KICHEL, A. N.; MIRANDA, C. H. B.; TAMBOSI, S. A. T. Produção de bovinos de corte com a integração agricultura x pecuária. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIAS, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, p. 51-68, 2000.

MORAIS, L. K. DE.; MOURA, M. F.; VENCOVSKY, R.; PINHEIRO, J. B. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja avaliada pelo método de Toler. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.2, p.275-284, 2008.

MÜELLER, C. C. **Expansion and modernization of agriculture in the cerrado the case of soybeans in Brazil's Center-West**. Brasília: Department of Economics, University of Brasília, 306 p. 2003.

PELUZIO, J. M. **Interação cultivar x ambiente e correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais entre cultivares de soja no Estado do Tocantins**. Gurupi, 1996. 86 p. (Tese de Doutorado), Universidade Federal de Viçosa, 1996.

QUEIROZ, E. F.; GAUDÊNCIO, C. A.; GARCIA, A.; TORRES, E.; OLIVEIRA, C. N. Efeito de época de plantio sobre o rendimento da soja, na Região Norte do Paraná. **Pesq. agropec. bras.** Brasília, v. 33, n. 9, p. 512-519. set. 1998.

ROCHA, M. M; VELLO, N. A. Interação genótipos e locais para rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação. **Bragantia**, v. 58, n. 01, p. 69-81, 1999.

ROCHA, R.B.; MURO-ABAD, J.I.; ARAUJO, E.F.; CRUZ, C.D. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.3, p.255-266, 2005.

CAPITULO II

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA PARA VARZEA E CERRADO DO TOCANTINS

RESUMO: objetivo-se com este trabalho classificar 64 genótipos de soja provenientes de diferentes regiões, nas condições edafoclimáticas do cerrado e várzea irrigada do Tocantins. Os experimentos foram conduzidos na entressafra de 2010 e na safra de 2010/11 em Formoso Araguaia e em Gurupi - TO. Em Gurupi, a semeadura foi realizada sob sistema de plantio direto, e em Formoso do Araguaia o preparo do solo foi o habitual utilizado em várzea irrigada com aração, gradagem e rolagem. O delineamento experimental utilizado foi blocos completos casualizados, com quatro repetições. A análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos foi realizada utilizando os métodos de Lin & Binns e Centróide. Os genótipos M Soy 8766, GB 881 e M Soy 9056 foram classificados pelo método de Lin e Binns como de alta adaptabilidade e estabilidade. Os mesmos genótipos foram classificados como sendo de adaptabilidade geral pelo método Centróide, mantendo uma coerência entre os métodos, na quantificação da adaptabilidade e estabilidade para produtividade de grãos.

Palavras chaves: Glycine Max, produtividade e interação.

ABSTRACT

ADAPTABILITY AND STABILITY OF SOYBEAN GENOTYPES IN FLOODPLAIN AND SAVANNAH ENVIRONMENTS OF TOCANTINS

The objective of this research was to classify 64 soybean genotypes from different regions using soil and climatic conditions of Flood Plains and Savannah irrigated from Tocantins. The experiments were conducted during off season 2010 and the harvest of 2010/11, from Formoso do Araguaia and Gurupi-TO. The crop sowing in Gurupi was accomplished using a no-tillage system, while in Formoso do Araguaia the soil preparation was regularly irrigated by plowing, harrowing and rolling. The experimental design was on completely randomized blocks, repeated four times. The analyses of phenotypic adaptability and stability of the genotypes were carried out using the Lin and Bins and Centróide methods. The M Soy 8766, GB 881 and M Soy 9056 genotypes, classified by the Lin & Bins method as highly adaptive and stabilized. The same genotypes were classified as generally adaptive, using the Centróide method, maintaining consistency between the methods, regarding the quantification, adaptability and stability for the grain yield.

Key Words: Glycine Max, grain yield and interaction.

INTRODUÇÃO

A soja é uma das mais importantes culturas cultivadas em todo o mundo e principalmente no Brasil, que é o segundo maior produtor, em virtude de toda uma cadeia produtiva e tecnológica desenvolvida em torno desta espécie (SEDIYAMA, 2009).

Em programas de melhoramento de plantas, a seleção e recomendação de genótipos específicos são, frequentemente, precedidas pela análise multiambiental, na qual o desempenho relativo dos genótipos quase sempre varia de um ambiente para outro. A esta variação, dá-se o nome de interação genótipo x ambiente (ALLARD, 1961; ALLARD & BRADSHAW, 1964; EBERHART & RUSSELL, 1966; CRUZ & REGAZZI, 1993).

A produtividade da cultura é definida pela interação entre a planta, o ambiente e o manejo. Altos rendimentos somente são obtidos quando as condições ambientais são favoráveis em todos os estágios de crescimento da soja (GILIOLI *et al.*, 1995; RITCHIE *et al.*, 1994).

A interação genótipos x ambientes (GxA) constitui-se um dos maiores desafios no melhoramento de qualquer espécie, seja na fase de seleção ou recomendação de cultivares. Entre as alternativas para se amenizar os efeitos deletérios dessa interação, utiliza-se cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade. A adaptabilidade é a capacidade dos genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente, já estabilidade é a capacidade de os genótipos mostrarem um comportamento altamente previsível em função do estímulo do ambiente (CRUZ & CARNEIRO, 2003).

Para Kiihl & Almeida (2000), uma boa cultivar de soja deve ser altamente produtiva e apresentar comportamento estável em uma série de

ambientes. Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho classificar 64 genótipos de soja provenientes de diferentes regiões, nas condições edafoclimáticas do Cerrado e Várzea tropical irrigada do Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados de produtividade de grãos (kg ha^{-1}) de 64 genótipos de soja, que foram: BRS Luziânia, BRSMG 800A, AH-2009-004, BRS 216, AH-2009-003, BRSMG 790A, AH-2009-001, BRS 257, BRSGO 8660 AH-2009-002, Anta 83 RR, Anta 82 RR, M-Soy 9056, BRS 8560 RR, Juliana, P98Y51 RR, Juliana RR, CD 219 RR, M 9144 RR, NK 9074 RR, COCKER, CD 219 RR, P98Y70 RR, Amaralina RR, M 7211 RR, NK 7074 RR, M-Soy 8766, P99R01 RR, Valiosa RR, TMG 1182 RR, GB 874, TMG 155 RR, M 8925 RR, TMG 1181 RR, M 8787 RR, TMG 132 RR, M 8867 RR, TMG 1187 RR, M 8585 RR, M 8866 RR, AN 8500, A 7002, STS 750, GB 881, TMG 7188 RR, M 8527 RR, AH10-006, AH10-007, AH10-008, AH10-009, AH10-010, AH10-011, AH10-012, AH10-013, AH10-014, AH10-015, AH10-016, AH10-017, AH10-018, AH10-019, AH10-020, AH10-021, AH10-022, AH10-023.

Os experimentos foram conduzidos na entressafra 2010 em Formoso do Araguaia e na safra 2010/11 em Gurupi - TO. Na entressafra de 2010 no município de Formoso do Araguaia - TO, sob várzea irrigada (elevação do lençol freático) foi conduzido um ensaio denominado de Formoso; em solo do tipo Glei Pouco-Húmico, com as seguintes características químicas e físicas: $\text{pH} = 5,3$; $\text{Al} + \text{H} = 4,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca} + \text{Mg} = 3,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{K} = 390 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{P} = 3,9 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{SB} = 3,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; matéria orgânica: 1,5%; areia = 59,7%; silte = 4,1%; argila = 36,2%. Na safra de 2010/11 na área

experimental da Universidade Federal do Tocantins – Gurupi - TO, em Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico apresentando as seguintes características: pH = 5,6; Al +H = 2,6 cmol_c dm⁻³; Ca+ Mg = 2,8 cmol_c dm⁻³; K = 72 mg dm⁻³; P = 3,7 mg dm⁻³; V = 53,5 %; SB = 3,0 cmol_c dm⁻³; CTC = 5,6 cmol_c dm⁻³; matéria orgânica: 2,2%; areia = 71%; silte = 5%; argila = 24%, foram conduzidos dois ensaios denominados de Gurupi I e Gurupi II, totalizando 3 ambientes.

A semeadura foi realizada sob sistema de plantio direto, e em Formoso do Araguaia o preparo do solo foi o habitual utilizado em várzea irrigada com aração, gradagem e rolagem (através de rolo compactador). Para realizar a semeadura as sementes foram tratadas com Carbendazim-Thiram 200 SC, na dosagem de 200 ml/100 kg de semente e inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* na dosagem de 100 g de inoculante para 100 kg de sementes. A adubação de plantio foi realizada com base na análise de solo e recomendações para cultura soja (EMBRAPA, 2008), correspondendo a 500 kg ha⁻¹ da formulação NPK 00-16-16 + micronutrientes.

O delineamento experimental utilizado foi blocos completos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram formadas por quatro fileiras de plantas com 5 m, e espaçamento de 0,45 m entre as fileiras. A área útil da parcela foi de 3,6 m², tendo sido colhidas as duas fileiras centrais, desprezando-se 0,5 m de bordadura nas extremidades.

Foram realizadas análise de variância individual (Tabela 1), seguindo-se uma análise de variância conjunta, para isso utilizou-se o aplicativo computacional em genética e estatística - GENES (CRUZ, 2006).

As estimativas da parte complexa da interação foram obtidas através da metodologia proposta por Cruz e Castoldi (1991), em que a parte complexa é expressa por:

$$C = \sqrt{(1 - r)^3 Q_1 Q_2}$$

Onde: Q1= maior quadrado médio entre genótipos nos dois locais; Q2 = menor quadrado médio entre genótipos nos dois locais; r = coeficiente de correlação simples entre genótipos nos dois locais.

A análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos foi realizada utilizando os métodos de Lin & Binns (1988) e Centróide (ROCHA, 2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de variação experimental variaram de 20,92 a 27,10%, para produtividade de grãos (TABELA 1).

TABELA 1 - Produtividade média de grãos (Y_j), variância residual (QMR) e coeficiente de variação (CV) de ensaios de competição entre genótipos de soja, no Estado do Tocantins.

Ambiente	Y_j	QM(RES)	C.V.(%)
Gurupi I	2400.53	423507.57	27.10
Gurupi II	2095.19	224135.40	22.59
Formoso	2982.05	389354.83	20.92

A interação G x A apresentou significância pelo teste F mostrando que o ambiente influencia de forma diferenciada no genótipo (TABELA 2). Em concordância com o método de Cruz e Castoldi (1991), das combinações possíveis entre os ambientes, todas foram classificadas como interação do tipo complexa (TABELA 3), ou seja, os genótipos respondem de forma diferenciada

a variação do ambiente de cultivo, dificultando a seleção direta com base na produtividade média do cultivar.

TABELA 2 – Análise de variância conjunta da produtividade de grãos (kg ha⁻¹), de 10 genótipos de soja avaliados em sete ambientes, no Estado do Tocantins.

Fonte de Variação	G. L.	Q. M	F.	Pr>F
Blocos/Ambientes	9	1426695.788	-	-
Genótipos (G)	63	4646487.760	4.428	<0.00
Ambientes (A)	2	51964351.710	36.422	<0.00
Interação (GXA)	126	1049344.573	3.036	<0.00
Resíduo	567	345665.938	-	-
MÉDIA		2492.60		
CV(%)		23.59		

TABELA 3 – Pares de ambientes, correlação entre ambientes e porcentagem da parte complexa resultante da decomposição da interação entre genótipos e pares de ambiente, segundo metodologia de CRUZ e CASTOLDI (1991), nos ensaios de competição de linhagens de soja no Estado do Tocantins.

Pares de ambientes	Correlação	Parte complexa da interação
Gurupi I e Gurupi II	0.7071 **	52.132
Gurupi I e Formoso	0.4425 **	69.795
Gurupi II e Formoso	0.5850 **	52.660

** : Significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

As médias de produtividade de grãos variaram de 2178 kg ha⁻¹ (Gurupi II) a 2982 kg ha⁻¹ (Formoso). A média geral entre os ambientes foi de 2520 kg ha⁻¹ (Tabela 4). O genótipo M Soy 8766 foi o mais produtivo com média entre os ambientes de 3492 kg ha⁻¹ superior a média geral e também a maior média isolada (4572 kg ha⁻¹). O genótipo AH-2009-004 apresentou a menor média de produtividade entre os ambientes (1167 Kg ha⁻¹) e com 864 kg ha⁻¹ no ambiente Gurupi I. O genótipo AH-2009-002 foi o menos produtivo.

TABELA 4 – Médias de produtividade de grãos de genótipos de soja em sete ambientes no Estado do Tocantins

Genótipos	Ambientes			Médias	Genótipos	Ambientes			Médias
	Gurupi I	Gurupi II	Formoso			Gurupi I	Gurupi II	Formoso	
<i>BRS Luziânia</i>	2440 b	2606 a	3215 b	2754	<i>M 8925 RR</i>	3495 a	2074 a	2674 c	2748
<i>BRSMG 800^a</i>	1407 d	1875 b	1989 c	1757	<i>TMG 1181 RR</i>	1736 c	1884 b	1474 d	1698
<i>AH-2009-004</i>	1639 d	912 c	951 d	1167	<i>M 8787 RR</i>	2986 b	2481 a	3623 a	3030
<i>BRS 216</i>	1106 d	5923 c	1027 d	2685	<i>TMG 132 RR</i>	2060 c	1796 b	2897 b	2251
<i>AH-2009-003</i>	1838 c	2018 b	3078 b	2311	<i>M 8867 RR</i>	2921 b	2421 a	3519 a	2954
<i>BRSMG 790^a</i>	1981 c	2194 a	2386 c	2187	<i>TMG 1187 RR</i>	3097 b	2787 a	2439 c	2774
<i>AH-2009-001</i>	1481 d	1486 b	3286 b	2084	<i>M 8585 RR</i>	2560 b	2403 a	2943 b	2635
<i>BRS 257</i>	1435 d	1227 c	1439 d	1367	<i>M 8866 RR</i>	2852 b	2903 a	3885 a	3213
<i>BRSGO 8660</i>	2241 c	1903 b	2569 c	2238	<i>AN 8500</i>	2856 b	2416 a	3522 a	2931
<i>AH-2009-002</i>	864 d	1315 c	1439 d	1206	<i>A 7002</i>	3037 b	2134 a	3957 a	3043
<i>Anta 83 RR</i>	1491 d	1055 c	1084 d	1210	<i>STS 750</i>	2134 c	1856 b	3765 a	2585
<i>Anta 82 RR</i>	1463 d	787 c	1399 d	1216	<i>GB 881</i>	3346 a	2648 a	3686 a	3227
<i>M-Soy 9056</i>	3268 a	2426 a	3940 a	3211	<i>TMG 7188 RR</i>	2866 b	1889 b	2831 b	2529
<i>BRS 8560 RR</i>	2338 c	2986 a	3559 a	2961	<i>M 8527 RR</i>	2634 b	2592 a	3715 a	2980
<i>Juliana</i>	2764 b	3055 a	3830 a	3216	<i>AH10-006</i>	2958 b	2097 a	3494 a	2850
<i>P98Y51 RR</i>	2833 b	1958 b	2118 c	2303	<i>AH10-007</i>	4051 a	2560 a	2661 c	3091
<i>Juliana RR</i>	2839 b	2551 a	3447 a	2946	<i>AH10-008</i>	2327 c	2532 a	3467 a	2775
<i>CD 219 RR</i>	2046 c	2102 a	3631 a	2593	<i>AH10-009</i>	2787 b	1907 b	2450 c	2381
<i>M 9144 RR</i>	2847 b	2069 a	4202 a	3039	<i>AH10-010</i>	2083 c	2139 a	3200 b	2474
<i>NK 9074 RR</i>	1329 d	1458 b	1809 d	1532	<i>AH10-011</i>	2717 b	3032 a	3605 a	3118
<i>COCKER</i>	2049 c	1384 c	1940 c	1791	<i>AH10-012</i>	2046 c	2324 a	3628 a	2666
<i>CD 219 RR</i>	1796 c	1676 b	3663 a	2378	<i>AH10-013</i>	2926 b	2231 a	4150 a	3102
<i>P98Y70 RR</i>	2574 b	2634 a	3757 a	2988	<i>AH10-014</i>	3555 a	2551 a	2994 b	3033
<i>Amaralina RR</i>	1745 c	1329 c	4442 a	2505	<i>AH10-015</i>	1815 c	1125 c	4039 a	2326
<i>M 7211 RR</i>	1278 d	917 c	1363 d	1186	<i>AH10-016</i>	1750 c	1852 b	3000 b	2201
<i>NK 7074 RR</i>	1796 c	1958 b	2509 c	2088	<i>AH10-017</i>	2722 b	1940 b	3433 a	2698
<i>M-Soy 8766</i>	2977 b	2926 a	4572 a	3492	<i>AH10-018</i>	3079 b	2657 a	3572 a	3103
<i>P99R01 RR</i>	2903 b	2361 a	2569 c	2611	<i>AH10-019</i>	2639 b	2842 a	3539 a	3007
<i>Valiosa RR</i>	3088 b	2801 a	1829 d	2573	<i>AH10-020</i>	1699 c	2667 a	3278 b	2548
<i>TMG 1182 RR</i>	3352 a	2815 a	3055 b	3074	<i>AH10-021</i>	2208 c	1667 b	3594 a	2490
<i>GB 874</i>	3620 a	2356 a	2746 b	2907	<i>AH10-022</i>	2352 c	2440 a	3722 a	2838
<i>TMG 155 RR</i>	2458 b	1579 b	1681 d	1906	<i>AH10-023</i>	2046 c	1926 b	3567 a	2513
					Médias	2400	2178	2982	2520

As estimativas das médias dos genótipos e parâmetros de adaptabilidade e estabilidade obtidas pelos métodos de Lin & Binns e Centróide, encontram-se na Tabela 5.

Os genótipos M. Soy 8766, GB 881 e M Soy 9056 apresentaram os menores P_{is} Geral sendo classificados pelo método de Lin & Binns e centróide como de alta adaptabilidade e estabilidade, e de adaptabilidade geral respectivamente. Os genótipos Amaralina RR e AH10-015 apresentaram P_{is} geral intermediários e P_{is} baixos para ambientes favoráveis e foram classificados para condições específicas de ambientes favoráveis (Grupo II) pelo método Centróide. Já os genótipos AH10-007 e GB 847 foram inseridos no grupo III, pois obtiveram P_{is} baixos somente para ambientes desfavoráveis, sendo portanto, classificados como de adaptabilidade específica para ambientes desfavoráveis. Os genótipos BRS 216, AH2009-004 e AH2009-001 foram classificados como pouco adaptados (grupo IV) e pelo método de Lin & Binns foram os genótipos com maiores P_{is} Geral, favoráveis e desfavoráveis, pouco adaptados e instáveis.

Dessa forma observa-se coerência entre os métodos de Lin & Binns e Centróide em identificar os mesmos genótipos na quantificação da adaptabilidade e estabilidade para produtividade de grãos.

TABELA 5 - P_{is} (geral, favorável e desfavorável), dos genótipos de soja no Estado do Tocantins, e a classificação dos genótipos em um dos quatro grupos caracterizados pelos centróides.

Genótipos	Médias	Lin & Binns (1966)			Centróide				
		Geral	Fav.	Desfav	Grupo	Prob(I)	Prob(II)	Prob(III)	Prob(IV)
BRS Luziânia	2754	773.2	921.0	699.3	I	0.318	0.237	0.243	0.200
BRSMG 800 ^a	1757	2509.1	3336.4	2095.5	IV	0.172	0.227	0.216	0.384
AH-2009-004	1167	3920.7	6555.9	2603.1	IV	0.104	0.136	0.156	0.603
BRS 216	2685	4551.1	6285.2	3684.0	IV	0.041	0.060	0.055	0.843
AH-2009-003	2311	1367.3	1115.6	1493.2	II	0.239	0.299	0.211	0.249
BRSMG 790 ^a	2187	1633.8	2389.5	1256.0	IV	0.220	0.235	0.259	0.284
AH-2009-001	2084	1786.3	826.4	2266.3	II	0.197	0.383	0.169	0.250
BRS 257	1367	3334.3	4909.6	2546.6	IV	0.120	0.165	0.166	0.547
BRSGO 8660	2238	1436.4	2006.4	1151.4	IV	0.231	0.245	0.252	0.271
AH-2009-002	1206	3833.7	4908.5	3296.4	IV	0.107	0.160	0.140	0.591
Anta 83 RR	1210	3787.1	6084.1	2638.6	IV	0.102	0.135	0.149	0.613
Anta 82 RR	1216	3652.2	5034.6	2960.9	IV	0.101	0.146	0.136	0.614
M-Soy 9056	3211	234.7	199.9	252.1	I	0.490	0.188	0.184	0.136
BRS 8560 RR	2961	661.0	513.5	734.8	I	0.354	0.236	0.226	0.183
Juliana	3216	367.8	275.2	414.1	I	0.437	0.203	0.206	0.153
P98Y51 RR	2303	1451.8	3012.2	671.6	III	0.225	0.194	0.330	0.249
Juliana RR	2946	498.0	632.9	430.5	I	0.377	0.217	0.231	0.174
CD 219 RR	2593	968.8	442.4	1232.0	II	0.281	0.318	0.195	0.205
M 9144 RR	3039	426.3	68.3	605.3	I	0.404	0.258	0.179	0.158
NK 9074 RR	1532	2933.0	3818.3	2490.4	IV	0.144	0.206	0.185	0.464
COCKER	1791	2288.1	3464.6	1699.8	IV	0.175	0.217	0.233	0.374
CD 219 RR	2378	1302.2	413.3	1746.7	II	0.232	0.384	0.171	0.212
P98Y70 RR	2988	503.9	332.4	589.6	I	0.382	0.238	0.207	0.171
Amaralina RR	2505	1385.8	8.5	2074.4	II	0.203	0.507	0.129	0.159
M 7211 RR	1186	3760.1	5147.7	3066.3	IV	0.091	0.134	0.123	0.651
NK 7074 RR	2088	1757.6	2129.1	1571.8	IV	0.210	0.258	0.231	0.300
M-Soy 8766	3492	195.1	0.0000	292.6	I	0.539	0.185	0.154	0.121
P99R01 RR	2611	969.0	2006.9	450.1	III	0.275	0.197	0.316	0.211
Valiosa RR	2573	1419.6	3762.8	248.0	III	0.208	0.146	0.458	0.187
TMG 1182 RR	3074	474.8	1151.1	136.7	I	0.378	0.174	0.286	0.161
GB 874	2907	668.2	1667.5	168.5	III	0.324	0.173	0.328	0.173
TMG 155 RR	1906	2178.9	4177.9	1179.4	IV	0.184	0.193	0.290	0.331
M 8925 RR	2748	812.5	1801.5	318.0	III	0.300	0.186	0.322	0.190
TMG 1181 RR	1698	2721.0	4798.0	1682.6	IV	0.162	0.189	0.248	0.399
M 8787 RR	3030	393.9	450.1	365.8	I	0.411	0.211	0.215	0.162
TMG 132 RR	2251	1392.6	1403.4	1387.2	II	0.233	0.283	0.221	0.261
M 8867 RR	2954	464.7	554.9	419.6	I	0.386	0.219	0.224	0.171
TMG 1187 RR	2774	921.8	2274.7	245.4	III	0.276	0.172	0.363	0.187
M 8585 RR	2635	883.5	1326.2	662.1	I	0.294	0.228	0.263	0.213
M 8866 RR	3213	322.2	236.0	365.3	I	0.452	0.201	0.198	0.148
AN 8500	2931	489.4	550.8	458.7	I	0.379	0.224	0.223	0.174
A 7002	3043	375.9	189.3	469.2	I	0.420	0.231	0.191	0.157
STS 750	2585	960.5	325.7	1277.8	II	0.277	0.338	0.184	0.199
GB 881	3227	241.5	392.9	165.8	I	0.484	0.174	0.204	0.137
TMG 7188 RR	2529	965.9	1514.9	691.4	I	0.280	0.228	0.268	0.222
M 8527 RR	2980	492.6	367.3	555.3	I	0.383	0.235	0.209	0.171
AH10-006	2850	545.6	580.7	528.0	I	0.362	0.234	0.223	0.180
AH10-007	3091	649.6	1826.1	61.3	III	0.327	0.153	0.362	0.156
AH10-008	2775	744.5	611.1	811.3	I	0.325	0.257	0.221	0.196
AH10-009	2381	1236.5	2251.8	728.9	III	0.247	0.213	0.296	0.243
AH10-010	2474	1099.1	941.4	1177.9	II	0.266	0.285	0.219	0.229
AH10-011	3118	452.1	467.2	444.6	I	0.404	0.207	0.224	0.164
AH10-012	2666	907.6	445.9	1138.4	II	0.295	0.300	0.201	0.202
AH10-013	3102	353.8	89.1	486.2	I	0.432	0.236	0.180	0.151
AH10-014	3033	498.2	1244.6	125.0	I	0.369	0.173	0.294	0.163
AH10-015	2326	1501.9	142.2	2181.8	II	0.196	0.486	0.137	0.180
AH10-016	2201	1535.8	1235.9	1685.8	II	0.223	0.308	0.204	0.264
AH10-017	2698	717.9	648.5	752.6	I	0.321	0.260	0.220	0.197
AH10-018	3103	350.6	500.0	275.9	I	0.429	0.195	0.220	0.155
AH10-019	3007	517.8	533.8	509.8	I	0.380	0.220	0.226	0.173
AH10-020	2548	1226.3	837.7	1420.6	II	0.270	0.283	0.219	0.226
AH10-021	2490	1046.7	478.0	1331.0	II	0.265	0.335	0.189	0.210
AH10-022	2838	664.7	361.2	816.5	I	0.340	0.269	0.205	0.186
AH10-023	2513	1050.9	505.5	1323.6	II	0.267	0.328	0.192	0.212
Media Geral	2520								

Ideótipo I = Adaptabilidade geral (++); Ideótipo II = Adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (+-); Ideótipo III = Adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (-+); Ideótipo IV = Pouco adaptado (--).

Observa-se no gráfico de dispersão (Figura 1), que existem pontos de proximidade para todos os quatros centróides, o genótipo M. Soy 8766 (27) encontra-se mais próximo do centróide I considerado de adaptabilidade geral, os genótipos Amaralina RR (24), AH-2009-001 (7) e o AH10-015 (56) estão posicionados próximos ao centróide II sendo portanto considerado de adaptabilidade especifica a ambientes favoráveis, próximos do centróide III, ou seja de adaptabilidade especifica a ambientes desfavoráveis encontram-se os genótipos Valiosa RR (29) e o AH10-007 (48), já os genótipos BRS 216 (4), AH-2009-004 (3) e o AH-2009-002 (10) se encontram próximos ao centróide IV, ou seja, classificados como pouco adaptado.

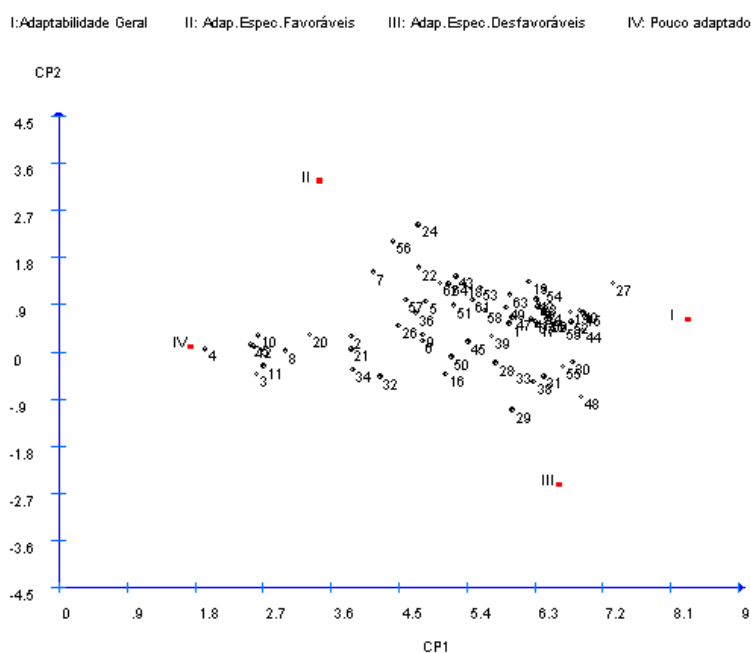


Figura 1. Dispersão gráfica dos escores em relação aos dois primeiros componentes principais obtidos da análise da produtividade de 64 genótipos de soja avaliados em três ambientes. Os quatro pontos numerados com algarismos romanos representam os centróides. **1** = BRS Luziânia, **2** = BRSMG 800A, **3** = AH-2009-004, **4** = BRS 216, **5** = AH-2009-003, **6** = BRSMG 790A, **7** = AH-2009-001, **8** = BRS 257, **9** = BRSGO 8660, **10** = AH-2009-002, **11** = Anta 83 RR, **12** = Anta 82 RR, **13** = M-Soy 9056, **14** = BRS 8560 RR, **15** = Juliana, **16** = P98Y51 RR, **17** = Juliana RR, **18** = CD 219 RR, **19** = M 9144 RR, **20** = NK 9074 RR, **21** = COCKER, **22** = CD 219 RR, **23** = P98Y70 RR, **24** = Amaralina RR, **25** = M 7211 RR, **26** = NK 7074 RR, **27** = M-Soy 8766, **28** = P99R01 RR, **29** = Valiosa RR, **30** = TMG 1182 RR, **31** = GB 874, **32** = TMG 155 RR, **33** = M 8925 RR, **34** = TMG 1181 RR, **35** = M 8787 RR, **36** = TMG 132 RR, **37** = M 8867 RR, **38** = TMG 1187 RR, **39** = M 8585 RR, **40** = M 8866 RR, **41** = AN 8500, **42** = A 7002, **43** = STS 750, **44** = GB 881, **45** = TMG 7188 RR, **46** = M 8527 RR, **47** = AH10-006, **48** = AH10-007, **49** = AH10-008, **50** = AH10-009, **51** = AH10-010, **52** = AH10-011, **53** = AH10-012, **54** = AH10-013, **55** = AH10-014, **56** = AH10-015, **57** = AH10-016, **58** = AH10-017, **59** = AH10-018, **60** = AH10-019, **61** = AH10-020, **62** = AH10-021, **63** = AH10-022, **64** = AH10-023.

De acordo com Carvalho *et al.*, (2002), essa distribuição heterogênea permite a recomendação de genótipos com adaptabilidade geral ou de adaptabilidade específica a um determinado ambiente, pode se observar que a medida que os genótipos se aproximam do centróide I, ocorre uma tendência no aumento na média para produtividade de grãos. De acordo com Rocha *et al.*, (2005), quanto menor for a diferença entre um genótipo qualquer e o ideótipo I, menor será a diferença entre esse e o genótipo de máximo desempenho em todos os ambientes, fazendo com que a adaptabilidade geral esteja necessariamente associada ao melhor desempenho.

CONCLUSÃO

Os genótipos M Soy 8766, GB 881 e M Soy 9056 foram classificados como de ampla adaptabilidade e estáveis para produtividade de grãos.

Os métodos são coerentes entre - si na classificação da adaptabilidade e estabilidade para produtividade de grãos; para a maioria dos genótipos estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R. W. & BRADSHAW, A. D. Implications of genotype-environment interactions in applied plant breeding. **Crop Sci**, Madison, v. 4, p. 503-507, 1964.

ALLARD, R.W. Relationship between genetic diversity and consistency of performance in different environments. **Crop Sci**, Madison, v.1, n.3, p. 127-133, 1961.

CARVALHO, H. W. L.; SILVA, M. L.; CARDOSO, M. J.; SANTOS, M. X.; TABOSA, J. N.; CARVALHO, C.L & LIRA, M. A. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no triênio de 1998 a 2000. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v 37. P:1581-1588, 2002.

CRUZ, C. D. & REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, UFV, Imprensa Universitária, 390 p. 1993.

CRUZ, C. D. **Programa Genes - Biometria**. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. v. 1. 382 p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, V.2, 585 p. 2003.

CRUZ, C. D.; CASTOLDI, F. L. Decomposição da interação genótipos ambientes em partes simples e complexa. **Ceres**, v. 38, n. 219, p. 422-430, 1991.

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

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Tecnologias de produção de Soja Região Central do Brasil 2009 e 2010**. Londrina, 262 p. 2008.

GILIOI, J. L., F. TERASAWA, W. WILLEMANN, O. P. ARTIAGA, E. A. V. MOURA & W. V. PEREIRA. Soja: Série 100. FT Sementes, Cristalina, Goiás. (**Boletim Técnico 3**), 18 p. 1995.

KIIHL, R. A. S.; ALMEIDA, L. A. A. O futuro do melhoramento genético como agregador de tecnologia via semente. In: CONGRESSO DE TECNOLOGIA E COMPETITIVIDADE DA SOJA NO MERCADO GLOBAL, 2000, Cuiabá. **Anais...**Cuiabá, p.45-47, 2000.

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, p.193-198, 1988.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; THOMPSON, H. E.; BENSON, G. O. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, Cooperative Extension Service, (Special Report, 53), 20 p. 1994.

ROCHA, R. B.; MURO-ABAD, J. I.; ARAUJO, E. F.; CRUZ, C. D. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.3, p.255-266, 2005.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de Produção e Usos da Soja**. Londrina: Mecenas, 314 p. 2009.

CAPITULO III

ADAPTABILIDADE DE SOJA BASEADA EM MÉTODOS PARAMÉTRICOS E NÃO-PARAMÉTRICOS

RESUMO: Objetivou-se através deste estudo avaliar o desempenho de genótipos de soja para produtividade de grãos em diferentes ambientes, do Estado do Tocantins. Foram utilizados os dados de produtividade de grãos de 17 genótipos de soja. Os experimentos foram conduzidos no ano agrícola 2009/10, na entressafra 2010 e no ano agrícola 2010/11 em Gurupi e Formoso do Araguaia no Estado do Tocantins. O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, com quatro repetições. A análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos foi realizada pelos seguintes métodos de Annicchiarico e Centróide. A média geral de produtividade de grãos foi de 2124 kg ha⁻¹, com máxima de 2956 kg ha⁻¹ em Formoso, e mínima de 1046 kg ha⁻¹ no ambiente Gurupi FE, o genótipo M 7211 RR obteve a menor média entre os ambientes com 1102 kg ha⁻¹, já o genótipo M. Soy 8766 apresentou a maior média entre os ambientes com 2997 kg ha⁻¹ e também a maior média isolada entre os genótipos com 4197 kg ha⁻¹ quando cultivado em Formoso. Os genótipos M.Soy8766, M.Soy9056 e o BRS 8560 RR podem ser recomendados como os de melhor adaptabilidade e estabilidade.

Palavras Chaves: Previsibilidade, genótipos e ambientes.

ABSTRACT

ADAPTABILITY OF SOYBEAN BASED UPON PARAMETRIC AND NON-PARAMETRIC METHODS

The objective of this study to evaluate through the performance of soybean genotypes for the grain yield in different environments of the state of Tocantins. The data collected from the grain yield (kg ha^{-1}) from 17 genotypes of soybean were utilized. The experiments were conducted during the agricultural year of 2009/10 and the agricultural year 2010/11 in Gurupi and Formoso do Araguaia in the state of Tocantins. The experimental design was on completely randomized blocks, repeated four times. The analyses of adaptability and phenotypic stability of the genotypes was fulfilled using the following methods: Annicchiarico and Centróide The general rating of grain yield was 2124 kg ha^{-1} with a maximum of 2956 kg ha^{-1} and a minimum of 1046 kg ha^{-1} in the environment of Gurupi FE. The M 7211 RR had the lowest environmental genotype rating of 1102 kg ha^{-1} . The M. Soy 8766 on the other hand, presented the largest amount amongst the environments with a rating of 2997 kg ha^{-1} and also the largest isolated genotype rating of 4197 kg ha^{-1} when cultivated in Formoso do Araguaia. M.Soy 8766, M.Soy 9056 and BRS 8560 RR Genotypes can be recommended for the best adaptability and stability.

Key Words: Predictability, genotypes and environments.

INTRODUÇÃO

O crescimento da cultura da soja no país esteve sempre associado aos avanços científicos e a disponibilização de tecnologias, a mecanização e a criação de cultivares altamente produtivas adaptadas às diversas regiões (FREITAS, 2011).

Os programas de melhoramento genético são essenciais para atender à crescente demanda por maiores produções, possibilitando através da criação de variabilidade e ampliação da base genética, a seleção dos melhores genótipos de uma população, capazes de superar os patamares de produtividade (SILVA & DUARTE, 2006; ALMEIDA *et al.*, 2011). Tanto na fase de seleção como na de recomendação de genótipos para cultivo, a interação genótipo x ambiente constitui um grande problema para os melhoristas. Para contornar esta questão, realizam-se análises de adaptabilidade e estabilidade, pelas quais se torna possível a identificação de genótipos de interesse para diversos estudos (CRUZ *et al.*, 2004).

As análises de adaptabilidade e estabilidade são, portanto, procedimentos estatísticos que permitem, de algum modo, identificar os genótipos de comportamento mais estável e que respondem previsivelmente às variações ambientais. Algumas dessas análises permitem, também, dividir os efeitos da interação G x A em efeitos de genótipos e de ambientes, revelando a contribuição relativa de cada um para a interação total (ROCHA, 2002; NASCIMENTO *et al.*, 2009). Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o desempenho de genótipos de soja para produtividade de grãos em diferentes ambientes do Estado do Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados de produtividade de grãos (kg ha^{-1}) de 17 genótipos de soja, sendo eles Amaralina; BRS 8560 RR; JulianaRR; M. Soy 9144RR; P98Y70RR; P99R01RR; P98Y51RR; Juliana; M.Soy8766; M. Soy 9056; Anta 83 RR; Anta 82 RR; NK 7074 RR; NK 9074 RR; CD 219 RR; CD 219 RR; M 7211 RR.

Os experimentos foram conduzidos no ano agrícola 2009/10, na entressafra 2010 e 2010/11 em Gurupi e Formoso do Araguaia no Estado do Tocantins. No ano agrícola de 2009/10 foi conduzido um ensaio na Fazenda Experimental da Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, denominado de Gurupi (FE); na entressafra de 2010 no município de Formoso do Araguaia, sob várzea irrigada (elevação do lençol freático) foi conduzido um ensaio denominado de Formoso; e na safra de 2010/11 na área experimental da Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, dois ensaios denominados de Gurupi I e Gurupi II, correspondendo a diferentes épocas de semeadura, caracterizando portanto, quatro ambientes.

Em Gurupi, a semeadura foi realizada sob sistema de plantio direto, e em Formoso do Araguaia o preparo do solo foi o habitual utilizado em várzea irrigada com aração, gradagem e rolagem (através de rolo compactador). As sementes foram tratadas com Carbendazim-Thiram 200 SC, na dosagem de 200 ml/100 kg de sementes e inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* na dosagem de 100 g de inoculante para 100 kg de sementes. A adubação de plantio foi realizada com base na análise de solo e recomendações para cultura soja (EMBRAPA, 2008), correspondendo a 500 kg ha^{-1} da formulação NPK 00-16-16 + micronutrientes.

TABELA 1. Dados da análise de solo dos três locais em que foram implantados os experimentos.

Variáveis		Gurupi FE	Gurupi	Formoso
pH		4,2	5,6	5,3
Al+H	cmolc dm ⁻³	4,1	2,6	4,9
Ca2 + Mg2	cmolc dm ⁻³	0,8	2,8	3,0
K+	cmolc dm ⁻³	0,7	0,18	0,06
P	mg dm ⁻³	1,2	3,7	3,9
V	%	17,1	53,5	38,2
SB	cmolc dm ⁻³	0,8	3,0	3,1
CTC	cmolc dm ⁻³	5,0	5,6	8,0
Matéria Orgânica	g dm ⁻³	18,1	2,2	1,5
Areia	%	69,01	71	59,7
Silte	%	4,05	5	4,1
Argila	%	26,93	24	36,2

Gurupi FE (Fazenda Experimental da Universidade Federal do Tocantins), Gurupi (área experimental da Universidade Federal do Tocantins) e Formoso (município de Formoso do Araguaia - TO, sob várzea irrigada).

O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram formadas por quatro fileiras de plantas com 5 m, e espaçamento de 0,45 m entre as fileiras. A área útil da parcela foi de 3,6 m², tendo sido colhidas as duas fileiras centrais, desprezando-se 0,5 m de bordadura nas extremidades.

Foram realizadas análises de variância individuais, seguida de uma análise de variância conjunta, utilizando-se o aplicativo computacional em genética e estatística - GENES (CRUZ, 2006).

As estimativas da parte complexa da interação foram obtidas através da metodologia proposta por Cruz e Castoldi (1991), em que a parte complexa é expressa por:

$$C = \sqrt{(1 - r)^3 Q1Q2}$$

Onde: Q1= maior quadrado médio entre genótipos nos dois locais; Q2 = menor quadrado médio entre genótipos nos dois locais; r = coeficiente de correlação simples entre genótipos nos dois locais.

A análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos foi realizada através dos métodos Annicchiarico (1992) e Centróide (ROCHA *et al.*, 2005).

No método de Annicchiarico, as médias dos genótipos são expressas como porcentagem da média ambiental, estimando-se o índice de confiança (I_i) de determinado genótipo em apresentar desempenho abaixo da média do ambiente, segundo o modelo estatístico:

$$I_i = Y_i \pm Z_{(1-a)} * S_i$$

Onde, I_i : índice de confiança (%); Y_i : média do genótipo i em porcentagem; Z : percentil $(1 - a)$ da função de distribuição normal acumulada; a : nível de significância; S_i : desvio padrão dos valores percentuais.

Por meio deste método pode-se estimar o risco (em probabilidade) em adotar determinado genótipo; portanto, este deve apresentar, na pior das hipóteses, índice de confiança igual a 100, o que corresponde a uma resposta igual à média do ambiente.

O método centróide, segundo Rocha *et al.*, (2005), baseia-se na comparação de valores de distância cartesiana entre os genótipos e quatro referências ideais (ideótipos), criados com base nos dados experimentais para representar os genótipos de máxima adaptabilidade geral, máxima adaptabilidade específica a ambientes favoráveis ou desfavoráveis e os genótipos de mínima adaptabilidade. O ideótipo de máxima adaptabilidade geral é aquele que apresenta os valores máximos observados para todos os ambientes estudados (ideótipo I). Os ideótipos de máxima adaptabilidade específica são aqueles que apresentam máxima resposta em ambientes favoráveis e mínima resposta em ambientes desfavoráveis (ideótipo II) ou

máxima resposta em ambientes desfavoráveis e mínima em ambientes favoráveis (ideótipo III). O ideótipo de mínima adaptabilidade é aquele que apresenta os menores valores em todos os ambientes estudados (ideótipo IV).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de variação experimental variaram de 6,84 a 9,90% indicando assim um bom controle das fontes de variação para produtividade de grãos (Tabela 2).

TABELA 2. Produtividade média de grãos (Y_j), variância residual (QMR) e coeficiente de variação (CV) de ensaios de competição de linhagens de soja, no Estado do Tocantins

Ambiente	Y_j	QMR	CV(%)
Gurupi (FE)	1046.6	5763.220	7.25
Formoso	2876.0	38781.535	6.84
Gurupi I	2378.9	44277.012	8.84
Gurupi II	2115.1	43926.966	9.90

Os efeitos da interação apresentaram significância a 1% pelo teste F (Tabela 3). De acordo com o método de Cruz & Castoldi (1991), os pares de ambientes que apresentaram interação predominantemente do tipo simples foram Gurupi (FE) – Formoso e Formoso – Gurupi II que apresentaram a parte complexa da interação menor que 50% (Tabela 4). Os demais pares de ambientes apresentaram interação do tipo complexa, ou seja, os genótipos possuem comportamentos diversos com a variação do ambiente dificultando a seleção direta com base na produtividade média do cultivar.

TABELA 3: Análise de variância conjunta da produtividade de grãos (kg ha⁻¹), de 17 genótipos de soja avaliados em quatro ambientes, no Estado do Tocantins.

Fonte de Variação	G. L.	Q. M	F.	Pr>F
Blocos/Ambientes	12	31578.747	-	-
Genótipos (G)	16	5277848.755	3.26	<0.00
Ambientes (A)	3	40567887.429	1284.65	<0.00
Interação (GXA)	42	1616621.667	39.57	<0.00
Resíduo	156	40845.764	-	-
MÉDIA		2104.178		
CV(%)		9.60		

TABELA 4. Pares de ambientes, correlação entre ambientes e porcentagem da parte complexa resultante da decomposição da interação entre genótipos e pares de ambiente, segundo metodologia de CRUZ & CASTOLDI (1991), nos ensaios de competição de 17 genótipos de soja no Estado do Tocantins

Pares de ambientes	Correlação	Parte complexa da interação
Gurupi (FE) e Formoso	-0.26	48.41
Gurupi (FE) e Gurupi I	-0.45	69.62
Gurupi (FE) e Gurupi II	-0.18	60.41
Formoso e Gurupi I	0.61 **	55.78
Formoso e Gurupi II	0.80 **	33.90
Gurupi I e Gurupi II	0.74 **	50.62

** : Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

Considerando todos os ambientes, a média geral de produtividade de grãos foi de 2124 kg ha⁻¹, com máxima de 2956 kg ha⁻¹ em Formoso, e mínima de 1046 kg ha⁻¹ no ambiente Gurupi FE. O genótipo M 7211 RR obteve a menor média entre os ambientes com 1102 kg ha⁻¹, e o genótipo M. Soy 8766 apresentou a maior média entre os ambientes com 2997 kg ha⁻¹ e também a maior média isolada entre os genótipos com 4197 kg ha⁻¹, quando cultivado em Formoso.

A baixa produtividade obtida pelo ambiente Gurupi (FE), o que o classificou como ambiente desfavorável para produtividade de grãos, é justificado por se encontrar em área de pastagem degradada, de baixa fertilidade do solo como pode se observado na tabela 1. O plantio solteiro de

culturas anuais de soja, milho e outras culturas podem ser realizados para recuperação de pastagens degradadas, Esse sistema possui muitas vantagens porque permite a elevação da fertilidade do solo com amortização parcial dos custos (MACEDO *et al.*, 2000).

TABELA 5. Médias de produtividade de grãos de genótipos de soja em quatro ambientes no Estado do Tocantins

Genótipos	Ambientes				Médias
	Gurupi (FE)	Formoso	Gurupi I	Gurupi II	
Amaralina	989 c	3601 c	1806 e	1429 e	1956
BRS8560 RR	1099 b	3509 c	2780 c	2986 b	2594
JulianaRR	853 c	3447 c	3089 c	2551 c	2485
M.Soy9144RR	802 c	3502 c	2822 c	2469 c	2399
P98Y70RR	1043 b	3557 c	2766 c	2634 c	2500
P99R01RR	808 c	2819 d	3403 b	2461 c	2373
P98Y51RR	980 c	2068 f	2933 c	1858 d	1960
Juliana	766 c	3337 c	2489 d	2930 b	2381
M.Soy8766	1111 b	4197 a	3402 b	3276 a	2997
M.Soy9056	1045 b	3910 b	3768 a	2501 c	2806
Anta 83 RR	1243 b	1009 h	1391 f	1130 f	1193
Anta 82 RR	1186 b	1149 h	1613 f	787 g	1184
NK 7074 RR	1583 a	2384 e	1572 f	2208 c	1937
NK 9074 RR	1236 b	1566 g	1511 f	1513 e	1420
CD 219 RR	1106 b	3913 b	1721 e	1951 d	2173
CD 219 RR	1109 b	3556 c	1971 e	2429 c	2266
M 7211 RR	826 c	1338 g	1403 f	841 g	1102
Media	1046	2956	2379	2115	2124

Em uma mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo critério estatístico de Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade

De acordo com o índice de recomendação (W_i) proposto por Annicchiarico, pode-se indicar os genótipos M.Soy8766, M.Soy9056 e o BRS 8560 RR como os de melhor adaptabilidade e estabilidade considerando o seu comportamento em todos os ambientes. Os mesmos genótipos obtiveram os melhores índices para os ambientes favoráveis (Formoso, Gurupi I e Gurupi II). Não foi possível gerar uma análise dos genótipos expressivos em ambientes desfavoráveis, porque um único ambiente apresentou índice ambiental negativo (Gurupi FE) Tabela 6. Em concordância com o método Annicchiarico os genótipos M.Soy8766, M.Soy9056 e BRS 8560 que se destacaram com os melhores \square_{is} , foram classificados como de máxima adaptabilidade específica a

ambientes favoráveis (ideótipos II), método centróide. Os genótipos Anta 83 e Anta 82, considerados produtivos em ambientes desfavoráveis foram classificados como de máxima adaptabilidade nesses ambientes (Ideótipo III) e, podem ser recomendados para recuperação de áreas de pastagens degradadas.

TABELA 6. Produtividade média (kg ha⁻¹), W_{is} (geral, favorável) e a classificação dos genótipos em um dos quatro grupos caracterizados pelos centróides e a probabilidade associada a sua classificação.

Genótipos	Medias	Annicchiarico (1992) ¹⁷		Grupo	Centróide ²⁷			
		Geral	Fav.		Prob(I)	Prob(II)	Prob(III)	Prob(IV)
Amaralina	1956	83.8	81.0	IV	0.245	0.249	0.250	0.255
BRS8560 RR	2594	117.2	123.2	II	0.361	0.374	0.132	0.132
JulianaRR	2485	107.1	121.9	II	0.335	0.387	0.137	0.140
M.Soy9144RR	2399	102.6	118.4	II	0.322	0.367	0.153	0.157
P98Y70RR	2500	112.9	120.3	II	0.345	0.364	0.144	0.145
P99R01RR	2373	101.0	112.9	II	0.309	0.342	0.171	0.176
P98Y51RR	1960	88.3	87.2	IV	0.220	0.225	0.272	0.281
Juliana	2381	100.7	115.0	II	0.315	0.354	0.162	0.167
M.Soy8766	2997	131.6	146.2	II	0.407	0.484	0.053	0.053
M.Soy9056	2806	121.5	132.4	II	0.384	0.435	0.089	0.090
Anta 83 RR	1193	56.5	45.6	III	0.052	0.052	0.491	0.404
Anta 82 RR	1184	54.9	43.7	III	0.048	0.048	0.459	0.442
NK 7074 RR	1937	91.1	79.2	III	0.203	0.196	0.311	0.288
NK 9074 RR	1420	69.2	60.8	III	0.102	0.102	0.407	0.387
CD 219 RR	2173	94.3	91.3	II	0.278	0.281	0.219	0.220
CD 219 RR	2266	102.1	101.3	II	0.295	0.298	0.202	0.203
M. Soy 7211	1102	51.3	45.8	IV	0.048	0.049	0.262	0.640

CONCLUSÃO

Pela metodologia proposta por Annicchiarico (1992) os genótipos M.Soy8766, M.Soy9056 e o BRS 8560, mais produtivos, apresentam ampla adaptabilidade e estabilidade.

Com base nos métodos de Annicchiarico (1992) e Centróide (ROCHA, 2005) os genótipos Soy8766, M.Soy9056 e o BRS 8560 apresentam superioridade para os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade e para produtividade de grãos.

Os métodos Annicchiarico (1992) e Centróide (ROCHA, 2005), são concordantes entre si, e permite identificar os genótipos, mais previsíveis e produtivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfafa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Breeding**, v. 46, n. 1, p. 269-278, 1992.

ALMEIDA, R. D.; PELUZIO, J, M.; AFFÉRI, F. S. Divergência genética entre cultivares de soja, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, 42:108-115. 2011.

CRUZ, C. D. **Programa Genes - Biometria**. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. v. 1. 382 p.

CRUZ, C. D.; CASTOLDI, F. L. Decomposição da interação genótipos ambientes em partes simples e complexa. **Ceres**, v. 38, n. 219, p. 422-430, 1991.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa: UFV, v.1. 480 p. 2004.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Tecnologias de produção de Soja Região Central do Brasil 2009 e 2010**. Londrina, 262 p. 2008.

FREITAS M. C. M. **A cultura da soja no brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.7, n.12; p.1-12. 2011.

MACEDO, M. C. M.; KICHEL, A. N.; ZIMMER, A. H. **Degradação e alternativas de recuperação e renovação de pastagens**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. (Embrapa Gado de Corte/ Comunicado Técnico N.º 62), 4p. 2000.

NASCIMENTO, M.; CRUZ, C. D.; CAMPANA, A. C. M.; TOMAZ, R. S.; SALGADO, C. C; FERREIRA, R. de P. Alteração no método centróide de avaliação da adaptabilidade genotípica. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.44, n.3, p.263-269, mar. 2009.

ROCHA, M. M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica**. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 184 p. 2002.

ROCHA, R. B.; MURO-ABAD, J. I.; ARAUJO, E. F.; CRUZ, C. D. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 3, p. 255-266, 2005.

SILVA, W. C. J. e; DUARTE, J. B. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. **Pesq. agropec. bras. Brasília**, v.41, n.1, p.23-30, 2006.