

Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja avaliados no estado do Mato Grosso¹

Hélio Bandeira Barros², Tuneo Sedyama³, Rita de Cássia Teixeira³, Rodrigo Ribeiro Fidelis², Cosme Damião Cruz⁴, Múcio Silva Reis³

RESUMO

Este trabalho teve o objetivo de avaliar o desempenho, a estabilidade e a adaptabilidade de 20 genótipos de soja [*Glycine max* (L.) Merrill], em seis ambientes no Estado do Mato Grosso. O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com três repetições. Os ensaios foram conduzidos nos anos agrícolas de 2004/05 e 2005/06 nos municípios de Rondonópolis, Campo Verde e Vera. Para avaliação da adaptabilidade e estabilidade, utilizaram-se os métodos de Lin & Binns (1988) modificado por Carneiro (1998) e Centróide (Rocha *et al.*, 2005). A produtividade média de grãos variou de 2.372 kg.ha⁻¹ (Rondonópolis IV) a 3.539 kg.ha⁻¹ (Vera), com média geral dos ambientes de 2.994 kg.ha⁻¹. Em ambas as metodologias, as linhagens BCR 02 57, BCR 02 25, e BCR 02 20 e os cultivares Tabarana e SL 88102 foram classificados como os mais produtivos, adaptados e estáveis, havendo, portanto, coerência entre tais metodologias. Foram recomendadas as linhagens de soja BCR 02 57, e BCR 02 25, BCR 02 20 para amplas condições ambientais, tendo em vista a produtividade de grãos superior.

Palavras-chave: Melhoramento, genética, ensaios de competição. *Glycine max*, produtividade.

ABSTRACT

Stability and adaptability of soybean genotypes tested in the state of Mato Grosso

This work aimed to evaluate the performance, stability and adaptability of 20 soybean genotypes [*Glycine max* (L.) Merr.] in six different environments in the state of Mato Grosso. The experiments were arranged in a randomized complete block design with three replicates. The tests were carried out in the agricultural years 2004/05 and 2005/06 in the municipalities of Rondonópolis, Campo Verde and Vera. Stability and adaptability were evaluated according to the methods developed by Lin and Binns (1988) modified by Carneiro (1998) and the Centroid method (Rocha *et al.*, 2005). Mean grain yield varied from 2372 kg ha⁻¹ (Rondonópolis IV) to 3539 kg ha⁻¹ (Vera) with overall mean among the environments of 2994 kg ha⁻¹. Both methods classified the lines BCR 02 57, BCR 02 25, BCR 02 20 and the cultivars "Tabarana" and SL 88102 as having the highest productivity, adaptability and stability, indicating consistency between the methods. The following soybean lines were recommended for a wide range of environmental conditions: BCR 02 57, BCR 02 25, BCR 02 20

Key words: competition trials, genetics, *Glycine max* L. Merr., improvement, productivity.

Recebido para publicação em agosto de 2008 e aprovado em março de 2010

¹Extraído de Tese de Doutorado em Fitotecnia do primeiro autor

²Engenheiro Agrônomo, Doutor. Universidade Federal do Tocantins, Campus Universitário de Gurupi, Rua Badejós, Chácaras 69 e 72, Lote 07, Zona Rural, 77402-970, Caixa-Postal: 66 Gurupi, Tocantins, Brasil. bbb2006@yahoo.com.br Autor para correspondência

³Engenheiro Agrônomo, Doutor. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, Av. P.H.Rolfs, s/n, 36570-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. tuneo@ufv.br; cebacuri@uol.com.br; msreis@ufv.br

⁴Engenheiro Agrônomo, Doutor. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Biologia Geral, Av. P.H.Rolfs, s/n, 36570-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. cdacruz@ufv.br

INTRODUÇÃO

A cultura da soja é desenvolvida em todas as regiões brasileiras, em diferentes condições edafoclimáticas. Assim, há grande variação na produtividade de grãos, não só em função dos sistemas de cultivo e níveis tecnológicos, mas também em consequência das condições edafoclimáticas, resultando na interação entre genótipos e ambientes. Essa interação ocorre devido à inconsistência do desempenho dos genótipos nos vários ambientes. Portanto, a interação genótipos por ambientes deve ser estimada e considerada no programa de melhoramento genético e na indicação de cultivares (Prado *et al.*, 2001).

A alternativa frequentemente mais utilizada para amenizar a influência dessa interação é a recomendação de cultivares com estabilidade e ampla adaptabilidade (Cruz & Carneiro, 2003). Entende-se por adaptabilidade a capacidade genotípica de resposta à melhoria do ambiente. A estabilidade de comportamento seria a capacidade dos genótipos apresentarem comportamento previsível em função das variações ambientais (Cruz & Carneiro, 2003).

A recomendação de novos cultivares tem como base os testes de linhagens puras, os quais são considerados por muitos autores como uma das etapas mais importante, trabalhosa e onerosa (Silva & Duarte, 2006; Maia *et al.*, 2006; Rocha *et al.*, 2005; Nunes *et al.*, 2002; Prado *et al.*, 2001; Atroch *et al.*, 2000; Farias, *et al.*, 1997). Isso porque exige a condução de experimentos precisos e em grande amplitude de condições ambientais.

Dentre as metodologias utilizadas para estudos de adaptabilidade e estabilidade, as não-paramétricas apresentam algumas vantagens em relação às paramétricas, entre as quais pode-se citar: a facilidade de uso e interpretação dos parâmetros, a não-necessidade de assumir qualquer hipótese sobre a distribuição dos valores fenotípicos e o fato da adição ou retirada de um ou poucos genótipos do grupo avaliado não causar grandes variações nas estimativas (Huehn 1990). Apesar da simplicidade e facilidade de interpretação dos parâmetros de algumas metodologias não-paramétricas, há ressalvas quanto a sua utilização, pois as estatísticas estimadas não são satisfatórias para a análise de performance genotípica, conforme os interesses do melhoramento de plantas (Backes *et al.*, 2005).

Carneiro (1998) propôs modificações em algumas metodologias não-paramétricas para adequar as estatísticas aos conceitos recentes de estabilidade e adaptabilidade. Assim, uma das modificações proposta à metodologia de Lin & Binns (1988) teve o objetivo de particularizar a recomendação de cultivares para ambientes favoráveis e desfavoráveis, já que originalmente a recomendação se refere a genótipos de adaptabilidade geral, enquanto a

tendência é particularizar a recomendação para ambientes favoráveis e desfavoráveis. O parâmetro P_i a ser interpretado é denominado MAEC (Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento), sendo a classificação dos ambientes feita com base nos índices ambientais. Fazendo uma analogia à proposta de Cruz *et al.* (1989), o genótipo ideal a ser recomendado deve apresentar baixa resposta a ambientes desfavoráveis e ser responsivo às condições favoráveis.

Metodologias baseadas em componentes principais, embora rotineiramente utilizadas em programas de melhoramento em estudos de diversidade genética, são pouco utilizadas em estudos da interação genótipos x ambiente (Rocha *et al.* 2005). Neste trabalho, a metodologia baseada nos componentes principais, denominada de Centróide, foi utilizada para representar a variação da performance dos genótipos nos ambientes em uma dispersão no plano com poucos eixos, permitindo uma análise simultânea do desempenho de um número elevado de genótipos em virtude da facilidade de interpretação dos resultados.

O objetivo deste trabalho foi avaliar, com base na produtividade de grãos, na estabilidade e na adaptabilidade, 20 genótipos de soja, sendo 12 linhagens de ciclo semitardio/tardio e oito cultivares, em seis ambientes, no Estado do Mato Grosso, por meio dos métodos de Lin & Binns (1988), modificado por Carneiro (1998) e Centróide (Rocha *et al.*, 2005).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados de produtividade de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) dos ensaios finais de competição de genótipos de soja de ciclo semitardio/tardio do Programa de Melhoramento Genético do Campo Experimental Bacuri e Sales Agropecuária, conduzidos em Mato Grosso, nos anos agrícolas de 2004/05 e 2005/06, nas localidades de Campo Verde, Vera e Rondonópolis (Tabela 1). Em Rondonópolis foram conduzidos quatro ensaios, denominados Rondonópolis I, II, III e IV, que corresponderam a diferentes épocas de semeadura. Foram avaliados 20 genótipos, dos quais oito cultivares-padrão (M-Soy 8914, Pintado, SL 88102, Tabarana, Tucano, UFV 18, Uirapuru e Xingu) e 12 linhagens puras.

Os experimentos foram instalados no delineamento em blocos completos casualizados, com três repetições. As parcelas foram formadas por quatro fileiras de plantas (5 m), espaçadas em 0,45 m entre si. A área útil da parcela foi de 3,6 m², sendo colhidas as duas fileiras centrais, desprezando 0,5 m de bordadura nas extremidades.

A análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos foi feita pelos métodos de Lin & Binns (1988) modificados por Carneiro (1998) e Centróide (Rocha *et al.* 2005).

Tabela 1 - Altitude, latitude, longitude e data de semeadura de ensaios de competição de linhagens de soja de ciclo semitardio/tardio, no Estado do Mato Grosso

Ambiente	Altitude (m)	Latitude	Longitude	Data de semeadura
Rondonópolis I	227	16°28'15" S	54°38'08" W	15/11/2004
Rondonópolis II	227	16°28'15" S	54°38'08" W	07/12/2004
Rondonópolis III	227	16°28'15" S	54°38'08" W	26/11/2005
Rondonópolis IV	227	16°28'15" S	54°38'08" W	21/12/2005
Campo Verde	736	15°32'48" S	55°10'08" W	14/12/2004
Vera	383	12°18'21" S	55°19'01" W	20/11/2004

A estatística de estabilidade e adaptabilidade P_i , adotada pelo método de Lin & Binns (1988), é obtida por:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^a (Y_{ij} - M_j)^2}{2a}$$

em que M_j é a produtividade de grãos máxima entre todos os genótipos, no j-ésimo ambiente. O genótipo estável é aquele que apresentar o menor índice P_i .

A estimativa da MAEC (Medida de Adaptabilidade e Estabilidade de Comportamento) fornece direcionamento da resposta aos diferentes tipos de ambientes. Assim, a recomendação geral é feita com base no P_i original de Lin & Binns (1988) e para ambientes favoráveis e desfavoráveis, conforme a decomposição proposta por Carneiro (1998), estimada por:

$$P_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^f (Y_{ij} - M_j)^2}{2f}$$

em que: f = número de ambientes favoráveis.

Da mesma forma para ambientes desfavoráveis, cujos índices são negativos:

$$P_{id} = \frac{\sum_{j=1}^d (Y_{ij} - M_j)^2}{2d}$$

em que: d = número de ambientes desfavoráveis.

O método Centróide, segundo Rocha *et al.* (2005), baseia-se na comparação de valores da 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). Para utilização desse método, os ambientes foram classificados em favoráveis e desfavoráveis, utilizando o índice ambiental como proposto por Finlay & Wilkinson (1963), estimado por:

$$I_j = \frac{1}{g} \sum_i Y_{ij} - \frac{1}{ag} Y_{..}$$

Em que: Y_{ij} : média do genótipo i, no ambiente j; $Y_{..}$: total das observações; a: número de ambientes; e g: número de genótipos.

Após a classificação dos ambientes, foram criados pontos referenciais, os ideótipos de resposta diferenciada a ambientes favoráveis e desfavoráveis, visando à classificação dos outros pontos do gráfico considerando os valores de distância cartesiana entre os pontos a cada um dos quatro ideótipos. Uma medida de probabilidade espacial pode ser calculada utilizando o inverso da distância entre um tratamento aos quatro ideótipos:

$$P_{d(i,j)} = \frac{\left[\frac{1}{di} \right]}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{di}}$$

Em que: $P_{d(i,j)}$ = probabilidade de apresentar padrão de estabilidade semelhante ao do j-ésimo centróide; e di = distância do i-ésimo ponto ao j-ésimo centróide.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas análises de variância individuais (Tabela 2), seguindo-se uma análise de variância conjunta. A fim de implementar tais análises, utilizou-se o aplicativo computacional em genética e estatística - GENES (Cruz, 2001). Na análise conjunta, avaliou-se primeiramente a homogeneidade das variâncias residuais dos experimentos (QMR), verificada pela razão entre o maior e menor quadrado médio residual dos ensaios (2,3798). Segundo Pimentel-Gomes (1990), as variâncias são consideradas homogêneas quando a relação entre o maior e o menor QMR é menor que 7,0.

Os coeficientes de variação experimental variaram de 8,94 a 14,59% (Tabela 2), indicando que houve controle das causas de variação de ordem sistemática dos ambientes experimentais para a produtividade de grãos, que é um caráter quantitativo muito influenciado pelo ambiente. Para Carvalho *et al.* (2003), para a característica produtividade de grãos valores de coeficientes de variação inferiores a 16% indicam boa precisão experimental.

Os efeitos da interação G x A apresentaram significância a 1% de probabilidade pelo teste F (Tabela 3). O par de ambientes Rondonópolis III e Rondonópolis IV apresentaram interação predominantemente do tipo simples (Tabela 4). Todos os outros pares de ambientes tiveram inte-

ração do tipo complexa, ou seja, houve inconsistência na superioridade do genótipo com a variação ambiental, o que dificulta a indicação dos cultivares e linhagens (Cruz & Castoldi, 1991; Vencovsky & Barriga, 1992), pois não se pode, nessas circunstâncias, fazer uma recomendação uniforme para todos os locais, sem prejuízo considerável na produtividade de grãos obtida relativamente à produtividade de grãos possível.

A produtividade média de grãos variou de 2.372 kg.ha⁻¹ (Rondonópolis IV) a 3.539 kg.ha⁻¹ (Vera), com média geral entre os ambientes de 2.994 kg.ha⁻¹ (Tabela 5). A maior produtividade de grãos observada foi obtida pela linhagem BCR 03 151528 (4.576 kg.ha⁻¹), entretanto, a maior

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 de ciclo semitardio/tardio, no Estado do Mato Grosso

Ambiente	\bar{Y}_j	QMR	CV (%)
Rondonópolis I *	2981,5	110389,4280	11,14
Rondonópolis II	2838,3	68883,9114	9,24
Rondonópolis III	3202,5	104631,8219	10,10
Rondonópolis IV	2372,1	119805,3236	14,59
Campo Verde	3017,6	163935,5114	13,41
Vera	3539,5	100287,1078	8,94

* Rondonópolis I, II, III e IV correspondem a semeaduras realizadas em 15/11/2004, 07/12/2004, 26/11/2005 e 21/12/2005, respectivamente.

Tabela 3 - Análise conjunta de variância da produtividade de grãos (kg.ha⁻¹) de 20 genótipos de soja (ciclo semitardio/tardio) avaliados em seis ambientes, no Estado do Mato Grosso

Fonte de variação	GL	Quadrado médio	F	Pr > F
Blocos/ambientes	12	133076,4472	-	-
Ambientes (A)	5	9031690,0894	67,868	<0,000
Genótipos (G)	19	824914,6694	2,009	<0,014
Interação GxA	95	410438,7596	3,687	<0,000
Resíduo	228	111322,1841	-	-

Tabela 4 - Pares de ambientes, correlação entre ambientes e porcentagem da parte complexa resultante da decomposição da interação entre genótipos e pares ambientais, segundo metodologia de Cruz & Castoldi (1991), nos ensaios de competição de linhagens de soja, de ciclo semitardio/tardio, no Estado do Mato Grosso

Pares de ambientes	Correlação	Parte complexa da interação
Rondonópolis I e Rondonópolis II	-0,063	93,22
Rondonópolis I e Rondonópolis III	0,374	70,62
Rondonópolis I e Rondonópolis IV	0,313	82,78
Rondonópolis I e Campo Verde	-0,276	111,31 ^{1/}
Rondonópolis I e Vera	-0,162	107,57
Rondonópolis II e Rondonópolis III	0,347	50,62
Rondonópolis II e Rondonópolis IV	0,282	74,59
Rondonópolis II e Campo Verde	0,025	95,01
Rondonópolis II e Vera	-0,122	98,68
Rondonópolis III e Rondonópolis IV	0,685**	43,75
Rondonópolis III e Campo Verde	0,252	70,23
Rondonópolis III e Vera	-0,132	97,40
Rondonópolis IV e Campo Verde	0,266	84,10
Rondonópolis IV e Vera	-0,063	103,04
Campo Verde e Vera	0,070	95,60

** : Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.^{1/} Valores maiores que 100% estão associados a correlações negativas.

média em todos os ambientes foi obtida pelo cultivar padrão Tabarana (3.293 kg.ha⁻¹). A menor produtividade de grãos isolada foi obtida pela linhagem BCR 03 145581 (1.451 kg.ha⁻¹), coincidindo com a menor produtividade de grãos média em todos os ambientes (2.338 kg.ha⁻¹).

As estimativas do parâmetro estabilidade obtidas pelo método de Lin & Binns (1988) encontram-se na Tabela 6. O P_i mede o desvio da produtividade de grãos de um genótipo em relação ao máximo em cada ambiente. Carneiro (1998) propôs uma melhoria do método a fim de torná-lo capaz de determinar o comportamento dos genótipos em ambientes específicos: favoráveis e desfavoráveis. O genótipo ideal para esse método é aquele com média alta e menor valor de P_i .

As linhagens BCR 02 20, BCR 02 25 e BCR 02 57 e o cultivar Tucano apresentaram altas produtividades de grãos e menores valores de P_i geral, favorável e desfavorável, sendo, portanto, indicados por essa metodologia como de alta estabilidade.

O cultivar SL 88102 foi classificado para condições específicas de ambientes favoráveis, por apresentar um dos menores P_i s específicos para essas condições (Tabela 6).

Considerando-se todos os ambientes e apenas os ambientes desfavoráveis, a linhagem BCR 02 25 apresentou o menor P_i , entretanto em condições específicas de ambientes favoráveis apresentou o 6º P_i . Portanto, foi classificada para condições de ambientes desfavoráveis.

O conceito de adaptabilidade e estabilidade utilizado no método Centroide diferencia-se dos demais, uma vez que o genótipo de máxima adaptação específica não é aquele que apresenta bom desempenho nos grupos de ambientes favoráveis ou desfavoráveis, mas sim o genótipo que apresenta valores máximos para determinado grupo de ambientes (favoráveis e desfavoráveis) e mínimo para o outro conjunto (Rocha *et al.*, 2005).

Após a classificação dos ambientes, os ideótipos estimados com base nos dados originais foram acrescentados na análise (Tabela 7). Uma vez estabelecidos os valores médios de cada ideótipo utilizou-se a análise de componentes principais envolvendo os 20 genótipos iniciais e quatro outros representativos, que na análise gráfica representam os quatro centróides em torno dos quais foi avaliada a dispersão dos demais. A obtenção dos autovalores, via metodologia dos componentes principais, partindo dos dados originais incluídos os ideótipos, mostram que apenas dois componentes principais são suficientes para explicar proporções superiores a 68% da variação total (Tabela 8). Uma vez constatada a suficiência de dois autovalores na representação da variação total, a avaliação da posição dos genótipos pode ser feita por meio de gráficos bidimensionais (Carvalho *et al.*, 2002).

A análise visual do gráfico de componentes principais permite avaliar que os genótipos apresentam distribuição heterogênea para a produtividade de grãos e que

Tabela 5 - Médias de produtividade de grãos de genótipos de soja de ciclo semitardio/tardio em seis ambientes, em Mato Grosso*

Genótipos	Ambientes						Média
	Ron. I	Ron. II	Ron. III	Ron. IV	C. Verde	Vera	
BCR 02 20	3173	3015	3862	2648	3080	3616	3244
BCR 02 22	3181	2617	3364	2577	2922	2929	2882
BCR 02 25	3335	3305	3927	2750	2861	3225	3214
BCR 02 30	2877	2774	3508	2236	3687	3505	3142
BCR 02 43	2877	2635	2343	1524	2673	3334	2502
BCR 02 57	3826	2727	3672	2687	3189	3526	3160
BCR 03 145581	3231	2697	1804	1451	2441	3297	2338
BCR 03 146590	1866	2988	2367	1826	3293	3925	2880
BCR 03 146591	3185	2529	2783	2262	2737	4576	2977
BCR 03 151528	2841	2739	2523	2761	3327	3107	2891
BCR 03 153537	2341	2933	3152	2216	3292	3586	3036
BCR 03 161548	3263	2645	3156	2376	3173	3812	3032
M-SOY 8914	2673	2754	2937	2664	3015	3576	2989
PINTADO	2791	2515	3364	2610	2946	3452	2977
SL 88102	3068	2780	3604	2663	3112	3931	3218
TABARANA	2962	3324	3688	2616	3372	3463	3293
TUCANO	3010	3282	3089	2651	2468	3806	3059
UFV 18	2879	2680	3755	2211	2734	3421	2960
UIRAPURU	3001	2768	3358	2310	3336	3700	3095
XINGU	3248	3059	3794	2404	2694	3003	2991
Média	2981	2838	3203	2372	3018	3539	2994

* DMS Tukey a 5% de probabilidade entre ambientes = 733,095 kg ha⁻¹ e entre genótipos = 889,816 kg ha⁻¹. C.V. (%) = 10,21.

existem pontos de maior proximidade a todos os quatro centróides, possibilitando uma recomendação de genótipos de adaptabilidade geral ou recomendação de genótipos de adaptabilidade específica a um subgrupo de ambientes. Os genótipos 16 (Tabarana), 1 (BCR 02 20), 6 (BCR 02 57) e 15 (SL 88102) foram classificados como sendo de adaptabilidade geral por se localizarem mais próximos do ideótipo I. Entretanto, a maioria dos pontos (genótipos) foram plotados na região central do gráfico, dificultando a classificação. Nesse caso, utilizou-se o inverso do valor da distância entre um ponto aos quatro centróides como estimativa da confiabilidade

de agrupamento dos genótipos (Rocha *et al.*, 2005). Dessa maneira, um ponto equidistante aos quatro pontos referenciais apresenta valores de probabilidade de 25% de pertencer a qualquer um dos grupos e, portanto, quanto mais o valor de probabilidade diferir de 25% maior será a certeza em concluir o agrupamento do genótipo. Segundo Rocha *et al.* (2005), valores de probabilidade próximos ou superiores a 50% indicam boa confiabilidade no agrupamento.

Na Tabela 6 são apresentadas as classificações dos genótipos a um dos quatro grupos e a probabilidade associada a sua classificação. Pelo método Centróide, os

Tabela 6 - Produtividade média de grãos (kg.ha⁻¹), P_i (geral, favorável e desfavorável) e a classificação dos 20 genótipos em um dos quatro grupos caracterizados pelos centróides e a probabilidade associada a sua classificação dos genótipos de soja de ciclo semitardio/tardio, em Mato Grosso

Genótipos	Média	Lin & Binns (1988)			Centróide ^{1/}				
		P_i Geral	P_i fav.	P_i desf.	Grupo	P (I)	P (II)	P (III)	P (IV)
BCR 02 57	3271	1765,7	765,3	1000,4	I	0,393	0,200	0,240	0,167
TABARANA	3238	1664,2	754,9	909,3	I	0,353	0,242	0,222	0,184
BCR 02 25	3234	1639,3	779,8	859,5	I	0,343	0,216	0,254	0,187
BCR 02 20	3232	1693,1	710,6	982,5	I	0,376	0,235	0,214	0,175
SL 88102	3193	1781,5	722,1	1059,4	I	0,370	0,249	0,206	0,176
BCR 02 30	3098	1933,4	765,9	1167,5	I	0,304	0,293	0,203	0,200
UIRAPURÚ	3079	1951,3	804,3	1147,0	I	0,314	0,268	0,218	0,200
BCR 03 161548	3071	2002,0	853,3	1148,7	I	0,319	0,237	0,243	0,201
TUCANO	3051	1862,9	937,1	925,8	III	0,279	0,210	0,295	0,216
XINGÚ	3034	1893,5	867,4	1026,0	I	0,289	0,225	0,270	0,216
BCR 03 146591	3012	2087,9	862,4	1225,5	I	0,289	0,252	0,241	0,218
UFV 18	2947	2022,4	803,6	1218,7	I	0,275	0,274	0,226	0,226
PINTADO	2946	2060,8	880,8	1180,0	I	0,269	0,254	0,244	0,233
M-SOY 8914	2937	2068,9	964,9	1104,0	III	0,251	0,237	0,264	0,248
BCR 02 22	2932	2093,3	971,2	1122,1	III	0,260	0,216	0,292	0,233
BCR 03 153537	2920	2060,0	881,5	1178,5	II	0,238	0,302	0,210	0,250
BCR 03 151528	2883	2188,4	1123,0	1065,4	III	0,221	0,198	0,321	0,260
BCR 03 146590	2711	2324,6	1029,2	1295,4	IV	0,185	0,282	0,198	0,335
BCR 02 43	2564	2586,2	1192,4	1393,8	IV	0,168	0,192	0,257	0,382
BCR 03 145581	2487	2725,4	1360,8	1364,7	IV	0,160	0,164	0,316	0,358
Média geral	2992								

+ e ++ = significativamente diferente de 1 a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t; * e ** = significativamente diferente de 0 a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns = não-significativo (P>0,05); ^{1/} Em que: Ideótipo I = adaptabilidade geral (++), Ideótipo II = adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (+-), Ideótipo III = adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (-+), Ideótipo IV = pouco adaptado (—).

Tabela 7 - Classificação dos ambientes utilizando-se o índice ambiental e estabelecimento dos ideótipos, calculados pelo método Centróide, dos genótipos de soja de ciclo semitardio/tardio, em Mato Grosso

Ambientes	Média	Ij	Máximo	Mínimo	Ideótipo I	Ideótipo II	Ideótipo III	Ideótipo IV
Ron. I	2981,5	-10,44	3826	1866	3826	1866	3826	1866
Ron. II	2838,3	-153,60	3324	2515	3324	2515	3324	2515
Ron. III	3202,5	210,61	3927	1804	3927	3927	1804	1804
Ron. IV	2372,1	-619,77	2761	1451	2761	1451	2761	1451
C. Verde	3017,6	25,65	3687	2441	3687	3687	2441	2441
Vera	3539,5	547,55	4576	2929	4576	4576	2929	2929

Em que: Ideótipo I = adaptabilidade geral (++); Ideótipo II = adaptabilidade específica a ambientes favoráveis (+-); Ideótipo III = adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis (-+); Ideótipo IV = pouco adaptado (—).

genótipos BCR 02 57, BCR 02 25, BCR 02 20, BCR 02 30, BCR 03 161548, BCR 03 146591, Tabarana, SL 88102, Xingu, UFV 18 e Pintado foram classificados como sendo adaptados para amplas condições ambientais, com destaque para as linhagens BCR 02 57, BCR 02 25 e BCR 02 20 e os cultivares Tabarana e SL 88102.

Observa-se no gráfico de dispersão (Figura 1) e na Tabela 6 uma tendência de aumento na média de produtividade de grãos dos genótipos de soja à medida que esses se aproximam do centróide I (adaptabilidade geral). De acordo com Rocha *et al.* (2005), quanto menor a diferença entre um genótipo qualquer e o ideótipo I menor será a diferença entre este e o genótipo de máximo desempenho em todos os ambientes, fazendo com que a adaptabilidade geral esteja necessariamente associada ao melhor desempenho.

Comparando-se a classificação da estabilidade fenotípica dos genótipos obtida pelo método Centróide

Tabela 8 - Estimativa dos autovalores obtidos conforme a técnica de componentes principais e fração cumulativa da variância explicada por estes

Raiz	Raiz (%)	% Acumulada
2,297508	38,2918	38,2918
1,831353	30,5225	68,8143
0,642342	10,7056	79,5200
0,609095	10,1515	89,6716
0,356389	5,9398	95,6114
0,263313	4,3885	100,0

com a classificação obtida pela metodologia de Lin & Binns (1988), observa-se que as linhagens BCR 02 57, BCR 02 25 e BCR 02 20 e os cultivares Tabarana e SL 88102 foram classificados como de adaptabilidade geral em ambas as metodologias. Para condições específicas de ambientes favoráveis e desfavoráveis não houve concordância entre as classificações obtidas por ambas as metodologias.

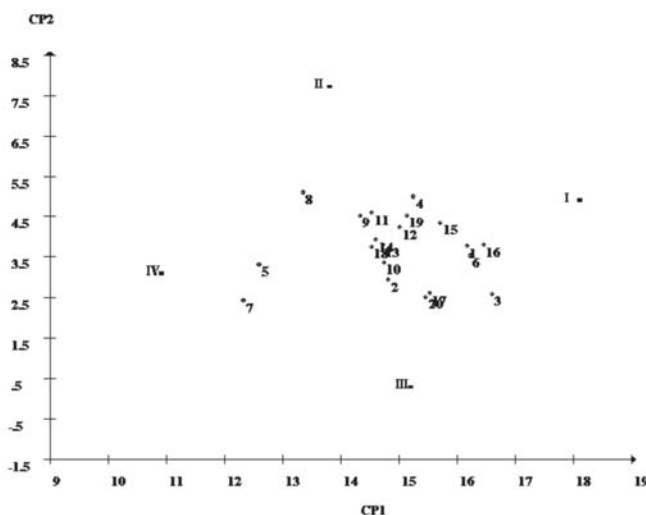


Figura 1 - Dispersão gráfica dos escores em relação aos dois primeiros componentes principais obtidos da análise da produtividade de grãos de 20 genótipos de soja de ciclo semitardio/tardio avaliados em seis ambientes. Os quatro pontos numerados com algarismos romanos representam os centróides. Genótipos: 1 - BCR 02 20; 2 - BCR 02 22; 3 - BCR 02 25; 4 - BCR 02 30; 5 - BCR 02 43; 6 - BCR 02 57; 7 - BCR 03 145581; 8 - BCR 03 146590; 9 - BCR 03 146591; 10 - BCR 03 151528; 11 - BCR 03 153537; 12 - BCR 03 161548; 13 - M-SOY 8914; 14 - PINTADO; 15 - SL 88102; 16 - TABARANA; 17 - TUCANO; 18 - UFV 18; 19 - UIRAPURU; 20 - XINGU.

CONCLUSÕES

- As metodologias de Lin & Binns e Centróide foram coerentes entre si e permitiram identificar entre os genótipos avaliados os de maior produtividade de grãos, estabilidade e adaptabilidade, considerando-se amplas condições ambientais.

- Com base em ambas as metodologias, as linhagens de soja BCR 02 57, BCR 02 25 e BCR 02 20 são as mais indicadas para amplas condições ambientais.

- Para condições específicas de ambientes favoráveis e desfavoráveis, não houve concordância entre as classificações obtidas pelas metodologias de Lin & Binns e Centróide.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atroch AL, Soares AA & Ramalho MAP (2000) Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de arroz de sequeiro testadas no Estado de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, 24:541-548.
- Brakes RL, Elias HT, Hemp S & Nicknich W (2005) Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro no Estado de Santa Catarina. *Acta Scientiarum Agronomy*, 27:309-314.
- Carneiro PCS (1998) Novas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade de comportamento. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 168p.
- Carvalho CGP, Arias CAA, Toledo JFF, Almeida LA, Kiihl RAS, Oliveira MF, Hiromoto DM & Takeda C (2003) Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38:187-193.

- Carvalho HWL, Silva ML, Cardoso MJ, Santos MX, Tabosa JN, Carvalho CL & Lira MA (2002) Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no triênio de 1998 a 2000. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37:1581-1588.
- Cruz CD (2001) Programa GENES - aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, UFV, 542p.
- Cruz CD & Carneiro PCS (2003) Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. v.2. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 585p.
- Cruz CD & Castoldi FL (1991) Decomposição da interação genótipos ambientes em partes simples e complexa. *Revista Ceres*, 38:422-430.
- Cruz C D, Torres RA & Vencovsky R (1989) An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. *Revista Brasileira de Genética*, 12:567-580.
- Farias FJC, Ramalho MAPR, Carvalho LP, Moreira JAN & Costa JN (1997). Parâmetros de estabilidade propostos por Lin & Binns (1988) comparados com o método da regressão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 32:407-414.
- Finlay KW & Wilkinson GN (1963) The analysis of adaptation in plant-breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14:742-754.
- Huehn M (1990) Nonparametric measures of phenotypic stability. Part 1: Theory. *Euphytica*, 47:189-194.
- Lin CS & Binns MR (1988) A superiority measure of cultivar performance for cultivars x location data. *Canadian Journal of Plant Science*, 68:193-198.
- Maia MCC, Vello NA, Rocha MM, Pinheiro JB & Silva Junior NF (2006) Adaptabilidade e estabilidade de linhagens experimentais de soja selecionadas para caracteres agronômicos através de método uni-multivariado. *Bragantia*, 65:215-226.
- Nunes GHS, Rezende GDSPM, Ramalho MAP & Santos JBS (2002) Implicações da interação genótipos x ambientes na seleção de clones de eucalipto. *Cerne*, 8:49-58.
- Pimentel-Gomes F (1990) Curso de estatística experimental. 13ª ed. Piracicaba, Nobel. 468p.
- Prado EEP, Hirimoto DM, Godinho VPC, Utumi MM & Ramalho AR (2001) Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 36:625-635.
- Rocha R, Muro-Abad JI, Araujo EF & Cruz CD (2005) Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. *Ciência Florestal*, 15:255-266.
- Silva WCJ & Duarte JB (2006). Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41:23-30.
- Vencovsky R & Barriga P (1992) Genética biométrica no fitomelhoramento. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética. 486p.