



ARTIGO CIENTÍFICO

Combinação de métodos paramétricos e não-paramétricos para estudo da estabilidade de cultivares de soja no Cerrado Tocantinense

Combination of parametric and nonparametric methods for stability study of soybean cultivars in the from Cerrado Tocantinense

Aristoteles Capone*¹, Alex Sandro Dario², Lucas Antonio Lampert Vicentino², Rodrigo Ribeiro Fideli³, Hélio Bandeira Barros³

Resumo: Objetivou-se com esse estudo avaliar a viabilidade da combinação de métodos paramétrico e não-paramétricos para inferir acerca da estabilidade de cultivares de soja no cerrado tocantinense. Para isso utilizou-se os dados de ensaios de competição conduzidos em quatro ambientes nas safras de 2009/10 e 2010/11 e na entressafra de 2010. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. As estimativas de estabilidade foram obtidas pelo método paramétrico sugerido por Livorenti e Matsuoka e pelos métodos não-paramétricos propostos por Huenh e Fox. Pelo método paramétrico, os cultivares M8766, M9056, P98Y70RR, M9144RR, JulianaRR e BRS8560RR acumularam o maior número de sinais positivos nos ambientes avaliados, sendo que os dois últimos apresentaram sinal negativo em um ambiente. Pela metodologia não-paramétrica foram discriminados como produtivos e estáveis apenas os quatro primeiros cultivares. Neste sentido, houve concordância na discriminação de cultivares produtivos e estáveis por ambos os métodos, desde que desconsiderados aqueles que apresentam sinal negativo entre os ambientes avaliados. Assim, a combinação dessas metodologias além de apresentar simples aplicabilidade, mostra-se viável para inferir acerca da estabilidade e produtividade de cultivares de soja para o estado do Tocantins.

Palavras-chave: *Glycine max* L.. interação GxA. produtividade de grãos.

Abstract: The objective of this study was to evaluate the viability of combining parametric and nonparametric methods to infer about the stability of soybean cultivars in the cerrado from Tocantins state. Were used data from competition experiments conducted in four environments in crop 2009/10 and 2010/11 and between crop of 2010. A randomized block design were used with four replications. Estimates of stability were obtained by the parametric method suggested by Livorenti and Matsuoka; the nonparametric methods proposed by Huenh and Fox et al. For the parametric method, the soybeans cultivars M8766, M9056, P98Y70RR, M9144RR, JulianaRR and BRS8560 accumulated the highest number of positive signs in the environments, whereas the latter two cultivars had a negative sign in one environment. For nonparametric methodology were discriminated as productive and stable only the first four cultivars. In this sense, there was concordance in discriminating cultivars productive and stable for both methods, since those who have ignored the negative sign between the environments evaluated. Thus, the combination of these methods and presents simple applicability, seems viable to infer the stability and productivity of soybean cultivars for the state of Tocantins.

Key-words: *Glycine max* L.. GxA interaction. yield.

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 04/02/2016; aprovado em 12/04/2016

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor. Universidade Federal do Tocantins, Departamento de Fitotecnia, Campus Universitário de Gurupi. Caixa-Postal 66, 77402-970, Gurupi, TO, Brasil. (63) 3311-3523 aristotelescapone@yahoo.com.br

² Graduando em Agronomia pela Universidade Federal do Tocantins, Departamento de Fitotecnia, Campus Universitário de Gurupi. Caixa-Postal 66, 77402-970, Gurupi, TO, Brasil. alexsandrodario@gmail.com e lucas.lampert.agro@gmail.com

³ Engenheiros-Agrônomos, Doutores, Professores Adjunto. Universidade Federal do Tocantins, Departamento de Fitotecnia, Campus Universitário de Gurupi. Caixa-Postal 66, 77402-970, Gurupi, TO, Brasil. fidelisr@pq.cnpq.br, barrosbh@pq.cnpq.br



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 (DUARTE et al., 1994; CRUZ et al., 2004).

Alguns cultivares de soja adaptados às condições tocantinenses já foram obtidos. Porém, a determinação da estabilidade não é uma questão simples. Em geral, os cultivares variam muito nas suas capacidades de tamponamento ao ambiente, e este possui muitos componentes variáveis e imprevisíveis, resultantes da conjugação dos fatores do solo e do clima, em interação com diversos elementos externos, de ação antrópica ou não, inclusive a ocorrência de doenças e pragas (LIVORENTI; MATSUOKA, 2001). Neste sentido, as condições edafoclimáticas dentro de um estado variam muito e mesmo se obtendo cultivares adaptados, esses podem apresentar oscilação no desempenho quando indicados para localidades diferentes daqueles que lhe deram origem (FELIPE et al., 2010).

Existem atualmente mais de uma dezena de metodologias de análise de estabilidade destinadas à avaliação de um grupo de materiais genotípicos testados numa série de ambientes. Entretanto, alguns apresentam dificuldades estatísticas e interpretativas que complicam a sua aplicabilidade pelos programas de melhoramento. Por essa razão, Livorenti e Matsuoka (2001) sugeriram a combinação de metodologias paramétricas e não-paramétricas simplificadas. Para o método paramétrico esses autores propuseram um intervalo de confiança construído com base na média e desvio padrão dos cultivares em cada local. Assim, aqueles genótipos que apresentassem pequena variância ao longo dos ambientes seriam considerados estáveis. Por outro lado, no método não-paramétrico as estimativas de média e variância de postos seriam obtidas conforme Huenh (1990) e após isso estratificar-se-iam em três partes de acordo com Fox et al. (1990), sendo o terço superior dos postos ocupados pelos menores valores e maiores produtividades e o inferior pelo inverso.

Diante deste contexto, objetivou-se com esse estudo avaliar a viabilidade da combinação dos métodos paramétricos e não-paramétricos para inferir acerca da estabilidade de cultivares de soja no cerrado tocantinense.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os dados de produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de 17 cultivares de soja: Amaralina, BRS8560RR, Juliana RR, M9144RR, P98Y70RR, P99R01RR, P98Y51RR,

Juliana, M8766, M9056, Anta83RR, Anta82RR, NK7074RR, NK9074RR, CD219RR, CD219RR e M7211RR. Os ensaios foram conduzidos nas safras de 2009/10 e 2010/11 em Gurupi (11°43'S, 49°04'W e altitude de 280 m) e na entressafra de 2010 em Formoso do Araguaia (11°47'S, 49°31'W e altitude de 240 m) no Estado do Tocantins.

Na safra de 2009/10 foram conduzidos quatro ensaios em Latossolo Amarelo, na Fazenda Experimental da UFT no campus de Gurupi denominados por Gurupi (FE). Na entressafra de 2010 foi conduzido um ensaio em Formoso do Araguaia em um solo do tipo Gley Pouco-Húmico denominado por Formoso. E por fim, na safra de 2010/11, foram conduzidos dois ensaios em Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico na área experimental da UFT no campus de Gurupi denominados por Gurupi (AE) I e Gurupi (AE) II, 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 Carbenzazim-Thiram 200 SC, na dosagem de 200 ml 100 kg⁻¹ de sementes e inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum* na dosagem de 100 g 100 kg⁻¹ 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 foi de blocos casualizados, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por quatro fileiras de 5 m espaçadas por 0,45 m. Como área útil foi considerada as duas fileiras centrais (3,6 m²) e desprezou-se 0,5 m de bordadura nas extremidades.

Medidas paramétricas de estabilidade

A medida paramétrica mais direta para avaliar estabilidade é a variância que mede a dispersão da média individual de um genótipo em relação ao seu desempenho médio deste mesmo cultivar em diversos ambientes. O coeficiente de variação de cada cultivar está relacionado fortemente com essa medida (FRANCIS; KANNEMBERG, 1978). Aqueles que apresentam pequena variância e baixo coeficiente de variação são considerados estáveis, isto é, não existem grandes variações nas respostas de uma cultivar de um ambiente para outro.

Para enfatizar o comportamento de cada cultivar em cada local foi estruturado um intervalo de confiança, ao nível de confiança de 95%, utilizando a média de cada ambiente j (\bar{X}_j) mais ou menos, aproximadamente, duas vezes o erro-padrão da média $S_{(\bar{X}_j)}$, em cada local, conforme proposto por Livorenti e Matsuoka (2001). Este intervalo foi construído a partir da análise de variância individual em cada ambiente (k cultivares em r blocos), no qual se estimou o erro-padrão das médias dos cultivares, pela seguinte expressão:

$$S_{(\bar{X}_j)} = \sqrt{\frac{QMR_{(j)}}{r}}$$

em que, $QMR_{(j)}$ é o quadrado médio do resíduo ou variância ambiental no ambiente j ; e r número de blocos.

Neste sentido, estruturou-se o Intervalo de Confiança (IC) pela seguinte expressão:

$$IC(\mu_j)_{1-\alpha} = \bar{X}_j \pm Z_{\frac{\alpha}{2}} \cdot s_{(\bar{X}_j)}$$

em que, $\alpha=0,05$. Dessa forma, foi estabelecido o limite inferior e superior dos intervalos de confiança construídos para cada ambiente j .

Atribuiu-se o sinal negativo ao cultivar cuja média estivesse abaixo do limite inferior do intervalo de confiança, e, por outro lado, o sinal positivo àquela que estivesse com a média acima do limite superior do intervalo de confiança; o valor zero foi atribuído à média do cultivar contida entre aqueles limites como proposto por Livorenti e Matsuoka (2001). Posteriormente, contabilizou-se o número de sinais positivos, negativos e nulos em cada ambiente.

Medidas não-paramétricas de estabilidade

Na classificação das médias de produção, dentro de um mesmo ambiente, o posto 1 foi atribuído à cultivar de maior produção média e o posto p ao cultivar de menor produção média. Nos casos de empate nos postos, atribuiu-se a média aritmética dos postos aos cultivares envolvidos.

Huehn (1990) apresentou a medida mais simples de estabilidade no campo não-paramétrico, a qual se baseia na variância dos postos para uma determinada cultivar, ao longo de todos os ambientes. As estimativas obtidas por essa metodologia são derivadas do seguinte estimador:

$$s_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (r_{ij} - \bar{r}_i)^2}{(n-1)}$$

em que, s_i^2 é a variância do cultivar i baseada nos postos de todos os ambientes; r_{ij} é o posto (classificação) do cultivar i

no ambiente j ; \bar{r}_i é a média dos postos do cultivar i nos n ambientes.

Nesta metodologia, os cultivares que apresentam as menores variâncias nos postos são considerados os mais estáveis. Fox et al. (1990) propuseram uma estratificação destes postos para a definição de estabilidade de determinado cultivar. Esses autores sugeriram, de maneira intuitiva, que os cultivares cujas produções ocupassem consistentemente o terço superior dos postos (menores valores = maiores produções) seriam estáveis e teriam características favoráveis à seleção, ao passo que aquelas que ocupassem o terço inferior dos postos (maiores valores = menores produções) seriam igualmente estáveis, mas não seriam selecionáveis, devido à baixa produção.

Todas as análises foram realizadas pelo aplicativo computacional em Genética e Estatística – GENES (CRUZ et al., 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora a produtividade de grãos seja um caráter quantitativo e, dessa forma, bastante influenciado pelo ambiente, no presente estudo os coeficientes de variação experimental (CVs) variaram de 6,84 a 9,90% (Tabela 1). Para BRASIL (1998) o CV da produtividade de grãos em ensaios com soja deve ser no máximo de 20% e para Carvalho (2003) não deve ultrapassar 16%. Cruzando-se as estimativas obtidas nesse estudo com as informações desses autores, pode-se evidenciar boa precisão experimental das causas de variação de ordem sistemática e com isso alta confiabilidade nas estimativas.

Pela análise de variância conjunta detectou-se diferença significativa pelo teste F a 1% de probabilidade para os efeitos de genótipo (G), ambiente (A) e de interação (G x A) (Tabela 2).

Tabela 1. Produtividade média de grãos ($\bar{Y}_{\cdot j}$), variância residual (QMR) e coeficiente de variação (CV) dos ensaios de competição de 17 cultivares de soja conduzidos em quatro ensaios no sul estado do Tocantins, nas safras de 2009/10 e 2010/11 e na entressafra de 2010.

Ambiente	$Y_{\cdot j}$	QMR	CV(%)
Gurupi (FE)	1046,6	5763,22	7,25
Formoso	2876,0	38781,54	6,84
Gurupi (AE) I	2378,9	44277,01	8,84
Gurupi (AE) II	2115,1	43926,97	9,90

Tabela 2. Análise de variância conjunta da produtividade de grãos (kg ha⁻¹) dos ensaios de competição de 17 cultivares de soja, conduzidos em quatro ensaios no sul estado do Tocantins, nas safras de 2009/10 e 2010/11 e na entressafra de 2010.

Fonte de Variação	GL	QM	F	Pr>F
Blocos/Ambientes	12	31579	-	-
Genótipos (G)	16	5277849	3,26	<0,00
Ambientes (A)	3	40567888	1284,65	<0,00
Interação (GxA)	42	1616622	39,57	<0,00
Resíduo	156	40846	-	-
Média		2104,2		
CV(%)		9,60		

Apesar de ter sido constatada correlações positivas e significativas entre três pares de ambientes e com isso evidenciado que a seleção em um ambiente gera ganhos no outro, das seis combinações possíveis, cinco apresentaram interação do tipo complexo (Tabela 3). Isto indica inconsistência na superioridade dos genótipos de acordo com

a variação ambiental, o que dificulta a indicação de cultivares (CRUZ et al., 2004). Nessas circunstâncias, é muito provável que uma recomendação geral para os ambientes estudados gere uma redução considerável na produtividade de grãos (BARROS et al., 2010).

Tabela 3. Pares de ambientes, correlação entre ambientes e porcentagem da parte complexa resultante da decomposição da interação entre genótipos e pares de ambientes, dos ensaios de competição de 17 cultivares de soja, conduzidos em quatro ensaios no sul estado do Tocantins, nas safras de 2009/10 e 2010/11 e na entressafra de 2010.

Pares de ambientes	Correlação	Parte complexa da interação
Gurupi (FE) e Formoso	-0,26	48,41
Gurupi (FE) e Gurupi (AE) I	-0,45	69,62
Gurupi (FE) e Gurupi (AE) II	-0,18	60,41
Formoso e Gurupi (AE) I	0,61**	55,78
Formoso e Gurupi (AE) II	0,80**	33,90
Gurupi (AE) I e Gurupi (AE) II	0,74**	50,62

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

Apenas o par de ambientes Gurupi (FE) e Formoso apresentou interação predominantemente do tipo simples, ou seja, parte complexa da interação menor que 50% (CRUZ; CASTOLDI, 1991). Neste sentido, pode-se dizer que o desempenho dos cultivares nesses dois ambientes foi concordante, isto é, a classificação dos genótipos foi mantida entre ambos. Dessa forma, a seleção pode ser praticada em um desses ambientes e as decisões tomadas nesse poderão ser aplicadas no outro, economizando com isso tempo, mão-de-obra e recursos.

A produtividade média dos cultivares nos quatro ambientes variou de 1102 para o M7211RR a 2987 para o M8766 (Tabela 4). Esse último cultivar além de mais produtivo acumulou maior número de sinais positivos entre os ambientes estudados juntamente com os cultivares M9056, P98Y70RR, M9144RR, Juliana RR e BRS8560RR. Para Livorenti e Matsuoka (2001) cultivares que apresentam

grande concentração de sinais positivos são considerados estáveis e, principalmente, apresentam características desejáveis do ponto de vista do melhoramento genético. Aqueles cultivares que apresentam diversidade de sinais positivos e negativos indicam forte interação genótipo x ambiente, não sendo normalmente recomendadas para programas de melhoramento, devido à sua baixa estabilidade, mas podendo eventualmente serem interessantes para ambientes específicos. Por outro lado, aqueles com concentração de sinais negativos indicam estabilidade, mas não seriam selecionáveis devido à baixa produtividade. Os sinais nulos também indicam cultivares estáveis, todavia, têm sua indicação restrita por não serem tão produtivos quanto aqueles superiores. Neste sentido, poder-se-ia selecioná-los para condições menos favoráveis, pois as razoáveis produtividades seriam compensadas pelo baixo investimento.

Tabela 4. Combinação dos métodos paramétricos e não-paramétricos para determinação da estabilidade de 17 cultivares de soja conduzidos em quatro ensaios no sul estado do Tocantins, nas safras de 2009/10 e 2010/11 e na entressafra de 2010.

Cultivar	Método paramétrico (LIVORENTI; MATSUOKA, 2001)			Método não-paramétrico (HUENH, 1990; FOX et al., 1990)					
	Média geral	Variância geral	Totais (-)	Totais (0)	Totais (+)	Média dos índices	Variância dos índices	Terço superior	
								Média	Variância
Amaralina RR	1956	82472	2	1	1	20,55	253,11	-	-
BRS8560 RR	2594	61078	1	0	3	13,41	234,60	-	-
Juliana RR	2485	47644	1	0	3	8,83	78,25	-	0
M9144 RR	2399	18208	0	1	3	2,78	3,37	+	+
P98Y70 RR	2500	48978	0	1	3	3,69	5,50	+	+
P99R01 RR	2373	48636	1	1	2	12,99	245,61	-	-
P98Y51 RR	1960	21285	2	1	1	15,52	342,84	-	-
Juliana	2381	8566	1	1	2	15,81	377,81	-	-
M8766	2997	39853	0	1	3	3,74	45,76	+	+
M9056	2814	32146	0	1	3	3,57	9,98	+	+
Anta 83 RR	1194	5470	3	0	1	22,76	872,71	-	-
Anta 82 RR	1184	18645	3	0	1	7,42	67,65	0	+
NK 7074 RR	1937	7846	2	1	1	5,57	29,63	0	+
NK 9074 RR	1457	27460	3	0	1	15,20	340,47	-	-
CD 219 RR	2173	19299	1	2	1	22,07	821,31	-	-
CD 219 RR	2267	53997	1	1	2	5,73	28,96	0	+
M 7211 RR	1102	20987	4	0	0	10,97	166,15	-	-

O uso do método não-paramétrico proposto por Fox et al. (1990) permite a seleção dos cultivares de alta estabilidade

(terço superior da variância dos índices) e, simultaneamente, alta produção (terço superior da média dos índices). Por esse

método, constatou-se que os cultivares mais produtivos e estáveis foram M 8766, M 9056, P98Y70 RR, M 9144 RR como indicados pelo método paramétrico. As exceções foram os cultivares Juliana RR e BRS 8560 RR, que acumularam sinal negativo em um ambiente pelo método paramétrico. É muito provável que o desempenho nesse ambiente tenha sido muito discrepante quando comparado aos desempenhos obtidos nos outros ambientes, de forma que influenciou a média e a variância e com isso as estimativas obtidas pelo método não-paramétrico. Esses resultados corroboram com os obtidos por Livorenti e Matsuoka (2001) para os grupos de maturação precoce e tardia de cana-de-açúcar. Dessa forma, constata-se que as classificações obtidas pelo método paramétrico proposto pelos autores supracitados e pela metodologia não-paramétrica obtida pela combinação dos métodos de Huenh (1990) e Fox et al. (1990) são coincidentes para inferência de cultivares produtivos e estáveis.

É oportuno mencionar que os cultivares que acumularam sinais negativos em maior proporção entre os ambientes ou que apresentaram grande diversidade de sinais pelo avaliados método paramétrico, tiveram no método não-paramétrico seus índices classificados na porção do terço inferior, ou seja, apresentaram sinais negativos. Isto comprova que a combinação é válida não só para discriminar cultivares produtivos e estáveis, mas também para identificar aqueles inferiores que não apresentam potencial para serem explorados.

CONCLUSÕES

A combinação dos métodos paramétrico sugerido por Livorenti e Matsuoka (2001) e não-paramétrico proposto Huenh (1990) e Fox et al. (1990), além de simples aplicação é viável para inferir acerca da estabilidade e produtividade de cultivares de soja para o estado do Tocantins, desde que desconsidere aqueles cultivares que acumulam sinais negativos no método paramétrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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 Agrônômica, Fortaleza, v.42, p.108-115, 2011.

BARROS, H.B.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C.D.; TEIXEIRA, R.C.; REIS, M.S. Análise de adaptabilidade e estabilidade em soja (*Glycine max* L.) em Mato Grosso. *Ambiência*, v.6, p.75-88, 2010.

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, Anexo VI, 1998.

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. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, p.187-193, 2003.

CRUZ, C.D. Programa Genes: estatística experimental e matrizes. Viçosa: Editora UFV, 2006.

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

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

DUARTE, J.B.; ROLIM, R.B.; OLIVEIRA, P.M.F.; SOUZA, J.R. Adaptabilidade e estabilidade de rendimento de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) nas condições de Goiás e Distrito Federal. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.24, p.95-114, 1994.

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

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

FOX, P.N.; SKOUMAND, B.; THOMPSON, G.K.; BRAUN, H.J.; CORMIER, R. Yield and adaptation of hexaploid spring triticale. *Euphytica*, v.47, p.57-64, 1990.

FRANCIS, T.R.; KANNEMBERG, L.W. Yield stability studies in short season maize .I. A descriptive method for grouping genotypes. *Canadian Journal of Plant Science*, v.58, p.1029-1034, 1978.

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*, v.7, p.1-12, 2011.

HUEHN, M. Nonparametric estimation and testing of genotype-by-environment interaction by ranks. In: Kang MS (Ed.) *Genotype-by-environment interaction and plant breeding*. Baton Rouge : Louisiana State University Agricultural Center, 1990. p.63-93.

LIVORENTI, N.A.; MATSUOKA, S. Combinação de métodos paramétricos e não-paramétricos na análise de estabilidade de cultivares de cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, p.653-658, 2001.

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