

ESTRATIFICAÇÃO E DISSIMILARIDADE AMBIENTAL PARA AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA NO ESTADO DE TOCANTINS

STRATIFICATION AND ENVIRONMENTAL DISSIMILARITY FOR EVALUATION OF SOYBEAN CULTIVARS IN THE STATE OF TOCANTINS

Joenes Mucci PELUZIO¹; Giuliano de Deus GEROMINI²; João Pedro Aguiar da SILVA²; Flavio Sérgio AFFÉRRÍ¹; José Benedito Girardelo VENDRUSCOLO³

1. Professor, Doutor, Universidade Federal do Tocantins – UFT, Gurupi, TO, Brasil. joenesp@uft.edu.br; 2. Engenheiro de Alimentos, Universidade Federal do Tocantins – UFT, Palmas, TO, Brasil; 3. Professor do Instituto Federal Tecnológico de Ceres, Ceres, GO, Brasil

RESUMO: Em virtude da existência da interação cultivares x ambientes, torna-se pouco provável a superioridade de um cultivar em todos os ambientes. Neste sentido, com o intuito de avaliar a similaridade de ambientes e determinar o número de ambientes necessários para avaliação de cultivares, foram realizados oito ensaios de competição de cultivares no Estado do Tocantins. Quatro ensaios foram instalados em Gurupi, nas datas de 08/11, 19/11, 28/11 e 05/12/2006, e quatro no município de Alvorada, nas datas de 09/11, 23/11, 07/12 e 21/12/2006, sendo que cada ensaio representou um ambiente. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constaram dos cultivares BR/EMGOPA 314, BRS Sambaíba, BRS Tracajá, DM-339, M-SOY 108, M-SOY 8411 e M8866. Os métodos de agrupamento de ambientes utilizados foram a estratificação ambiental e a dissimilaridade, baseada na interação de ordem simples. Na análise de variância conjunta, houve efeito significativo da interação cultivares x ambiente, indicando uma inconsistência de comportamento dos cultivares com a variação ambiental, justificando-se os estudos de agrupamento de ambientes. Os dois métodos permitiram a formação de um único grupo de ambientes similares. Não houve concordância entre os métodos quanto à composição dos grupos formados. O método de estratificação ambiental resultou na formação de um grupo compreendendo três ambientes de Gurupi (19/11, 28/11 e 05/12) e dois ambientes de Alvorada (09/11 e 21/12). Entretanto, o método de dissimilaridade ambiental permitiu a formação de um grupo contendo apenas dois ambientes em Alvorada (09/11 e 23/11). Os métodos de agrupamento foram pouco sensíveis em detectar ambientes distintos representados por épocas de semeadura em um mesmo local

PALAVRAS-CHAVE: Interação genótipo x ambiente. Produção de grãos. Glycine Max.

INTRODUÇÃO

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.

O principal objetivo de um programa de melhoramento é selecionar genótipos com produtividade elevada e consistente, nos mais diversos ambientes. Neste contexto, a baixa eficiência na análise da interação genótipo por ambiente (GxA) pode representar problemas aos melhoristas, por reduzir a precisão de seleção de um ambiente para outro. Assim, a presença da interação GxA provoca um aumento do desvio padrão fenotípico, reduzindo a herdabilidade ao longo de ambientes e, conseqüentemente, diminuindo os ganhos genéticos potenciais (ALLARD; BRADSHAW, 1964; VENCOVSKI et al., 1990; CRUZ; REGAZZI, 2007).

A interação GxA por ambiente pode ser minimizada utilizando-se cultivares específicos para

cada ambiente, usando cultivares com ampla adaptabilidade e boa estabilidade (SILVA; DUARTE, 2006; PELUZIO et al., 2010; PRADO et al., 2001; PEREIRA et al., 2008; CARVALHO et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2003) ou identificando grupos de ambientes similares, por meio da estratificação e dissimilaridade ambiental (OLIVEIRA et al., 2004; GARBUGLIO et al., 2007).

A identificação de ambientes similares nos experimentos de competição de cultivares é de grande importância, uma vez que reduz ou minimiza a interação GxA, pela alocação dos ambientes semelhantes em um mesmo grupo, para o conjunto de cultivares disponível; auxilia na alocação de recursos para o desenvolvimento de programas de melhoramento, uma vez que permite ao melhorista eliminar os ambientes semelhantes dentro de cada grupo, sem que haja perda da eficiência ou precisão do processo seletivo, permitindo também avaliar um maior número de cultivares por experimento (HUHN; TRUBERG, 2002a e 2002b; VENCOVSKI et al., 1990; CRUZ; REGAZZI, 2007; OLIVEIRA et al., 2004).

O processo de estratificação ambiental consiste na subdivisão de regiões heterogêneas em sub-regiões mais uniformes, onde se exclui qualquer interação GxA significativa (LIN, 1982). Em outras situações, pode-se agrupar os ambientes usando interação significativa com predominância de porção simples, ou seja, que não venha a comprometer a recomendação das cultivares (dissimilaridade genética) (CRUZ; REGAZZI, 2007; OLIVEIRA et al., 2004).

O método de agrupamento de ambientes pelo algoritmo de LIN (1982) consiste em estimar a soma de quadrados da interação entre cultivares e pares de ambientes, seguido do agrupamento daqueles ambientes cuja interação é não-significativa. O método prossegue com a estimação da soma de quadrados entre genótipos e grupos de três ambientes, sendo empregado o teste F para se avaliar a possibilidade da formação do novo grupo (CRUZ; REGAZZI, 2007; OLIVEIRA et al., 2004).

A dissimilaridade genética, pelo método de Cruz; Regazzi (2007) consiste em agrupar apenas aqueles ambientes cuja interação seja predominantemente de natureza simples e significativa, ou seja, quando forem proporcionadas pelas diferenças de variabilidade entre os cultivares nos ambientes (ALLARD; BRADSHAW, 1964; AKTHER; SNELLER, 1996; CRUZ; REGAZZI, 2007).

O presente estudo teve como objetivo estudar a similaridade entre os ambientes, por meio da estratificação ambiental pelo método de LIN (1982), e a dissimilaridade ambiental pelo método de Cruz; Regazzi (2007), em sete cultivares de soja, quanto à produção de grãos, no Sul do Estado do Tocantins.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados oito ensaios de competição de cultivares de soja durante o ano agrícola 2006/07, sendo quatro instalados na área experimental da Fundação Universidade Federal do Tocantins-TO, localizada em Gurupi-TO (300m de altitude, 11° 43'S, 49° 15' W, solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo), nas datas de 08/11, 19/11, 28/11 e 05/12/2006, e quatro no município de Alvorada-TO (330m de altitude, 12°45' S e 49°14' W 220m, 13° 58' S e 48°11' W, solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo), nas datas de 09/11, 23/11, 07/12 e 21/12/2006. Cada ensaio representou um ambiente.

A adubação utilizada foi realizada segundo as exigências da cultura, após prévia análise de solo.

Em cada ensaio, o delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e sete tratamentos. Os tratamentos constaram dos cultivares BR/EMGOPA 314, BRS Sambaíba, BRS Tracajá, DM-339, M-SOY 108, M-SOY 8411 e M8866.

A unidade experimental foi composta por quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, com espaçamento de 0,45 m entre fileiras, sendo a área útil da parcela representada pelas duas fileiras centrais, eliminando-se 0,50 m da extremidade de cada fileira.

No momento da semeadura, foi realizada a inoculação das sementes com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*. Os tratos culturais, como o controle de pragas e plantas daninhas, foram realizados à medida que se fizeram necessários.

Foi realizada análise de variância conjunta dos ensaios, utilizando o total dos tratamentos, em que o menor quadrado médio residual não diferiu em mais de sete vezes do maior (CRUZ; REGAZZI, 2007). Quando houve significância na interação, foram realizados agrupamentos de ambientes através da estratificação ambiental e dissimilaridade.

A estratificação ambiental foi realizada segundo o método de agrupamento de ambientes com base no algoritmo de LIN (1982), que consiste em estimar a soma de quadrado para a interação entre genótipos e pares de ambientes e, posteriormente, agrupar aqueles ambientes cuja interação é não significativa. Por outro lado, o estudo de similaridade dos ambientes consiste em agrupar os ambientes através das interações predominantemente de natureza simples e significativas (CRUZ; REGAZZI, 2007). A característica agrônômica considerada neste estudo foi a produção de grãos, em virtude de sua importância nos programas de melhoramento de soja. No modelo estatístico considerou-se fixo o efeito do cultivar e os demais aleatórios.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância conjunta (Tabela 1) mostrou efeitos significativos dos ambientes, da interação cultivar x ambiente e dos cultivares. Pela significância da interação e, sendo esta do tipo complexa para a grande maioria dos pares de ambientes (Tabela 2), houve inconsistência de comportamento dos cultivares com a variação ambiental (Tabela 3), justificando-se o agrupamento de ambientes.

Tabela 1. Resumo da análise da variância conjunta da produção de grãos, envolvendo sete cultivares de soja, em oito ambientes e quatro repetições, no Estado do Tocantins, Safra 2006/07

Fonte de variação	GI	QM
Blocos/Ambientes	3	21543
Cultivar	6	666794*
Ambiente	7	22587354*
Cultivar x Ambiente	42	295357*
Resíduo	144	95995
Média (kg/ha)	2809	
C.V. (%)	11,02	

** Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 2. Porcentagem da parte complexa (acima da diagonal) resultante da decomposição da interação entre cultivares e pares de ambientes e correlações entre médias de cultivares (abaixo da diagonal), nos ensaios de competição de cultivares de soja em oito ambientes, no Estado do Tocantins, Safra 2006/07

Local/	Data	G	G	G	G	A	A	A	A
	Plantio	08/11	19/11	28/11	05/12	09/11	23/11	07/12	21/12
Ensaio		1	2	3	4	5	6	7	8
G	1	08/11	94,0	97,7	63,7	91,1	80,5	94,7	109,4
G	2	19/11	-0,03	102,8*	49,	106,9*	87,4	100,6*	61,9
G	3	28/11	-0,01	-0,09	50,8	99,6	106,4*	95,2	117,9*
G	4	05/12	0,10	0,58	0,46	84,4	69,1	94,1	88,6
A	5	09/11	0,11	-0,16	-0,01	-0,05	44,8(S)	66,2	87,4
A	6	23/11	0,16	-0,32	-0,53	0,47	0,51	63,2	69,6
A	7	07/12	0,05	-0,35	-0,08	-0,74	0,39	0,54	61,3
A	8	21/12	-0,20	0,50	-0,42	-0,31	0,20	0,30	0,55

1/ G – Gurupi; A – Alvorada;* valores superiores a 100% indicam correlações negativas entre as médias dos cultivares em dois ambientes; (s) identifica os pares de ambientes cuja interação com os cultivares é predominantemente simples.

Tabela 3. Média para o caráter produção de grãos, em kg/ha, de cultivares de soja, nos ensaios instalados em Gurupi e Alvorada - TO, safra 2006/07

Cultivares	Produção de Grãos / Local ^{1/}							
	G1	G2	G3	G4	A1	A2	A3	A4
BR/Emgopa314	3261	2467	1769	1181	3481	4218	3738	2873
BRS Tracajá	2593	2893	1576	1287	3702	4105	3560	3447
BRS Sambaíba	2636	2391	1947	1212	3813	3688	3541	2784
DM 339	2566	2728	1701	1253	3081	3088	3052	2909
M-SOY 108	3052	2909	2145	1402	3534	3022	3416	3099
M-SOY 8411	2405	2577	2172	1222	3392	3554	3835	3092
M8866	2735	2607	1637	1000	3555	3859	4264	3526

1/ G1 = Gurupi, Plantio 08/11; G2 = Gurupi, Plantio 19/11; G3 = Gurupi, Plantio 28/11; G4 = Gurupi, Plantio 05/12; A1 = Alvorada, Plantio 09/11; A2 = Alvorada, Plantio 23/11; A3 = Alvorada, Plantio 07/12; A4 = Alvorada, Plantio 21/12

O agrupamento dos ambientes com base no algoritmo de LIN (1982), que é baseado na significância da interação cultivares x ambientes, para a produtividade de grãos, encontra-se na Tabela 4. Pode-se observar a formação de um único grupo representado por três ambientes em Gurupi (19/11,

28/11 e 05/12/2006) e dois ambientes em Alvorada (09/11 e 21/12/2006) que, assim, apresentaram-se como estatisticamente similares. Assim, dentro deste grupo, não há interação cultivares x ambientes significativa, ou seja, a classificação dos cultivares com base na produtividade de grãos é similar.

Tabela 4. Agrupamento dos ambientes de avaliação de cultivares de soja, baseado na produtividade de grãos, no Estado do Tocantins, Safra 2006/07

Grupo	Ambientes	
	Estratificação ambiental	Dissimilaridade
I	Gurupi (19/11)	Alvorada (09/11)
	Gurupi (28/11)	Alvorada (23/11)
	Gurupi (05/12)	
	Alvorada (09/11)	
	Alvorada (21/12)	

Neste contexto, em avaliações posteriores, pode-se considerar apenas um dos ambientes pertencentes ao grupo formado, cabendo aos melhoristas escolher aquele que mais se encaixe nas necessidades de seu programa de melhoramento. Critérios como proximidade dos centros de pesquisa e facilidade de acesso podem ser adotados em futuros programas de melhoramento da instituição. Essa diminuição no número de ambientes proporcionará redução nos custos de avaliação dos cultivares, além de permitir a realização de avaliações mais criteriosas nos ensaios restantes (HUHN; TRUBERG, 2002a e 2002b; VENCOVSKI et al., 1990; CRUZ; REGAZZI, 2007.; OLIVEIRA et al., 2004).

O agrupamento dos ambientes por meio da dissimilaridade ambiental (CRUZ; REGAZZI, 2007), ou seja, onde a interação ambiente x cultivares foi predominantemente de natureza simples e significativa, também proporcionou a formação de um único grupo, representado pelos ambientes Alvorada - 09/11 e Alvorada - 23/11 (Tabela 4). Este método de agrupamento não proporciona grandes inconvenientes no trabalho de identificação de cultivares superiores nos ambientes considerados, uma vez que os cultivares apresentam comportamento coerente de um ambiente para outro ou não sofrem alterações relevantes que comprometam as suas recomendações (CRUZ; REGAZZI, 2007; GARBUGLIO et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2004).

A formação de um único grupo nos processos de estratificação e dissimilaridade ambiental ocorreu, provavelmente, face à baixa eficiência dos métodos em detectar ambientes distintos quando usadas épocas de semeaduras, em um mesmo local, como ambientes. Segundo OLIVEIRA et al., (2005), os métodos de agrupamento de ambientes apresentam consistência somente para interação de genótipos x locais e não para genótipos x anos, genótipos x safras ou genótipos x locais x anos

Comparando os resultados do grupo de ambientes resultante da interação cultivares x ambientes não significativas (estratificação ambiental) com o grupo oriundo da interação

cultivares x ambientes significativa de natureza simples (dissimilaridade ambiental), verificou-se uma discordância entre os métodos quanto à composição do grupo. Essa discordância ocorreu em função de serem passíveis de agrupamento todas as combinações entre os pares de ambientes pela estratificação ambiental, enquanto apenas foram passíveis de agrupamento, pela dissimilaridade ambiental, os pares Gurupi - 19/11 x Gurupi - 05/12 e Alvorada - 09/11 e Alvorada - 21/12 (Tabela 2), uma vez que a interação cultivares x ambientes entre esses pares foi, predominantemente, de natureza simples.

Esses resultados não estão em concordância com aqueles obtidos por (GARBUGLIO et al., 2007), em cultivares de milho cultivados em vários ambientes no estado do Paraná, uma vez que os autores verificaram similaridade entre os métodos de agrupamento de ambientes. Tal discordância ocorreu pelo fato de que, no referido trabalho, a natureza da interação cultivares x ambientes entre os pares foi, em parte, de ordem simples, permitindo que um maior número de ambientes viessem a ser agrupado pelo método de dissimilaridade ambiental.

CONCLUSÕES

Houve concordância entre os métodos quanto ao número de grupos formados, mas não quanto à composição do grupo;

O método de estratificação ambiental resultou na formação de um grupo compreendendo três ambientes de Gurupi (19/11, 28/11 e 05/12) e dois ambientes de Alvorada (09/11 e 21/12);

O método de dissimilaridade ambiental permitiu a formação de um grupo contendo dois ambientes de Alvorada (09/11 e 23/11)

Os métodos de agrupamento foram pouco sensíveis em detectar ambientes distintos representados por épocas de semeadura em um mesmo local

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela

oportunidade de realização do trabalho através do Projeto “Avaliação de Germoplasma de Milho e Soja para Fins de Melhoramento nos Ecossistemas de Várzea e Terras Altas no Estado do Tocantins”;

A Universidade Federal do Tocantins, pela cessão da área experimental e de funcionários de campo;

Ao Sr. Luis Richter, proprietário da Fazenda São Jorge, município de Alvorada-TO, por gentilmente nos ceder sua propriedade para a realização dos trabalhos.

ABSTRACT: Because of the existence of genotype x environment interaction, it is unlikely the superiority of one cultivar in all environments. In this sense, in order to evaluate the similarity of environments and determine the number of environments for the assessment of cultivars, eight trials were carried out in the State of Tocantins. Four trials were carried out in Gurupi-TO, in the dates of 08/11, 19/11, 28/11 and 05/12/2006, and four trials were carried out in Alvorada-TO, in the dates of 09/11, 23/11, 07/12 and 21/12/2006. Each trial represented an environment. The experiment design was a randomized blocks with seven treatments (cultivars) and four replications. The cultivars were: BR/EMGOPA 314, BRS Sambaíba, BRS Tracajá, MD-339, M-SOY 108, M-Soy 8411 and M8866. The methods used were stratification and environmental dissimilarity cluster, based on the interaction of simple order. In the jointly analysis of variance there was significant effect of cultivar x environment interaction. These these indicated an inconsistency of the superiority of cultivars to environmental variation, justifying the studies of cluster environments. Both methods led to the formation of a single group of similar environments. There was no agreement between the methods regarding the composition of the groups formed. The environmental stratification method resulted in the formation of a group comprising three environments in Gurupi (19/11, 28/11 and 05/12) and two environments in Alvorada (21/12 and 11/09). However, the environmental dissimilarity method allowed the formation of a group containing only two environments in Alvorada (11/09 and 23/11). The clustering methods were less sensitive in detecting distinct environments represented by sowing dates in one place.

KEYWORDS: Interaction genotype x environment. Grain production. Glycine Max.

REFERÊNCIAS

- ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, v. 4, n. 5, p. 503-508, 1964.
- AKTHER, M.; SNELLER, C. H. Genotype x planting date interaction and selection of early maturing soybean genotypes. **Crop Science**, v. 36, p. 883-889, 1996.
- CARVALHO, C. G. P.; ARIAS, C. A. A; TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; OLIVEIRA, M. F. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 989-1000, 2002.
- CRUZ, C. D; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 2007, 480 p.
- GARBUGLIO, D. G.; GERAGE, A. C.; ARAUJO, P. M.; JUNIRO, N. S. F.; SHIOGA, P. S. Análise de fatores e regressão bissegmentada em estudos de estratificação ambiental e adaptabilidade em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 183-191, 2007
- HUHN, M.; TRUBERG, B. Contributions to the analysis of genotype x environment interactions: experimental results of the application and comparison of clustering techniques for the stratification of field test sites. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Zeitschri, v. 188, n. 2, p. 113-122, 2002a.
- HUHN, M.; TRUBERG, B. Contributions to the analysis of genotype x environment interactions: theoretical results of the application and comparison of clustering techniques for the stratification of field test sites. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Zeitschri, v. 188, n. 2, p. 65-72, 2002b.

- LIN, C. S Grouping genotypes by cluster method directly related to genotype-environment interaction mean square. **Theor. Appl. Genet.**, New York, v. 62, p. 277-280, 1982
- OLIVEIRA, A. M. S.; HAMAWAKI, O. T.; OLIVEIRA NETO, J. O.; PENNA, J. C. V.; JULIATTI, F. C.; SOUZA, S.A.; Estabilidade fenotípica de cultivares de soja no Brasil central. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 20, p. 9-19, 2004.
- OLIVEIRA, A. B.; DUARTE, J. B.; PINHEIRO, J.B. Emprego da Análise AMMI na avaliação da estabilidade produtiva em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 357-364, 2003.
- OLIVEIRA, G. V. de; CARNEIRO, P. C. de S.; DIAS, L. A. dos S.; CARNEIRO, J. E. de S.; CRUZ, C. D. Factor analysis in the environment stratification for the evaluation of common bean cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 5, p. 166173, 2005.
- OLIVEIRA, J. S.; SOBRINHO, F. S.; FERNANDES, S. B. V.; WUNSCH, J. A. Estratificação de ambientes, adaptabilidade e estabilidade de híbridos comerciais de milho para silagem no sul do Brasil. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 69-74, 997-1003, 2004.
- PELUZIO, J. M; AFERRI, F. S.; MONTEIRO, F. J.; MELO, A. V.; PIMENTA, R. S. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em várzea irrigada no Estado do Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 427-434, 2010.
- PEREIRA, G. D., SEDIYAMA, T., CRUZ, C. D., REIS, M. S., GOMES, J. L. L., TEIXEIRA, R. C., NOGUEIRA A. P. O. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja avaliados para resistência ao oídio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1836-1842, 2008.
- PRADO, E. E.; HIROMOTO, D. M.; GODINHO, V. P. C.; UTUMI, M. M.; RAMALHO, A. R. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 625-635, 2001.
- SILVA, W. C. J., 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.
- VENCOVSKY, R.; CRUZ, C. D.; SILVA, A. C. Uma valiação do potencial de diferentes locais para discriminação genotípica entre cultivares de milho. **Revista Brasileira de Genética**, v. 13, n. 2, p. 323-334, 1990.