

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE LINHAGENS DE SOJA NO ESTADO DO PARANÁ POR MEIO DA METODOLOGIA PROPOSTA POR LIN E BINNS

Felipe Ricardo Schmidt¹, Juliana Parisotto Poletine¹ e Marco Antonio Aparecido Barelli²

¹Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias. Estrada da Paca s/n, CEP: 87.501-970, Umuarama, PR, Brasil.

²Universidade do Estado de Mato Grosso, Departamento de Agronomia, Jane Vanini Cáceres. Av. Santos Dumont. CEP: 78200-000 - Cáceres, MT.

E-mail: hot_felipe@hotmail.com.br; jppoletine@uem.br

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar a adaptabilidade e estabilidade de 18 linhagens experimentais de soja do Programa de Melhoramento genético Integrado - Campo Mourão, e três referências comerciais em duas diferentes regiões, por meio da metodologia proposta por Lin e Binns (1988). Os tratamentos foram dispostos no delineamento em blocos casualizados com três repetições, contendo 21 genótipos, nos anos agrícolas de 2014/15 e 2015/16, nos municípios de Campo Mourão e Floresta, no estado do Paraná. A característica avaliada foi a produtividade de grãos. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância para verificar a homogeneidade dos mesmos. Posteriormente realizou-se a análise de estabilidade e adaptabilidade fenotípica utilizando-se do método proposto por Lin e Binns (1988) e também a variação proposta por Carneiro (1998). As metodologias utilizadas foram eficientes para estimar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos estudados. A linhagem AG1713 foi indicada como superior em todos os ambientes por apresentar os melhores valores preditivos à média de adaptabilidade e estabilidade. Já as linhagens 7/S82-034, AB1167 e 7/N50-040 foram indicadas para locais considerados desfavoráveis.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max.* (L.) Merrill, interação genótipos x ambientes, produtividade de grãos.

ADAPTABILITY AND STABILITY OF SOYBEAN LINEAGES IN PARANA STATE BY METHODOLOGY PROPOSED BY LIN AND BINNS

ABSTRACT: The present work had as objective to evaluate adaptability and stability of 18 experimental lineages of soybean from breeding program belonging to Integrado - Campo Mourão and three commercial references in two different regions, through methodology proposed by Lin and Binns (1988). Treatments were arranged in randomized blocks design with three repetitions, containing 21 genotypes, in 2014/15 and 2015/16 agricultural years, in Campo Mourão and Floresta Counties, Parana State. The characteristic evaluated was grain yield. Obtained data were submitted to variance analysis in order to check its homogeneity. Subsequently, stability and adaptability phenotypic analysis were conducted using the method proposed by Lin and Binns (1988) and also the variation proposed by Carneiro (1998). The methodologies used were efficient to estimate the adaptability and phenotypic stability of studied genotypes. AG1713 line were indicated as superior in all environments, showing the best predictive values in relation to adaptability and stability mean. 7/S82-034, AB1167 and 7/N50-040 lines were indicated for locations considered unfavorable.

KEYWORDS: *Glycine max.* (L.) Merrill, genotypes x environments interaction, grain yield.

A soja [*Glycinemax* (L.) Merrill] é explorada em grande parte do território brasileiro, segundo dados do CONAB (2017) a mesma foi implantada em quinze estados mais o Distrito Federal, na safra 2016/2017, estando presente nas cinco regiões do Brasil, isso se torna possível devido a grande diversidade de cultivares disponíveis (Carvalho et al., 2010).

A interação entre o genótipo e o ambiente (G x A) assume um importante papel na expressão do fenótipo, devido ao variado número de latitudes ao qual a cultura é submetida e consequentemente as inúmeras variações ambientais, por este motivo essa interação deve ser levada em consideração no programa de melhoramento genético (Prado et al., 2001). De acordo com Barros et al. (2010) essa interação constitui uma das maiores dificuldades no processo de melhoramento.

Dentre os métodos existentes para amenizar a interação G x A, a recomendação de genótipos que apresentem ampla adaptabilidade e alta estabilidade tem sido o mais utilizado (Barros et al., 2010).

De acordo com Cruz et al. (2012) a adaptabilidade dos genótipos consiste na capacidade de o mesmo aproveitar o estímulo ambiental de forma vantajosa; já a estabilidade é capacidade de o genótipo apresentar um comportamento altamente previsível frente aos variados estímulos ambientais.

A avaliação do comportamento dos genótipos, visando estimar os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, é considerada uma das etapas de maior importância, com a maior demanda por mão-de-obra e consequentemente a mais onerosa dentro de um programa de melhoramento genético devido ao fato de a mesma exigir que as experimentações sejam realizadas em uma grande amplitude de locais, e assim a uma imensa variação de ambientes.

A escolha do modelo estatístico a ser empregado varia em função de fatores como, por exemplo, a quantidade de ambientes disponíveis, das diferentes épocas e o número de genótipos disponíveis (Silva e Duarte, 2006). Dentre os modelos estatísticos utilizados os não-paramétricos apresentam vantagens em relação aos demais, principalmente em função da facilidade de interpretação dos parâmetros observados (Huehn, 1990).

Em virtude disso, o presente trabalho teve por objetivo avaliar os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 18 linhagens experimentais de soja do programa de melhoramento genético da Faculdade Integrado de Campo Mourão comparadas com três

referencias comerciais, em dois locais diferentes e em dois anos agrícolas consecutivos, por meio da metodologia proposta por Lin e Binns (1988).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho avaliou 18 genótipos experimentais dos ensaios finais de Valor de Cultivo e Uso (VCU) do programa de melhoramento genético da Faculdade Integrado de Campo Mourão e três cultivares comerciais: BMX POTÊNCIA RR, BMX TURBO RR e DM 5.8I, totalizando 21 tratamentos, em experimentos conduzidos em duas localidades e dois anos agrícolas consecutivos (2014/2015 e 2015/2016).

No município de Campo Mourão, no estado do Paraná, os experimentos foram semeados em 18/10/2014 e 23/10/2015 na Fazenda Ivatuba, com altitude de 599 metros, latitude 23°33'11.8" Sul e longitude 52°08'24.3" Oeste, caracterizada como macrorregião 2 e região edafoclimática 201, com solo LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico textura argilosa A moderado (Embrapa, 2013).

A segunda localidade foi o município de Floresta, também no estado do Paraná. Os experimentos foram semeados 04/11/2014 e em 08/11/2015, no Sítio Casa Branca, com altitude de 377 metros, latitude 23°59'12.3" Sul e longitude 52°20'49.5" Oeste, também caracterizada como região edafoclimática 201 e solo LATOSSOLO VERMELHO Distroférico típico textura argilosa A moderado álico (Embrapa, 2013).

Os experimentos foram conduzidos em delineamento em blocos casualizados com três repetições. Cada unidade experimental foi composta por 10 m², constituídas por quatro linhas com espaçamento de 0,5 m entre linhas e 5 m de comprimento. A colheita foi realizada somente nas duas linhas centrais, totalizando 5 m² de área útil da parcela. A semeadura e a colheita foram realizadas com o auxílio de maquinário específico para o trabalho com parcelas.

Previamente à implantação dos experimentos, todas as áreas experimentais foram dessecadas a base de glyphosate 3,5 L ha⁻¹ e conforme as análises dos solos, foi realizada a adubação de semeadura com 350 kg ha⁻¹ da formulação 02 20 20 (N P K). Dentre os tratos culturais, o controle de pragas e plantas invasoras foi efetuado sempre que necessário de acordo com o nível de infestação, constituindo-se de uma aplicação de herbicida em pós-emergência (glyphosate 2,5 L ha⁻¹), duas aplicações de fungicida (triazol + estrobilurina,

dosagem de 0,3 L ha⁻¹) e três aplicações de inseticida (uma de flubendiamida (0,07 Lha⁻¹) e duas de imidaclopride (0,9 L ha⁻¹)).

A variável utilizada foi a produtividade dos genótipos nos diferentes ambientes e anos aos quais foram submetidos. As análises de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos foram obtidas através da metodologia proposta por Lin e Binns (1988). Este modelo matemático corresponde a:

$$P_i = \sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2 / (2n),$$

em que:

P_i : índice de superioridade da i-ésima cultivar;

X_{ij} : produtividade da i-ésima cultivar no j-ésimo local;

M_j : máxima produtividade entre as cultivares no j-ésimo local;

n : número de ambientes;

Já a decomposição da estimativa P_i geral em $P_i (+)$ e $P_i (-)$, para ambiente favorável e desfavorável respectivamente, foram estimados a partir das seguintes formas:

$$P_i(+) = \sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2 / (2f),$$

em que:

$P_i (+)$: índice de superioridade da i-ésima cultivar em ambiente favorável;

X_{ij} : produtividade da i-ésima cultivar no j-ésimo local;

M_j : máxima produtividade entre as cultivares no j-ésimo local;

n : número de ambientes favoráveis;

E:

$$P_i(-) = \sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2 / (2f),$$

em que:

$P_i (-)$: índice de superioridade da i -ésima cultivar em ambiente desfavorável;

X_{ij} : produtividade da i -ésima cultivar no j -ésimo local;

M_j : máxima produtividade entre as cultivares no j -ésimo local;

n : número de ambientes desfavoráveis;

As análises foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional GENES (Cruz, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão descritas as médias de produtividade dos genótipos em função dos ambientes e dos anos.

A produtividade média de grãos variou de 2175 kg ha⁻¹, da cultivar BMX TURBO RR no ano agrícola 15/16 em Campo Mourão, a 5506 kg ha⁻¹, da cultivar BMX POTÊNCIA RR no ano 14/15 também no município de Campo Mourão, com média geral de 3871kg ha⁻¹. A menor produtividade de grãos foi observada na cultivar BMX TURBO RR, sendo de 527 kg ha⁻¹ no ano 15/16 em Campo Mourão e a maior produtividade foi obtida pela cultivar BMX POTÊNCIA RR, sendo de 6177 kg ha⁻¹ no ano 14/15 em Campo Mourão.

As análises de variância individuais constam da Tabela 2 e para a realização da análise conjunta foi avaliada, primeiramente, a homogeneidade das variâncias residuais do experimento com valor calculado de 3,55, onde, segundo Pimentel Gomes (1990) e Cruz e Regazzi (2001) a razão entre o maior e o menor QMR deve ser menor que 7,0 para que haja a possibilidade de efetuar a análise conjunta dos dados por indicar que os dados de variância residual são homogêneos. A relação entre o desvio do QMR também foi apontada por Barros et al. (2010) e Anselmo (2008) para o quesito de produtividade (kg ha⁻¹) sendo a relação calculada de 2,37 e 2,28 respectivamente em trabalhos realizados com genótipos de soja.

Tabela 01. Médias de produtividade em kg ha⁻¹ de genótipos de soja em dois ambientes (Campo Mourão e Floresta - PR) e dois anos agrícolas (2014/2015 e 2015/2016).

Genótipos	Ambientes			
	Campo Mourão 2014/2015	Floresta 2014/2015	Campo Mourão 2015/2016	Floresta 2015/2016
7/N50-040	4822	2923	4042	3876
7/S41-46	4953	3557	3911	3656
7/S82-033	4919	4296	4512	2753
7/S82-034	5094	3727	4610	3396
7/S85-003	4043	3955	3711	3544
AB1155	4467	2937	4143	3162
AB1167	4467	3904	4390	3564
AB1245	4664	3562	4125	3548
AF2092	4643	4367	4100	3209
AG1713	5184	4482	4460	3658
AH2372	4253	3155	4080	3493
AL2914	4967	4032	3886	3159
AN1603	4325	3506	2967	3003
AN218	4573	3912	3429	3063
AN323	4688	4548	3390	2368
AN325	4231	3890	2914	2710
AU1659	4534	4066	3175	3428
AU2563	4670	4344	3494	2938
POTÊNCIA RR	5506	3368	4398	3813
BMX TURBO	4054	4240	2175	2527
DM 5.8I	4664	3924	3550	2407

Os coeficientes de variação experimental (CV%) variaram de 9,22 a 16% (Tabela 2), sinalizando que ocorreu o controle dos fatores de variação de ordem sistemática dos diferentes ambientes experimentais no quesito de produtividade, variável esta que é amplamente influenciada pelo ambiente em função de ser uma característica quantitativa, regulada por muitos genes. De acordo com Carvalho et al. (2003), experimentos que envolvam o fator produtividade e apresentam coeficientes de variação menores que 16% indicam boa precisão experimental.

Tabela 02. Produtividade média de grãos (\bar{Y}_{ij}), variância residual (QMR) e coeficiente de variação (CV) de ensaios de 21 genótipos de soja cultivados em Campo Mourão/PR e Floresta/PR nos anos agrícolas de 14/15 e 15/16

Anos	Locais	\bar{Y}_{ij}	QMR	CV(%)
14/15	Campo Mourão/PR	4653,33	446236,71*	14,35
14/15	Floresta/PR	3842,60	125698,12*	9,22
15/16	Campo Mourão/PR	3784,50	368084,57*	16,03
15/16	Floresta/PR	3203,49	206832,06*	14,19

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Os dados obtidos concordam com os observados por Barros et. al. (2010) que avaliaram a adaptabilidade e estabilidade fenotípica de 20 diferentes genótipos, em dois anos agrícolas subsequentes e em seis diferentes locais, onde os valores de CV(%) verificados variaram de 8,94 a 13,41%. De forma semelhante, Anselmo et. al. (2008) avaliaram a adaptabilidade e estabilidade fenotípica de 20 cultivares de soja em oito diferentes ambientes de produção, com valores observados de CV(%) que variaram de 9,84% até 17,98%.

Houve significância estatística para todos os anos agrícolas e localidades, evidenciando diferença estatística entre os 21 genótipos de soja estudados. A Tabela 3 apresenta os dados gerados a partir da análise de variância conjunta dos dados observados nos experimentos.

O resultado da análise de variância conjunta apontou efeitos significativos para todas as interações. A partir destes dados é possível deduzir que os genótipos avaliados apresentaram desempenho diferenciado em função dos ambientes, fazendo-se necessário o desdobramento do efeito dos genótipos dentro dos ambientes.

Avaliando a fonte de variação “genótipos”, verifica-se diferença estatística, na análise conjunta, para produtividade de grãos, avaliada ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

Através do desdobramento é possível identificar os genótipos que apresentam maior adaptabilidade e estabilidade fenotípica. De acordo com Cruz e Regazzi (1994) o desdobramento das interações propicia a identificação de genótipos com adaptabilidade restrita a determinados ambientes, bem como genótipos de ampla adaptabilidade, proporcionando assim segurança na distinção e classificação dos genótipos.

Tabela 03. Resumo da Análise de variância conjunta para a característica de produtividade (kg ha^{-1}) avaliada em 21 genótipos de soja, nos municípios de Campo Mourão e Floresta, Paraná, nas safras 2014/2015 e 2015/2016.

FV	GL	Quadrado Médio
Blocos (B)	2	151510,71*
Genótipos (G)	20	1024447,2*
Anos (A)	1	35813492,06*
Locais (L)	1	30507073,01*
B X G	40	355097,18*
B X A	2	452705,98*
B X L	2	470926,14*
G X A	20	918738,9*
G X L	20	541226,3*
A X L	1	831106,28*
B X G X A	40	249341,69*
B X G X L	40	295395,53*
B X A X L	2	1589187,01*
G X A X L	20	398536,77*
B X G X A X L	40	247017,05*
Média	3870,98	

FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; * = Significativo a 5% pelo teste de F.

Com a intenção de analisar o desempenho dos genótipos nos variados ambientes, foi utilizado o método de Scott e Knott a 5% de probabilidade, para a característica de produtividade. Na tabela 4 estão expressas as médias apresentadas pelos 21 materiais avaliados.

Analisando os dados apresentados na Tabela 4 constata-se que a média do ano agrícola 14/15 ($4247,97 \text{ kg ha}^{-1}$) foi 18% maior que a do ano 15/16 (3494 kg ha^{-1}). No ano agrícola 14/15 a maior produtividade foi obtida pelo genótipo AG1713, sendo esta a maior produtividade observada em todos os ambientes, e a menor foi verificada para o genótipo AB1155, sendo de $4832,67 \text{ kg ha}^{-1}$ e 3702 kg ha^{-1} respectivamente. Já no ano agrícola 2015/2016 a maior produtividade foi observada na cultivar BMX POTÊNCIA RR e a menor na cultivar BMX TURBO RR, sendo esta a menor produtividade dentre todos os ambientes ($4105,17 \text{ kg ha}^{-1}$ e $2350,83 \text{ kg ha}^{-1}$ respectivamente).

Tabela 04. Agrupamento de médias de 21 genótipos de soja pelo método de Scott e Knott a partir da característica de produtividade em kg ha⁻¹ em dois ambientes e dois anos agrícolas (Campo Mourão e Floresta, 2014/2015 e 2015/2016).

Genótipos	Médias	
	2014/2015	2015/2016
7/N50-040	3872,33 Aa	3958,83 Aa
7/S41-46	4255,00 Aa	3783,50 Aa
7/S82-033	4607,66 Aa	3632,16Ba
7/S82-034	4410,33 Aa	4002,83 Aa
7/S85-003	3999,00 Aa	3627,16 Aa
AB1155	3702,00 Aa	3652,16 Aa
AB1167	4185,50 Aa	3977,00 Aa
AB1245	4113,00 Aa	3836,33 Aa
AF2092	4505,00 Aa	3654,66 Aa
AG1713	4832,66 Aa	4059,16 Aa
AH2372	3704,00 Aa	3793,33 Aa
AL2914	4499,33 Aa	3522,50 Ba
AN1603	3915,83 Aa	2985,16 Ba
AN218	4242,33 Aa	3246,00 Ba
AN323	4618,16 Aa	2879,33 Ba
AN325	4060,16 Aa	2811,83 Ba
AU1659	4300,00 Aa	3301,33 Ba
AU2563	4506,83 Aa	3216,16Ba
POTÊNCIA RR	4437,16 Aa	4105,16 Aa
BMX TURBO	4147,16 Aa	2350,83 Ba
DM 5.8I	4293,83 Aa	2978,50Ba
	4247,97	3494,00

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna constituem o mesmo grupo, pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade.

Avaliando-se cada ano agrícola separadamente pode-se notar que não houve diferença estatística entre os 21 diferentes materiais experimentados. Porém quando analisamos separadamente os materiais em função dos anos agrícolas é possível notar que os genótipos: 7/S82-033; AL2914; AN1603; AN218; AN323; AN325; AU1659; AU2563; e as cultivares: BMX TURBO RR e DM 8.8I apresentaram diferença estatística entre si, sendo que as maiores produtividades foram observadas no ano 2014/2015.

A disparidade observada nos dados de produtividade é consequência da forte influência sofrida neste quesito pelos fatores ambientais, bióticos e abióticos, devido ao fato

de ser uma característica quantitativa, controlada por diversos genes, e consequentemente expressando maior diversidade quando submetidos às interações GxA (Yan e Kang, 2002).

Ainda de acordo com Borém e Miranda (2013) essas variações do ambiente ocorrem devido à interferência de diversos fatores, tais como: diferenças observadas em relação à fertilidade do solo; variações edafoclimáticas observadas para os diferentes ambientes; os níveis de precipitação e sua distribuição ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas; temperatura; a intensidade de incidência solar; os diferentes níveis de infestação de pragas e doenças que acometem a cultura, dentre outros.

A variável produtividade média do presente experimento se mostrou superior às médias observadas por outros trabalhos que também avaliaram o mesmo quesito, como os valores encontrados por Barros et al. (2010), onde a média geral observada foi de 2994 kg ha⁻¹ e Boldt et al. (2011) com média de 3075,80 kg ha⁻¹; e resultados inferiores aos apresentados por Cavalcante et al. (2014), com média geral acima dos 4100,00 kg ha⁻¹.

As estimativas dos parâmetros de estabilidade obtidas a partir do método proposto por Lin e Binns (1988) estão descritos na Tabela 5, onde foram expressos os valores das médias, Pi geral, desvio genético, desvio da interação GxA e por fim a porcentagem para o desvio genético na variável de produtividade em kg ha⁻¹.

A partir da análise do Pi geral torna-se possível estimar os elementos atribuídos ao desvio genético, não sendo este um fator que obrigatoriamente interfira na classificação de desempenho dos genótipos e consequentemente não sendo prejudicial ao processo de melhoramento genético. O Pi geral mede o desvio da produtividade de grãos de um determinado genótipo relacionado ao máximo obtido em cada ambiente, por este fator o genótipo ideal é aquele que apresenta menor valor estimado de Pi geral, fator este que foi observado por Backes et al. (2005), avaliando a adaptabilidade e estabilidade do feijoeiro; e Polizel et al. (2013) os quais quantificaram a adaptabilidade e estabilidade fenotípica em genótipos de soja.

As menores contribuições em porcentagem para o desvio genético foram obtidas no genótipo AG1713 e na cultivar BMX POTÊNCIA RR, sendo observado que as mesmas também foram os materiais que apresentaram os menores valores observados no parâmetro Pi geral, assim demonstrando uma restrita influência da interação.

Tabela 05. Análise da estabilidade de genótipos de soja em duas safras, 14/15 e 15/16, e dois locais de cultivo, Campo Mourão e Floresta (PR), quanto à produtividade de grãos (kg ha⁻¹), segundo o método Lin e Binns (1988)

Genótipos	Média kg ha ⁻¹	Pi geral	Desvios		% para o desvio genético
			Genético	G x A	
7/N50-040	3915,58	235913,38	153088,88	82824,50	64,89
7/S41-46	4019,25	109292,05	101100,05	8192,00	92,50
7/S82-033	4119,91	68588,50	60900,50	7688,00	88,79
7/S82-034	4206,58	47209,38	34409,38	12800,00	72,88
7/S85-003	3813,08	230871,02	215058,68	15812,34	93,15
AB1155	3677,08	370904,02	313500,01	57404,01	84,52
AB1167	4081,25	108812,84	75142,72	33670,12	69,05
AB1245	3974,66	147547,86	122141,53	25406,33	82,78
AF2092	4079,83	77578,92	75692,92	1886,00	97,56
AG1713	4445,91	529,00	264,50	264,50	50,00
AH2372	3748,66	342782,11	259380,03	83402,08	75,66
AL2914	4010,91	112652,88	104882,00	7770,88	93,10
AN1603	3450,50	523745,84	518586,25	5159,58	99,01
AN218	3744,16	271665,20	262631,28	9033,92	96,67
AN323	3748,75	387169,40	259320,01	127849,38	66,97
AN325	3436,00	567366,84	533458,42	33908,42	94,02
AU1659	3800,66	232470,45	223279,03	9191,42	96,04
AU2563	3861,50	224122,09	184477,50	39644,58	82,31
POTÊNCIA RR	4271,16	39105,06	19552,53	19552,53	50,00
BMX TURBO	3249,00	886898,92	744098,33	142800,58	83,89
DM 5.8I	3636,16	389929,78	346736,28	43193,50	88,92

Os genótipos que apresentaram as maiores produtividades foram AG1713, BMX POTÊNCIA RR, 7/S82-033 e 7/S82-034, sendo de 4445,9; 4271,1; 4119,9 e 4206,58 kg ha⁻¹ respectivamente. Estes mesmos genótipos foram os que apresentaram os menores valores estimados para o Pi geral e também as maiores produtividades observadas dentre todos os outros materiais, ocupando os quatro primeiros lugares no ranque geral. A partir destas análises é possível afirmar que de acordo com a metodologia proposta por Lin e Binns (1988) estes materiais são os que apresentam maior estabilidade de produção nos diferentes ambientes avaliados.

O Pi geral mede o desvio da produtividade de grãos de um determinado genótipo relacionado ao máximo obtido em cada ambiente, porem Carneiro (1998) propôs a

decomposição do Pi geral em Pi (+), ambiente favorável, e Pi (-), ambiente desfavorável, sendo assim possível prever o comportamento dos genótipos em ambientes específicos.

Na Tabela 6 encontram-se expostos os valores da decomposição do parâmetro Pi geral para os 21 genótipos de soja avaliados no experimento.

De acordo com Carvalho et al. (2013) a distinção dos ambientes em favorável e desfavorável consistem na indicação de um genótipo ideal, baseando-se na produtividade média acima do geral e com baixos valores de Pi geral quando comparados aos demais.

De acordo com a Tabela 6 as linhagens AG1713, AN323 e 7/S82-033 apresentaram maior estabilidade para ambientes favoráveis, apresentando Pi (+) de: 0; 23005 e 25312 respectivamente. Já para ambientes desfavoráveis os materiais de destaque foram BMX POTÊNCIA RR, AG1713, 7/S82-034, AB1167 e 7/N50-040 onde foram observados Pi (-) de: 0; 1058; 5236,05; 8213 e 10706 respectivamente.

Os valores de 0,00 observados para os parâmetros Pi (+) e Pi (-) em alguns genótipos, também foram verificados por Silva (2016) trabalhando com as interações entre genótipos x ambientes em híbridos de sorgo biomassa, onde para cada um dos parâmetros avaliados, ao menos um genótipo apresentou valor de zero para os ambientes: favorável e desfavorável.

As classificações em relação a genótipos de: ampla estabilidade, que apresentaram altas produtividades, baixos valores de Pi geral, Pi (+) e Pi (-); condições específicas de ambientes favoráveis, com baixos valores observados para Pi (+); e de condições específicas para ambientes desfavoráveis, com baixos valores para Pi (-), também foram observadas por Barros et al. (2010) avaliando a adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de soja no Mato Grosso, onde, através da metodologia proposta por Lin e Binns (1988) e da decomposição proposta por Carneiro (1998) conseguiu qualificar os genótipos de acordo com as classificações citadas anteriormente.

Ao avaliar os dados, o genótipo AG1713 se destaca dos demais, pois ocupa o primeiro lugar no ranque de Pi geral e de Pi (+) e o segundo lugar para Pi (-), fator este que torna este material de grande interesse devido a sua ampla flexibilidade e estabilidade, demonstrando a sua capacidade de se adaptar aos mais variados ambientes.

Tabela 06. Decomposição do parâmetro de estabilidade proposto por Lin e Binns (1988) para a produtividade em kg ha⁻¹ a ambientes favoráveis e desfavoráveis de 21 genótipos de soja avaliados em Campo Mourão/PR e Floresta/PR nas safras 2014/2015 e 2015/2016.

Genótipos	Média	Pi geral	Pi (+)	Pi (-)
7/N50-040	3915,58	235913,38	461120,05	10706,72
7/S41-46	4019,25	109292,05	166849,38	51734,72
7/S82-033	4119,91	68588,50	51734,72	111864,50
7/S82-034	4206,58	47209,38	89182,72	5236,05
7/S85-003	3813,08	230871,02	347500,05	114242,00
AB1155	3677,08	370904,02	639203,55	102604,50
AB1167	4081,25	108812,84	209412,34	8213,34
AB1245	3974,66	147547,86	258960,05	36135,68
AF2092	4079,83	77578,92	53682,72	101475,12
AG1713	4445,91	529,00	0,00	1058,00
AH2372	3748,66	342782,11	636944,22	48620,01
AL2914	4010,91	112652,88	55555,55	169750,22
AN1603	3450,50	523745,84	420291,68	627200,00
AN218	3744,16	271665,20	174246,72	369083,68
AN323	3748,75	387169,40	23005,12	751333,68
AN325	3436,00	567366,84	298378,12	836355,55
AU1659	3800,66	232470,45	141866,88	323074,01
AU2563	3861,50	224122,09	53083,68	395160,50
POTÊNCIA RR	4271,16	39105,06	78210,12	0,00
BMX TURBO	3249,00	886898,92	234955,12	1538842,72
DM 5.8I	3636,16	389929,78	145170,68	634688,88

Outro material de destaque é a cultivar comercial BMX POTÊNCIA RR, que apresenta o segundo menor Pi geral, e ocupa o primeiro lugar no ranque de Pi (-) com valor de 0,00, evidenciando assim a sua responsividade à ambientes desfavoráveis.

CONCLUSÃO

A metodologia proposta por Lin e Binns (1988) foi eficiente para estimar a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos estudados.

A linhagem AG1713 destacou-se com valores satisfatórios para os parâmetros de Pi geral, Pi (+) e Pi (-), evidenciando assim elevada estabilidade e ampla adaptabilidade, para produtividade de grãos.

As linhagens 7/S82-034, AB1167 e 7/N50-040 foram indicadas como superiores para ambientes desfavoráveis, sendo possível a sua utilização em locais com baixa tecnologia investida.

REFERÊNCIAS

ANSELMO, J.L.; ANDRADE, J.A.C.; LAZARINI, E. **Estabilidade e adaptabilidade de cultivares de soja, incluindo transgênicas, na região dos chapadões**. 2008. 55p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia da Unesp . Ilha Solteira, 2008.

BACKES, R. L.; ELIAS, H. T.; HEMP, S.; NICKNICH, W. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro no estado de Santa Maria. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.27, p.309-314, 2005.

BARROS, H.B.; SEDIYAMA, T.; TEIXIERA, R.C.; FIDELIS, R.R.; CRUZ, C.D.; REIS, M.S. Adaptabilidade e Estabilidade de soja avaliados no estado do Mato Grosso¹. **Revista Ceres**, Viçosa, v.57, n.3, p.359-366, 2010.

BOLDT, A.S.; SEDIYAMA, T.; CRUZ, C.D.; DIAS, L.A.S. **Diversidade genética, adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja no Mato Grosso**. 2011. 216p. Dissertação (Pós Graduação em Genética e Melhoramento) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.V. **Melhoramento de Plantas**. Viçosa: Editora UFV, 2013. 523p.

CARNEIRO, P. C. S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. 168p. (Tese-Doutorado em melhoramento).

CARVALHO, E.R.; REZENDE, P.M.; OGOSHI, F.G.A.; BOTREL, E.P.; ALCANTARA, H.P.; SANTOS, J.P. Desempenho de cultivares de soja [*Glycinemax*(L.) Merrill] em cultivo de verão no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.4, p.892-899, 2010.

CARVALHO, C. G. P.; OZAWA, E. K. M.; AMABILE, R. F.; GODINHO, V. P. C.; GONÇALVES, S. L.; RIBEIRO, J. L.; SEIFERT, A. L. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de girassol resistentes a imidazolinonas em cultivos de segunda safra, **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**.10: 1-7, 2015.

CARVALHO, E. V.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, W. F.; AFFÉRI, F. S.; DOTTO, M. A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em Tocantins. **Revista Agro@mbiente**. 7: 162-169, 2013.

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

CAVALCANTE, A.K.; HAMAWAKI, O.T.; HAMAWAKI, R.L.; SOUSA, L.B.; NOGUEIRA, C.D.L.; HAMAWAKI, C.D.L. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de soja em Porto Alegre do Norte, MT. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v.30, p.942-949, 2014.

CONAB, 2017. Disponível em <www.conab.gov.br> Acesso em 16 de Junho de 2017.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Universidade Federal de Viçosa. **Imprensa universitária**, Viçosa, MG, 1994. 390p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2001. 390p.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2012, v.1. 514p.

CRUZ CD. **Programa Genes**: Biometria. Viçosa: Editora UFV, 2006. 382p.

EMBRAPA, 2017. Disponível em <www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos> Acesso em 20 de junho de 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPQ, 2013. 353p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa da Soja. **Recomendações Técnicas para cultura de soja na região sul do Brasil –2000/01**. Londrina, 2000.245p. (Documentos, 146).

HUEHN, M. Nonparametric measures of phenotypic stability. Part 1: Theory. **Euphytica**, v.47, n.3, p.189-194, 1990.

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

MARCHIORI, R.; HAMAWAKI, O. T. **Adaptabilidade e estabilidade de 20 genótipos de soja para a macro-região sojícola 3**. 2008. 69p. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Editora Nobel, 1990, v.13. 468p.

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**. Brasília, v. 36, n.4, p.625 –635, 2001.

POLIZEL, A. C.; JULIATTI, F. C.; HAMAWAKI, O. T.; HAMAWAKI, R. L.; GUIMARÃES, S. L. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de soja no estado do Mato Grosso. **Bioscience Journal**, v.29, p.910-920, 2013.

ROCHA, M. M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica.** 2002. 173p. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2002.

ROSSMANN, H. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos.** 2001. 80 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; REIS, M. S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. (ed.) **Melhoramento de espécies cultivadas.** Viçosa: Editora UFV, 1999. p.808.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M. G.; SEDIYAMA, C. S.; GOMES, J. L. L. **Cultura da Soja – I Parte.** Viçosa: UFV, 1996. 96p.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. C.; BARROS, H. B. Origem, evolução e importância econômica. In: SEDIYAMA, T. (Ed.) **Tecnologias de produção e Usos da Soja.** Londrina: Mecenaz, 2009. p.1-5.

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

YAMAMOTO, P. Y. **Interação genótipo x ambiente na produção e composição de óleos essenciais de *Lipia alba* (Mill.) N.E. Br.** 2006. 78p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas, 2006.

YAN, W.; KANG, M.S. **GGE biplot analysis: a graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists.** Boca Raton: CRC Press 2002. 286p.