

Estudo de adaptabilidade e estabilidade na recomendação de linhagens de amendoim no estado de São Paulo

Submetido - 06 jul. 2021

Aprovado - 31 jul. 2021

Publicado - 30 set. 2021



[http://dx.doi.org/10.52755/sas.v.2i\(edesp1\)131](http://dx.doi.org/10.52755/sas.v.2i(edesp1)131)

João Francisco dos Santos

Pesquisador Visitante, IAC, Campinas - SP. E-mail: joaofsantos@iac.sp.gov.br.

Andrea Rocha Almeida de Moraes

Pesquisadora Científica, IAC, Campinas – SP. E-mail: andrea.moraes@sp.gov.br.

Marcos Doniseti Michelotto

Pesquisador Científico, APTA Polo Regional Centro Norte, Pindorama – SP. E-mail: michelotto@apta.sp.gov.br.

Rogério Soares de Freitas

Pesquisador Científico, IAC, Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, Votuporanga – SP. E-mail: freitas@apta.sp.gov.br.

Denizart Bolonhezi

Pesquisador Científico, IAC, Centro Avançado de Pesquisa em Cana, Ribeirão Preto – SP. E-mail: denizart@iac.sp.gov.br.

Fernando Takayuki Nakayama

Pesquisador Científico, APTA Polo Regional Alta Paulista, Adamantina – SP. E-mail: poloaltapaulista@apta.sp.gov.br.

Ignácio José de Godoy

Pesquisador Científico, IAC, Campinas – SP. E-mail: ignacio.godoy@sp.gov.br.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar o desempenho produtivo de linhagens de amendoim em ambientes competitivos com o uso da metodologia de efeitos principais aditivos e interação multiplicativo (AMMI). Realizou-se 11 ensaios entre os anos de 2015 a 2020, em São Paulo, com delineamento de blocos ao acaso com três repetições dos tratamentos, em parcelas constituídas por duas linhas de 10 m, semeando-se 150 sementes/linha e 0,90 m entre linhas. Foram efetuadas análises de variância individual e conjunta para os dados de produtividade, peso de 200 grãos e rendimento de grãos. Verificou-se que as linhagens 10.677, 10.678 e 10.719 possuem adaptabilidade geral e estabilidade aos ambientes testados; sendo que as linhagens 10.677 e 10.678 têm adaptabilidade específica aos ambientes desfavoráveis, e a linhagem 10.719, adaptabilidade aos ambientes favoráveis, e essas linhagens são mais produtivas do que as cultivares controles IAC OL 3 e IAC OL 5.

Palavras-chave: *Arachis hypogaea* L.; Produtividade; AMMI.

Estimating adaptability and stability of peanut breeding lines for recommendation in the State of São Paulo

ABSTRACT

Este é um trabalho de acesso aberto e distribuído sob os Termos da Creative Commons Attribution Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International.



This study evaluated the use of AMMI methodology for agronomic performance data in peanut lines across 11 experiments carried out between 2015 and 2020 growing seasons in the State of São Paulo. Each experiment was planted in a randomized blocks design with 3 replications in plots of two rows, 5 m. long, with 100 seeds/row and 0,90 m. Between rows. Individual and pooled analyses of variance were performed for yield, weight of 200 kernels and shelling percentage. Breeding lines 10677, 10678 and 10719 showed general adaptability and stability over the environments, line 10677 and 10678 had specific stability in unfavourable environments. Line 10719 showed better performance in favourable environments. All lines showed yields higher than the control cultivars IAC OL3 and IAC OL5.

Keywords: *Arachis hypogaea L.; Yield; AMMI.*

Estudio de adaptabilidad y estabilidad en la recomendación de líneas de maní en el estado de São Paulo

RESUMEN

Este trabajo tuvo como objetivo estudiar el comportamiento productivo de las líneas de maní en ensayos competitivos utilizando la metodología AMMI. Se realizaron once ensayos de 2015 a 2020, en São Paulo, los ensayos fueron conducidos bajo un diseño de bloques aleatorizados y tres repeticiones, en parcelas formadas por dos surcos de 10 m, sembrando 150 semillas/surco y 0,90 m entre líneas. Se realizaron análisis de varianza individuales y conjuntos para el rendimiento, el peso de 200 granos y los datos de rendimiento de grano. Se encontró que las líneas 10.677, 10.678, 10.719 tenían adaptabilidad y estabilidad general a los entornos probados; siendo que las líneas 10.677 y 10.678 tienen adaptabilidad específica a ambientes desfavorables, y las líneas 10.719 a ambientes favorables, y son más productivas que el genotipo control IAC OL 3 e IAC OL 5.

Palabras clave: *Arachis hypogaea L.; Productividad; AMMI.*

Introdução

No melhoramento genético de plantas, os ensaios de produção são realizados em vários locais, e em mais de um ano, com o propósito de identificar os genótipos mais produtivos. No entanto, a escolha dos genótipos promissores é dificultada pela presença da interação de genótipos com -ambientes (GA). Uma alternativa para minimizar os efeitos da interação GA é o uso de metodologias de adaptabilidade e estabilidade.

Entre os métodos disponíveis para avaliação da interação de genótipos x ambientes, o método AMMI (modelo de efeitos principais aditivos e interação multiplicativo) combina técnicas estatísticas, como análise de variância e a análise de componentes principais, para ajustar, respectivamente, os efeitos principais (genótipos e ambientes) e os efeitos da interação GA (ZOBEL; WRIGHT; Jr, 1988). Segundo estes autores, o método tem as seguintes vantagens: permite uma análise mais detalhada da interação GA; garante a seleção de genótipos, quantifica as interações

positivas com os ambientes; propicia estimativas mais precisas das respostas genotípicas; possibilita fácil interpretação gráfica dos resultados, nos chamados biplots e, representação gráfica simultânea dos genótipos e ambientes.

Segundo Santos *et al.* (2018), o método de regressão linear foi eficiente na recomendação de linhagens de amendoim produtivas, adaptadas e estáveis para o Estado de São Paulo. No entanto, segundo Pereira e Costa (1998), a regressão linear explicou somente 3,5% da soma de quadrados da interação. E pelo modelo AMMI, 44,6% da soma de quadrados, foram explicados pelo primeiro componente principal.

Este trabalho tem como objetivo avaliar o potencial produtivo de linhagens elite do programa amendoim do Instituto Agrônomo (IAC); e estudar a sua adaptabilidade e estabilidade pelo método AMMI.

Material e métodos

Neste trabalho foram avaliadas as linhagens 10.677, 10.678, 10.719 e 10.737, que possuem porte rasteiro, grãos alto oleicos, do tipo comercial “runner”, ciclo entre 130 e 140 dias do plantio à colheita. As cultivares IAC OL 3 e IAC OL 5 foram avaliadas como controles, e apresentam as características de serem alto oleicas, com grãos comercial tipo runner e ciclo entre 130 e 140 dias.

Os ensaios foram conduzidos no período das águas, em onze ambientes diferentes (**Quadro 1**), semeadas em final de outubro e colhidos aos 130-135 dias após a semeadura. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições dos tratamentos, em parcelas com duas linhas de 10 m de comprimento por 0,90 m entre linhas, semeando-se 150 sementes/linha. Realizou-se o controle químico de pragas e doenças, conforme as recomendações para cultura apresentadas por (NAKAGAWA; ROSOLEM, 2011).

Avaliou-se a produção de vagens por parcela, a produção de grãos por parcela e o peso de 200 grãos. A variável produção de vagens em casca

foi avaliada em todos os ambientes e, a produção de grãos e peso de 200 grãos só foram avaliadas em Votuporanga (2015/16), Pindorama (2015/16), Pindorama (2016/17), Ribeirão Preto (2016/17), Ribeirão Preto (2019/20) e Adamantina (2019/20).

Quadro 1. Ambientes experimentais de São Paulo usados na avaliação dos genótipos de amendoim.

Ambientes	Safra
Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais - IAC - Votuporanga	2015/16
Apta Regional Centro Norte – Pindorama	2015/16
Apta Regional Centro Norte – Pindorama	2016/17
Centro de Cana - IAC - Ribeirão Preto	2016/17
Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais - IAC - Votuporanga	2017/18
Centro de Cana - IAC - Ribeirão Preto	2017/18
Apta Regional Centro Norte – Pindorama	2018/19
Centro de Cana - IAC - Ribeirão Preto	2018/19
Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais - IAC - Votuporanga	2018/19
Centro de Cana - IAC - Ribeirão Preto	2019/20
Apta Regional Alta Paulista – Adamantina	2019/20

Os dados de produção em casca foram submetidos às análises de variância individual e conjunta, e ao estudo de adaptabilidade e estabilidade com o AMMI. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Uma vez constatada a presença de interação GA significativa, procedeu-se à análise de estabilidade, a qual permitiu mensurar a adaptação e a estabilidade produtiva dos genótipos nos ensaios. Tal avaliação foi feita pelo modelo AMMI de análise:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + a_j + \sum_{k=1}^n \lambda_k + \gamma_{ik} + \alpha_{jk} + \rho_{ij} + \bar{e}_{ij}$$
, sendo: Y_{ij} é a resposta média do genótipo i ($i = 1, 2, \dots, G$ genótipos) no ambiente j ($j = 1, 2, \dots, A$ ambientes); μ é a média geral dos ensaios; g_i é o efeito fixo do genótipo i ; a_j é o efeito fixo do ambiente j ; λ_k é o k -ésimo valor singular (escalar) da matriz de interações original (denotada por GA); γ_{ik} é o elemento correspondente ao

i -ésimo genótipo no k -ésimo vetor singular coluna da matriz GA; α_{jk} é o elemento correspondente ao j -ésimo ambiente no k -ésimo vetor singular linha da matriz GA; ρ_{ij} é o ruído associado ao termo $(g\alpha)_{ij}$ da interação clássica do genótipo i com o ambiente j ; $\bar{\epsilon}_{ij}$ é o erro experimental médio.

A eficiência das análises em estimar a interação GA foi medida pela proporção da variância explicada por elas. A interação GA foi ilustrada pelo gráfico biplot, utilizando-se o eixo da abscissa para representar os efeitos principais (médias dos genótipos e de ambientes) e a ordenada para representar os escores do primeiro componente principal (CP1) de genótipos e de ambientes para o efeito da interação GA. Este gráfico oferece a oportunidade de detectar a importância dos genótipos na contribuição GA. A magnitude relativa dos escores CP1, nos genótipos, identifica diferentes padrões de interação, de estabilidade de produção nos ambientes estudados. Genótipos com escores do CP1 próximo a zero mostram estabilidade nos ambientes estudados; com escore alto, instabilidade.

A variável peso de 200 grãos e rendimento de grãos foram submetidos às análises de variância individuais e teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As análises estatísticas foram realizadas no Programa Genes (CRUZ, 2013) e no Programa R (R CORE TEAM, 2021).

Resultados e discussão

A análise de variância conjunta dos ambientes e as estimativas da análise pelo método AMMI estão apresentadas na **Tabela 1**. A soma de quadrados de ambiente correspondeu a 65,8% da soma de quadrado total. Verificou-se que apenas 1,6% da variação total foi devido aos genótipos, reflexo da base genética estreita deles.

A soma de quadrados da interação GA contém 9,1% da variação total da soma de quadrados. Os dois componentes principais da interação foram significativos, ou seja, é possível empregar a análise AMMI no estudo

da interação GA. O primeiro eixo principal da análise AMMI, que contém a maior porcentagem do padrão associado a interação GA, compreendeu 65,4% da soma de quadrado da interação GA, o segundo 16,4%, o terceiro 11,8%, o quarto 4,9% e o quinto componente explicou 1,5%. Esse resultado indica que um modelo relativamente simples (com poucos termos multiplicativos) pode apresentar boa capacidade preditiva para o comportamento diferencial dos genótipos, nos ambientes avaliados.

Tabela 1. Análise de variância conjunta e estimativa de análise pelo método AMMI, na produtividade de grãos de seis genótipos de amendoim, em 11 ambientes no Estado de São Paulo.

FV	GL	SQ	QM	F	Proporção	Acumulado
Ambiente (A)	10	3,5E+08	3,5E+07	58,5**		
Bloco (A)	33	1,9E+07	590816	1,7**		
Genótipo (G)	5	8388793	1677759	4,9**		
GA	50	4,8E+07	959076	2,8**		
PC1	14	3,1E+07	2241190	6,6**	65,4	65,4
PC2	12	7872243	656020	1,9*	16,4	81,8
PC3	10	5636034	563603	1,67	11,8	93,6
PC4	8	2354753	294344	0,87	4,9	98,5
PC5	6	714110	119018	0,35	1,5	100
Resíduo	165	5,6E+07	337044			
Total	313	5,3E+08	1677574			

** , * - significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Na **Tabela 2** foram agrupados os ambientes em que a média de produtividade foi inferior a média geral do ensaio, estimada em 5.669 kg ha⁻¹. Nesses ambientes a amplitude variou de 3.674 kg ha⁻¹ a 5.003 kg ha⁻¹. Nos ambientes com F significativo, as melhores linhagens foram tão produtivas quanto a cultivar controle IAC OL 5. Esta se destacou com relação a cv controle IAC OL 3, por apresentar melhor desempenho médio nos ambientes desfavoráveis. De acordo com o teste de Tukey, as linhagens 10.677 e 10.678 foram tão produtivas quanto a cv IAC OL5 e superior a cv IAC OL 3.

Tabela 2. Média de produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de seis genótipos de amendoim, estimados em Votuporanga (Vot), Adamantina (Ada) e Pindorama (Pind) no Estado de São Paulo.

Genótipos	Ambientes					Médias
	Vot ⁽¹⁾	Vot	Vot	Ada	Pind	
	2017/18	2018/19	2015/16	2019/20	2018/19	
L. 10.677	4049 a	4992 a	5235 ab	5577	5252	5021
L. 10.678	3888 a	4952 a	5261 a	5467	5131	4940
L. 10.719	3640 ab	4176 ab	4803 ab	4689	4971	4456
L. 10.737	3486 ab	3830 ab	4953 ab	4551	4537	4271
cv IAC OL 3	2497 b	3754 b	4340 ab	5199	5130	4184
cv IAC OL 5	4483 a	4445 ab	4162 b	4534	5413	4607
Médias	3674	4359	4793	5003	5072	
F	6,78**	4,48**	3,80*	1,29 ns	2,10 ns	
DMS (5%)	1188	1165	1077	1899	953	
C.V.	14	12	10	17	8	

** , * - significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns – não significativo pelo teste F; ¹ - médias seguidas de uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nos ambientes com média superior a 5.669 kg ha⁻¹ (**Tabela 3**), a amplitude das médias dos ambientes foi de 5.746 kg ha⁻¹ em Pindorama (2016/17) a 7.769 kg ha⁻¹ em Ribeirão Preto (2017/18). Nos locais em que o teste F foi significativo, as linhagens foram tão produtivas quanto a cultivar IAC OL 3, que por sua vez, superou a cv IAC OL 5. No cômputo geral, as linhagens foram tão produtivas quanto a cv IAC OL 3.

A interação genótipos x ambientes foi avaliada no biplot do modelo AMMI (**Figura 1**), em que a abscissa representa os efeitos principais (médias de genótipos e de ambientes) e a ordenada, o primeiro eixo de interação (IPCA1). A princípio, esta representação só se justifica quando o primeiro eixo do componente principal (parte do modelo AMMI) explicasse uma alta proporção da soma de quadrado GA (ZOBEL *et al*, 1988). Entretanto, vários autores utilizam a representação biplot, apesar de terem verificado uma menor proporção da soma de quadrado explicada pelo primeiro componente principal. Neste trabalho, o primeiro componente

principal explicou 65,4% da soma de quadrado da interação GA, indicando que este eixo concentra a maior proporção do padrão de resposta diferencial dos genótipos diante dos ambientes.

Tabela 3. Média de produtividade de grãos (kg ha⁻¹) de seis genótipos de amendoim, estimados em Pindorama (Pind) e Ribeirão Preto (Rib), no Estado de São Paulo.

Genótipos	Ambientes						Médias
	Pind ⁽¹⁾	Rib	Pind	Rib	Rib	Rib	
	2016/17	2016/17	2015/16	2019/20	2018/19	2017/18	
L. 10.677	5551	5990 ab ¹	6943	6368 a	6739	8004	6599
L. 10.678	6071	6016 ab	6630	6804 a	6997	7622	6690
L. 10.719	5937	6643 ab	6446	6926 a	6374	8389	6786
L. 10.737	5942	7109 a	6111	7233 a	6485	7235	6686
cv IAC OL 3	5097	6801 ab	5790	7180 a	6551	7858	6546
cv IAC OL 5	5876	5683 b	6528	4950 b	6417	7504	6160
Médias	5746	6374	6408	6577	6594	7769	
F	1,00 ns	4,08**	1,34 ns	19,88**	0,70 ns	1,96 ns	
DMS (5%)	1659	1266	1610	882	1290	1333	
CV (%)	13	9	11	6	9	7	

** -significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; ns – não significativo pelo teste F; ⁽¹⁾ - as médias seguidas de uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. CV – Coeficiente de variação.

No gráfico, os genótipos ou ambientes cujos pontos se situam mais próximos à origem do sistema de coordenadas do gráfico biplot são considerados mais estáveis (DUARTE; VENCOVSKY, 1999) e combinações de genótipos e ambientes com escores PC1 de mesmo sinal têm interações específicas positivas e, combinações de sinais opostos apresentam interações específicas negativas.

Verificou-se que os ambientes (E) 1, 11, 3, 8 e 6 foram os mais estáveis, ou seja, os que menos contribuíram para a interação GA e, os ambientes 2, 7 e 9, estabilidade intermediária. Já os ambientes 4, 5, 9 e 10 apresentaram baixa estabilidade e, foram os que mais contribuíram para a interação GA (**Figura 1**).

As linhagens 10.678, 10.677 e 10.719 possuem produtividade elevada e ampla adaptabilidade aos ambientes avaliados, com a linhagem 10.678 se mostrando a mais estável, por apresentar o valor de PC1 mais próximo de zero (**Figura 1**). Além disso, essa linhagem apresentou adaptabilidade específica aos ambientes (E) 2 e 3.

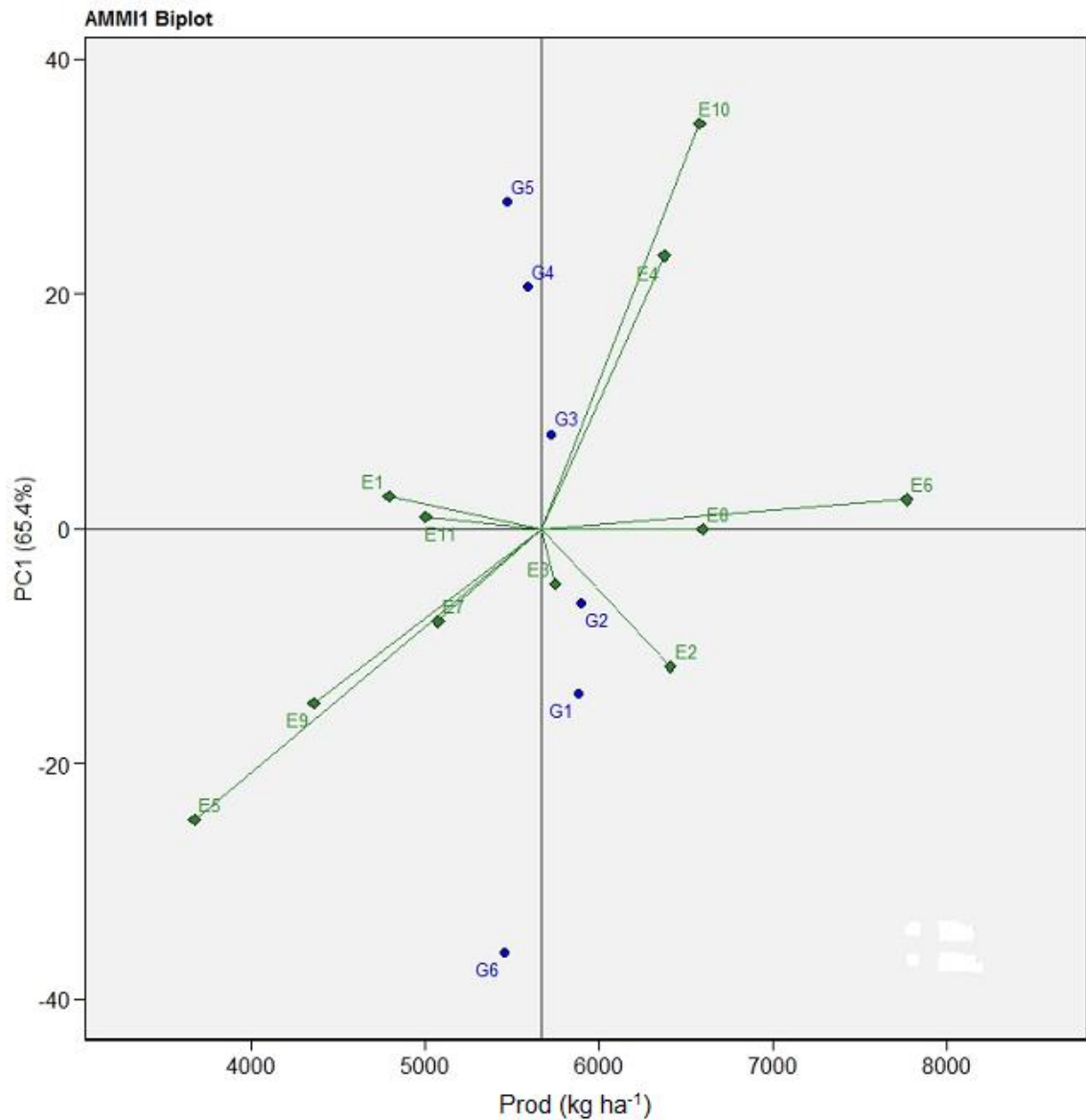


Figura 1. Biplot da análise AMMI para produtividade de grãos (kg ha⁻¹), em amendoim, com seis genótipos (azul): G1 (L. 10.677), G2 (L. 10.678), G3 (L. 10.719), G4 (L. 10.737), G5 (cv. IAC OL 3), G6 (cv. IAC OL 5), avaliados em 11 ambientes (verde): E1 (Votuporanga, 2015/16), E2 (Pindorama, 2015/16), E3 (Pindorama, 2016/17), E4 (Ribeirão Preto, 2016/17), E5 (Votuporanga, 2017/18), E6 (Ribeirão Preto, 2017/18), E7 (Pindorama, 2018/19), E8 (Ribeirão Preto, 2018/19), E9 (Votuporanga, 2018/19), E10 (Ribeirão Preto, 2019/20) e E11 (Adamantina, 2019/20).

Entre as demais linhagens, a 10.677 mostrou adaptabilidade específica aos ambientes menos produtivos (5, 9, 7) e, a 10.719, adaptabilidade específica aos ambientes mais produtivos (4, 6, 8 e 10) (**Figura 1**). Observou-se que as linhagens se mostraram mais estáveis do que as cultivares. Os escores das cultivares foram os maiores, deixando-as bem distante do eixo zero do PC1.

Na **Figura 1** são apresentadas as múltiplas implicações dos genótipos e ambientes avaliados, sendo possível analisar as respostas de genótipos e ambientes sob o prisma de adaptabilidade e estabilidade. Entre as várias possibilidades de recomendação de genótipos, na **Figura 2** foram plotadas as produtividades médias dos genótipos em ambientes estáveis, de acordo com o modelo AMMI; e produtividades geral dos genótipos. As linhagens 10.678, 10.677 e 10.719 mantiveram o bom desempenho nos ambientes classificados como estáveis. Quanto as cultivares, a redução da interação GA favoreceu a produtividade cv IAC OL 3, e reduziu a produtividade da cv IAC OL 5. Sendo assim, faz-se necessário mitigar os efeitos indesejáveis dos ambientes e explorar seus efeitos positivos de modo mais eficiente (OLIVEIRA *et al.* 2006).

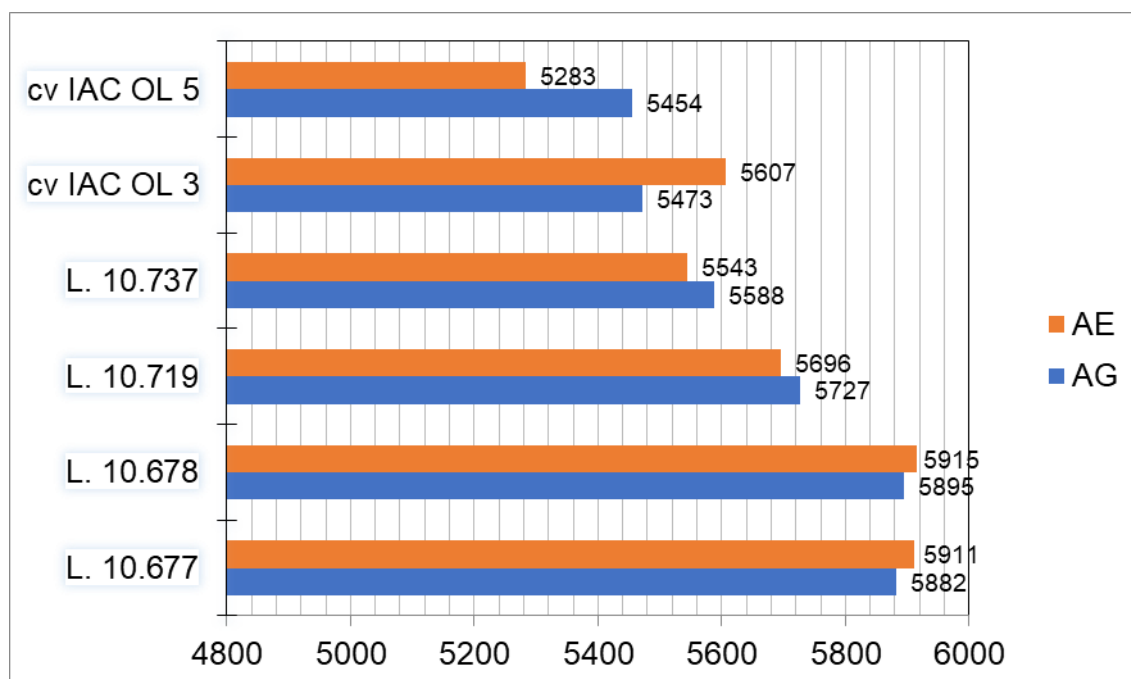


Figura 2. Produtividade média na recomendação geral (AG, onze ambientes) e nos ambientes estáveis (AE, cinco ambientes).

Na **Tabela 4** são apresentados os resultados da análise de variância do peso de 200 grãos e rendimento dos grãos realizados em 6 ambientes. O peso de 200 grãos foi significativo para a soma de quadrados da interação GA, que corresponde a 12,3% da soma de quadrado total; sendo 31,1%, e 28,0% as fatias percentuais de genótipos e de ambientes, respectivamente. No que se refere ao rendimento, a interação GA não foi significativa pelo teste F a 5% de probabilidade; assim como não existe diferença significativa entre os genótipos. As variações observadas no ambiente foram significativas e representam 54,1% da variação total. Em suma, as variações no rendimento das linhagens são ambientais.

Tabela 4. Análise de variância do peso de 200 grãos (g) e rendimento de grãos (%) de seis genótipos de amendoim, em seis ambientes realizados no Estado de São Paulo.

FV	P200 grãos				Rendimento		
	GL	SQ	QM	F	SQ	QM	F
Blocos	3	55,54	18,52		28,08	9,35	
Genótipos (G)	5	2432,81	486,56	23,58 **	43,53	8,704	1,08 ns
Ambientes (A)	5	2192,98	438,59	21,25**	1174,45	234,89	29,21 **
G x A	25	964,39	38,57	1,86*	79,42	3,17	0,39 ns
Resíduo	105	2166,17	20,63		844,17	8,03	
Total	143	7811,94			2169,66	143,00	
Média	142					76	
CV(%)	3					4	

** e * - significativo a 1 e a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ns – não significativo pelo teste F.

Na **Tabela 5**, verificam-se os dados das médias do peso de 200 grãos dos seis genótipos avaliados. As médias se mostraram constantes, independentemente da produtividade do ensaio.

Em Votuporanga e Adamantina os pesos de grãos foram de 145g e 149g, respectivamente. Nesses ambientes o peso de 200 grãos foi semelhante aos observados nos ambientes com as maiores médias de produção (**Tabela 5**). Dentro dos ambientes, observaram-se diferenças significativas entre as médias dos genótipos. De modo geral, as linhagens 10.677, 10.678 e 10.719 não diferiram entre si e não diferiram também da cultivar IAC OL 3. A linhagem 10.737 foi a que se mostrou mais semelhante à cultivar IAC OL 5.

Tabela 5. Média do peso de 200 grãos (g de seis genótipos de amendoim, obtidos em Votuporanga (Vot), Adamantina (Ada), Pindorama (Pind) e Ribeirão Preto (Rib) no Estado de São Paulo.

Genótipos	Ambientes						Médias
	Vot ⁽¹⁾	Ada	Pind	Rib	Pind.	Rib	
	2015/16	2019/20	2016/17	2016/17	2015/16	2019/20	
L. 10.677	153 a	153	144 ab	140 ab	149 a	140 ab	147
L. 10.678	151 ab	154	141 abc	142 a	146 a	143 a	146
L. 10.719	144 ab	146	146 a	144 a	149 a	144 a	145
L. 10.737	139 b	145	133 c	130 c	136 c	134 b	136
cv. IAC OL 3	138 b	149	141 abc	139 ab	145 ab	140 ab	142
cv. IAC OL 5	141 ab	150	135 bc	132 bc	137 bc	135 b	138
Médias (P200)	145	149	140	138	144	139	142
F	5,02**	2,36**	7,62**	9,85**	10,52**	5,49**	
DMS (5%)	14	12	9	8	8	8	
CV(%)	4	3	3	3	2	2	

** - significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; ⁽¹⁾ – as médias seguidas de uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os resultados de rendimento (%) médio de grãos dos genótipos avaliados são apresentados na **Tabela 6**. Não foram observadas diferenças significativas entre os genótipos, ou seja, as linhagens e as cultivares possuem médias semelhantes. A exemplo do que se observou para peso de 200 grãos, o rendimento não variou com a produtividade.

Os ambientes mais produtivos apresentam rendimentos semelhantes aos menos produtivos. Portanto, nesses ambientes, o rendimento de grãos e peso de 200 grãos são variáveis independentes da produtividade de grãos.

Tabela 6. Médias de rendimento de grãos (%), de seis genótipos de amendoim, obtidos em Votuporanga (Vot), Adamantina (Ada), Pindorama (Pind) e Ribeirão Preto (Rib) no Estado de São Paulo.

Genótipos	Ambientes						Médias
	Vot	Ada	Pind	Rib	Pind	Rib	
	2015/16	2019/20	2016/17	2016/17	2015/16	2019/20	
L. 10.677	77	80	73	69	77	77	75
L. 10.678	77	79	72	72	79	77	76
L. 10.719	78	80	73	72	78	78	76
L. 10.737	77	80	73	73	79	78	77
cv IAC OL 3	77	81	74	74	78	78	77
cv IAC OL 5	78	80	73	72	77	77	76
Médias	77	80	73	72	78	77	76
F	0,31ns	2,32ns	1,92ns	0,34ns	2,00ns	1,88ns	
CV	3	1	2	8	2	2	

ns – não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Conclusões

O modelo AMMI foi significativo em descrever a interação GA de genótipos de amendoim avaliados em diferentes ambientes. As linhagens 10.677, 10.678, 10.719 possuem adaptabilidade geral e estabilidade aos ambientes testados, sendo que a 10.677 tem adaptabilidade específica aos ambientes desfavoráveis, e a linhagem 10.719 aos ambientes favoráveis. As linhagens superaram as cultivares na estabilidade e foram tão produtivas quanto a cv IAC OL 3 nos ambientes favoráveis e, tão produtivas quanto a cv IAC OL 5 nos ambientes desfavoráveis. A cv IAC OL 5 teve melhor desempenho nos ambientes desfavoráveis do que a cv IAC OL 3. As linhagens possuem padrão comercial para peso e rendimento de grãos, e essas características pouco variaram com a magnitude da produtividade de grãos.

Referências

CRUZ, Cosme Damião. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, [S.L.], v. 35, n. 3, p. 271-276, 11 jul. 2013. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.21251>.

DUARTE, João Batista; VENCOVSKY, Roland. Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise AMMI. Ribeirão Preto: **Sociedade Brasileira de Genética**, 1999. 60p.

NAKAGAWA, João; ROSOLEM, Ciro Antônio. **O amendoim: tecnologia de produção**. Botucatu: FEPAF, 2011. 325 p.

OLIVEIRA, Adriano Borges *et al.*. Environmental and genotypic factors associated with genotype by environment interactions in soybean. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.6, p.79-86, 2006.

SANTOS, João Francisco *et al.*. Productivity, adaptability and stability of high-oleic peanut lines in the State of São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 77, n. 2, p. 265-272, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.2017152>.

R Core Team (2019).R: **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 09 junho de 2021.

ZOBEL, Richard. W.; WRIGHT, Madison; Jr., Hugh G. Gauch. Statistical analysis of a yield trial. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, p. 388-393, 1988.