

V. FITOTECNIA

INTERAÇÃO GENÓTIPOS E LOCAIS PARA RENDIMENTO DE GRÃOS DE LINHAGENS DE SOJA COM DIFERENTES CICLOS DE MATURAÇÃO ⁽¹⁾

MAURISRAEL DE MOURA ROCHA^(2,3) & NATAL ANTONIO VELLO ⁽²⁾

RESUMO

Avaliaram-se 188 linhagens de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] desenvolvidas no Departamento de Genética da ESALQ/USP, pertencentes a quatro ciclos de maturação, com o objetivo de estimar o efeito da interação genótipos x locais (G x L) sobre o rendimento de grãos. As linhagens foram avaliadas em doze ensaios efetuados em três locais - Anhembi, Areão e ESALQ - do município de Piracicaba, com altitude de 540 m, 22°45' de latitude sul e 47°38' de longitude oeste, no ano agrícola de 1996/97. Para cada local e ciclo de maturação, o delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com duas repetições estratificadas em conjuntos experimentais e quatro testemunhas comuns por conjunto. A parcela experimental correspondeu a quatro fileiras de 5,0 m x 0,5 m, avaliando-se os 4 m centrais das duas fileiras intermediárias de cada parcela. Detectaram-se efeitos de locais, de linhagens e da interação G x L nos quatro ciclos de maturação. Anhembi mostrou-se mais favorável para expressão do rendimento das linhagens semiprecoce, intermediárias e semitardias; ESALQ favoreceu a seleção de linhagens precoces e Areão foi desfavorável para todos os ciclos de maturação. O rendimento de grãos das linhagens variou com o ciclo, classificando-se na seguinte ordem decrescente: intermediárias, semiprecoce, precoces e semitardias. Considerando a média dos três locais, as linhagens mais produtivas dos quatro ciclos foram as seguintes: USP 94-1086 (precoce), USP 93-2316 (semiprecoce), USP 93-5243 (intermediária) e USP 93-5513 (semitardia).

Termos de indexação: soja, *Glycine max*, rendimento de grãos, interação genótipo x local, ciclo de maturação.

⁽¹⁾ Parte da Dissertação de Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas do primeiro autor. Recebido para publicação em 24 de abril de 1998 e aceito em 17 de fevereiro de 1999.

⁽²⁾ Departamento de Genética, ESALQ/USP, Caixa Postal 83, 13400-970 Piracicaba (SP).

⁽³⁾ Bolsista de Mestrado do CNPq.

ABSTRACT**GENOTYPE-LOCATION INTERACTION FOR SEED YIELD IN SOYBEAN LINES WITH DIFFERENT MATURITY CYCLES**

A total of 188 soybean [*Glycine max* (L.) Merrill] lines developed by the Department of Genetics, Faculty of Agriculture "Luiz de Queiroz" (ESALQ) University of São Paulo (USP), classified in four maturity cycles, were studied with the objective of estimating the effect of genotype x location (G x L) interaction on seed yield. The lines were evaluated in twelve experiments in three localities (Anhembi, Areão and ESALQ) of Piracicaba, State of São Paulo, Brazil, at 540 m of altitude, 22°45' South latitude, and 47°38' West longitude, during the summer season of 1996/97. For each locality and maturity cycle, a randomized complete block experiment was designed, with two replications stratified in experimental sets and four common checks. The experimental plot corresponded to four rows 5.0 m x 0.5 m, where the four central meters of the two intermediate rows were evaluated. Effects of lines (G), localities (L), and G x L interaction were detected in the four maturity cycles. Anhembi was the most favourable locality for the expression of the seed yield potential in the semi-early, intermediate, and semi-late maturity lines; ESALQ offered the best environmental conditions for selecting among early maturity lines; the locality Areão was unfavourable for all maturity cycles. The seed yield of the lines varied according to the maturity cycle, and was ranked in decreasing order: intermediate, semi-early, early, and semi-late maturity. In average, for the three localities, the highest yielding seed line of each maturity cycle, was: USP 94-1086 (early), USP 93-2316 (semi-early), USP 93-5243 (intermediate), and USP 93-5513 (semi-late).

Index terms: soybean, *Glycine max*, seed yield, genotype-location interaction, maturity cycle.

1. INTRODUÇÃO

A soja constitui uma cultura de grande interesse socioeconômico, em função dos teores elevados de proteína (40%) e óleo (20%) e do alto rendimento de grãos. Atualmente, no Brasil, é cultivada em considerável diversidade de ambientes, desde as altas latitudes (Sudeste e Sul) até as baixas latitudes equatorial-tropicais (Centro-Oeste, Nordeste e Norte). Nesse sentido, a seleção de genótipos com elevada produtividade e capacidade de adaptação a uma ampla faixa de ambientes é um dos principais objetivos dos programas de melhoramento genético.

O fenótipo é resultado da ação conjunta do genótipo, do ambiente e da interação entre o genótipo

e o ambiente. Esse último componente reflete as diferentes sensibilidades dos genótipos às variações do ambiente, resultando em mudanças de seus desempenhos relativos. Sua magnitude na expressão fenotípica do caráter pode reduzir a correlação entre o fenótipo e o genótipo, inflacionando a variância genética e, por sua vez, parâmetros dependentes desta, como herdabilidade e ganho genético com a seleção.

Vencovsky & Barriga (1992) relatam que não basta apenas detectar a presença de interações, deve-se também considerar a sua natureza. Assim, a interação G x E pode ser simples (não causa mudanças na classificação dos genótipos entre ambientes) e complexa (altera a classificação dos genótipos entre ambientes). A interação simples indica a presença de

genótipos adaptados a uma ampla faixa de ambientes; assim, a recomendação de cultivares pode ser feita de forma generalizada. A interação complexa indica a presença de material adaptado a ambientes particulares, tornando a recomendação restrita a ambientes específicos (Ramalho et al., 1993).

A interação G x E tem sido estudada em soja com as seguintes finalidades: efeitos envolvendo genótipos x locais (Soldini, 1993), genótipos x anos (Billore & Joshi, 1997; Gioco, 1997), genótipos x locais x anos (Toledo et al., 1990; Alliprandini et al., 1994, Laínez-Mejía, 1996), genótipos x épocas de semeadura (Moraes et al., 1997; Raut et al., 1997), genótipos x anos x épocas de semeadura (Galvão, 1994) e genótipos x locais x anos x épocas de semeadura (Arantes, 1979; Akhter & Sneller, 1996).

No Brasil, o estudo da interação G x E envolvendo diferentes ciclos de maturação, em soja, é raro. Trabalhos desse tipo foram desenvolvidos por Toledo et al. (1990), Alliprandini et al. (1993, 1994), Soldini (1993), Duarte et al. (1994) e Laínez-Mejía (1996).

Vello (1992) menciona ser a precocidade um dos principais caracteres considerados no melhoramento de soja, em vista da grande demanda por cultivares de ciclo curto para atender ao novo sistema agrícola de dois cultivos por ano.

A importância do agrupamento de genótipos dentro de ciclos de maturação em soja, no Brasil, foi primeiramente relatada por Arantes (1979). Alliprandini et al. (1993) confirmam tal importância, ao avaliar o comportamento de genótipos divididos em três ciclos de maturação (precoce, semiprecoce e médio). A interação significativa para ciclos de maturação x locais x anos obtida indica que, para determinada combinação entre ano e local, existe um ciclo de maturação com maior produtividade.

O conhecimento do comportamento dos diferentes ciclos de maturação ajuda no planejamento das épocas de semeadura e colheita, possibilitando ao produtor enfrentar com maior grau de sucesso as variações do ambiente (doenças e pragas, chuvas excessivas, secas, geadas, efeitos do fotoperíodo).

Este trabalho tem por objetivo estimar a interação genótipos x locais em linhagens de soja, envolvendo quatro ciclos de maturação (precoce, semiprecoce, intermediário e semitardio).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Avaliaram-se 188 linhagens experimentais de soja pertencentes a quatro ciclos de maturação: precoces (LP), semiprecoces (LSP), intermediárias (LI) e semitardias (LST). Tais linhagens, identificadas pela sigla USP, foram desenvolvidas a partir do primeiro ciclo de recombinação envolvendo cruzamentos biparentais dos programas de seleção recorrente para produtividade de grãos e de óleo (Vello, 1992), em andamento no Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, em Piracicaba.

Os quatro ciclos de maturação foram reagrupados após seleção na safra 1995/96, utilizando-se como critério os seguintes intervalos de número de dias da semeadura à maturação (95% das vagens da parcela com coloração final): 112-119 (LP), 120-127 (LSP), 128-135 (LI) e 136-142 (LST). Os quatro ciclos foram compostos por 43 LPs em $F_{12:6}$ (12ª geração filial, envolvendo onze autofecundações após F_1 e abertura de progênie após a 6ª geração); 63 LSPs (51 em $F_{8:3}$ e 12 em $F_{12:6}$); 49 LIs (23 em $F_{8:3}$, 4 em $F_{10:3}$ e 22 em $F_{12:6}$) e 33 LSTs (21 em $F_{10:3}$, 8 em $F_{11:6}$ e 4 em $F_{12:6}$).

Os experimentos foram conduzidos em Anhembi, Areão e ESALQ, do município de Piracicaba, situado a 22°45' de latitude sul, 47°38' de longitude oeste e 540 m de altitude. Os três locais compreendem ambientes diversos em topografia, tipo de solo e outros parâmetros, representando, assim, parcela significativa da variação ambiental encontrada no cultivo da soja. Anhembi corresponde a um ambiente típico dos cerrados brasileiros, com topografia plana e solo arenoso; Areão tem topografia pouco ondulada e solo tipo latossolo vermelho-

amarelo; ESALQ apresenta topografia muito ondulada e solo tipo terra roxa estruturada. A topografia de Areão e da ESALQ foi compensada com o uso de curvas de nível. A acidez do solo foi neutralizada com a aplicação de calcário dolomítico em Anhembi, durante os dois anos anteriores à realização dos ensaios. No inverno anterior, efetuou-se incorporação de plantas de aveia-preta (*Avena strigosa* Sceb), no florescimento, nos três locais, onde também se aplicou adubo de fórmula 4-20-20 na base de 25 gramas por metro linear de sulco. As sementes foram tratadas com fungicida (Thiabendazole, MSD, 100 g/kg) em pó. Na semeadura, inocularam-se cepas comerciais de *Bradyrhizobium japonicum*, mediante pulverização de solução (800 gramas/20 litros) sobre as sementes colocadas nos sulcos. Em cada local, desenvolveram-se quatro experimentos, um para cada ciclo de maturação. A semeadura das linhagens ocorreu na época normal de cultivo para o Estado de São Paulo (cultivo de verão), em novembro, safra 1996/97.

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com duas repetições estratificadas em conjuntos experimentais; em média, cada conjunto incluiu 21 tratamentos, sendo 17 linhagens e quatro testemunhas comuns a cada ciclo de maturação. Os conjuntos com testemunhas comuns permitem a detecção e o ajuste de diferenças ambientais passíveis de ocorrer dentro das repetições (Pimentel-Gomes, 1990; Laínez-Mejía, 1996). A parcela experimental foi representada por quatro fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m. A área útil compreendeu as duas fileiras centrais da parcela, eliminando-se 0,5 m de cada extremidade. Realizaram-se análises individuais da variância para o caráter rendimento de grãos, para cada ciclo de maturação e local, e uma análise conjunta da variância envolvendo os três locais, objetivando detectar possíveis interações genótipos x locais (G x L). Inicialmente, efetuou-se a análise conjunta das testemunhas comuns, visando-se detectar interações entre conjuntos e demais fontes de variação (principalmente testemunhas). Efeitos significativos de

conjuntos experimentais e/ou da interação conjuntos x testemunhas indicam necessidade de ajustar as médias das linhagens para variação ambiental dentro de repetições. Se tais efeitos não se mostrarem significativos, o ajuste das médias torna-se dispensável, de maneira que as análises da variância podem ser simplificadas para o tradicional delineamento em blocos ao acaso. No modelo estatístico adotado, consideraram-se fixos os efeitos de testemunhas, linhagens, locais e interações envolvendo essas fontes de variação; incluíram-se, como aleatórios, os efeitos de conjuntos experimentais e de repetições. Os dados experimentais foram submetidos à análise de resíduos para atender às exigências do modelo estatístico. Para a realização da análise conjunta, verificou-se a homogeneidade de resíduos mediante o valor máximo de sete para o cociente entre o maior e o menor quadrados médios residuais (Pimentel-Gomes, 1990) das análises individuais dentro de cada ciclo de maturação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises da variância envolvendo apenas as testemunhas comuns não detectaram efeitos de conjuntos experimentais nem efeitos de interação entre conjuntos e testemunhas. Isso comprova a existência de homogeneidade ambiental dentro das repetições, permitindo que as análises fossem feitas de acordo com o delineamento de blocos ao acaso. Os coeficientes de variação experimental (CV%) indicam que, em média, as LPs e as LSPs sofreram menos a influência dos efeitos micro-ambientes (efeitos de ambientes dentro de locais individualmente) do que as LIs e as LSTs (Quadro 1). Considerando o controle poligênico do caráter rendimento de grãos, a magnitude dos CVs pode ser classificada como média a alta, estando concordante com os CVs encontrados na literatura, em experimentos dessa natureza (Soldini, 1993; Laínez-Mejía, 1996).

Quadro 1. Quadrados médios obtidos na análise da variância em blocos ao acaso, média geral e coeficiente de variação (CV) referentes ao caráter rendimento de grãos (kg.ha⁻¹) para as linhagens precoces, semiprecoces, intermediárias e semitardias de soja em três locais. Piracicaba (SP)

Fontes de variação	GL	Quadrados médios das análises individuais		
		Anhembi	Areão	ESALQ
Linhagens precoces (LPs)				
Repetições (R)	1	5.368.157**	94.779ns	68.643ns
Linhagens (G).....	42	1.087.440**	141.740*	140.179**
Resíduo	42	291.409	74.305	265.951
Média geral (kg.ha ⁻¹) ...		2.174	1.476	2.472
CV (%)		24,8	18,5	20,9
Linhagens semiprecoces (LSPs)				
Repetições (R)	1	238.989ns	416.324ns	82.5310ns
Linhagens (G).....	62	817.202**	193.489*	170.3197**
Resíduo	62	201.977	109.148	27.2564
Média geral (kg.ha ⁻¹) ...		2.440	1.485	2.221
CV (%)		18,4	22,2	23,5
Linhagens intermediárias (LIs)				
Repetições (R)	1	1.426ns	49.277ns	2.812ns
Linhagens (G).....	48	604.994*	543.461**	1.298.019**
Resíduo	48	348.642	171.624	160.899
Média geral (kg.ha ⁻¹) ...		2.550	1.357	2.422
CV (%)		23,2	30,5	16,6
Linhagens semitardias (LSTs)				
Repetições (R)	1	504.988ns	523.814**	364.678ns
Linhagens (G).....	32	601.273ns	359.246**	1.801.308**
Resíduo	32	336.451	50.644	193.083
Média geral (kg.ha ⁻¹) ...		2.301	753	1.592
CV (%)		25,2	29,9	27,6

*, ** significativo ao nível de 5% e 1%, respectivamente, pelo teste F; ns: não significativo pelo teste F.

As LSTs também apresentaram CV maior que aquelas dos demais ciclos de maturação, na análise conjunta dos três locais (Quadro 2), provavelmente em vista de o ciclo mais longo expor esses genótipos, por maior período de tempo, aos fatores ambientais não controláveis, relativamente aos ciclos mais precoces.

Detectaram-se diferenças significativas entre linhagens em todos os locais e ciclos de maturação, exceto entre as LSTs em Anhembi, ocorrendo variabilidade genética entre as linhagens remanescentes dos ciclos sucessivos de seleção. Dessa forma, as linhagens podem passar por seleção adicional com base em desempenho médio superior nos vários locais de avaliação, ou por seus desempenhos superiores em relação à melhor testemunha em um ou mais locais.

A interação genótipos x locais (G x L) foi significativa ($P < 0,01$) para os ciclos de maturação (Quadro 2), havendo indicativo de ocorrência de comportamento diferencial das linhagens nos diversos ambientes e sugerindo a necessidade de seleção de genótipos específicos para cada local ou, se possível, identificar e selecionar aqueles com maior adaptabilidade (Cruz & Regazzi, 1994).

Em relação aos diferentes ciclos de maturação, os resultados mostram que, para determinada combinação de linhagens e locais, um ciclo de maturação pode comportar-se melhor que os demais. Resultados similares foram reportados por Soldini (1993), Alliprandini et al. (1994), Duarte et al. (1994) e Láinez-Mejía (1996).

O efeito de locais foi significativo para todos os ciclos de maturação. Contrastes entre locais são requisitos importantes para a existência da interação G x L e têm sido reportados por Toledo et al. (1990) e Duarte et al. (1994) para o caráter rendimento de grãos de linhagens com diferentes ciclos de maturação.

Tendências para maiores e menores médias foram observadas para as LIs e LSTs respectivamente. Esses resultados discordam daqueles observados por Soldini (1993) e Láinez-Mejía (1996), que detectaram as maiores médias para as LSTs. Segundo Soldini (1993), quanto menor a sobreposição do desenvolvimento das fases vegetativa e reprodutiva do ciclo biológico da planta, melhor será a distribuição da energia, canalizada na fase reprodutiva exclusivamente para o desenvolvimento de flores e grãos e, conseqüentemente, incrementando o rendimento de grãos (Lin & Nelson, 1988).

Quadro 2. Quadrados médios obtidos na análise conjunta da variância em blocos ao acaso, média geral e coeficiente de variação (CV) referentes ao caráter rendimento de grãos ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para as linhagens precoces (LPs), semiprecoces (LSPs), intermediárias (LIs) e semitardias (LSTs) de soja em três locais. Piracicaba (SP)

Fontes de variação	Quadrados médios e graus de liberdade nos ciclos							
	GL	LP	GL	LSP	GL	LI	GL	LST
Locais (L)	2	22.200.015**	2	31.222.362**	2	41.694.527**	2	37.899.303**
Repetições (R)/L ...	3	1.843.860**	3	493.541ns	3	17.839ns	3	464.493ns
Linhagens (G).....	42	802.529**	62	1.556.607**	48	1.502.392**	32	1.678.285**
G x L	84	772.616**	124	575.572**	96	457.956**	64	541.096**
Resíduo médio ⁽¹⁾	126	197.248	186	189.717	143	226.059	96	192.672
Média geral ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)		2.037		2.050		2.111		1.548
CV (%)		22,44		21,53		22,55		28,39

*, **: significativo ao nível de 5% e 1% respectivamente, pelo teste F. ns: não significativo pelo teste F.

⁽¹⁾ Envolve os quadrados médios dos resíduos das análises da variância das testemunhas e das linhagens, ponderados por seus respectivos graus de liberdade.

Quadro 3. Médias dos caracteres rendimento de grãos (RG, kg.ha⁻¹, duas repetições por local x três locais) e nível de sintomas de cancro-da-haste da soja (CHS, notas: 1-ausente, 2-baixo, 3-médio, 4-alto; duas repetições x dois locais: Areão e ESALQ) referentes às linhagens de soja de quatro ciclos de maturação

Nº	Nº USP	RG	CHS	Nº	Nº USP	RG	CHS	Nº	Nº USP	RG	CHS
Linhagens precoces											
1	93-1002	1.758	1	16	93-1103	1.668	2	31	94-1008	1.247	4
2	93-1012	1.795	2	17	93-1107	2.277	2	32	94-1012	2.281	1
3	93-1042	2.407	2	18	93-1109	2.181	3	33	94-1024	1.960	2
4	93-1043	2.446	2	19	93-1121	1.528	3	34	94-1044	2.596	1
5	93-1044	1.923	2	20	93-1122	2.102	1	35	94-1049	1.494	1
6	93-1050	2.038	2	21	93-1131	1.393	3	36	94-1054	1.513	1
7	93-1051	2.106	1	22	93-1142	1.709	3	37	94-1055	1.997	2
8	93-1059	2.156	3	23	93-1164	1.714	3	38	94-1061	1.936	1
9	93-1069	2.211	1	24	93-1167	1.694	2	39	94-1070	2.744	1
10	93-1072	2.054	3	25	93-1187	2.152	1	40	94-1081	2.381	1
11	93-1075	1.497	3	26	93-1188	2.496	2	41	94-1086	2.871	2
12	93-1077	2.280	2	27	93-1195	2.192	1	42	94-1087	2.165	1
13	93-1079	1.906	3	28	93-1203	2.738	2	43	94-1097	1.929	2
14	93-1081	1.762	3	29	94-1004	2.080	1				
15	93-1101	2.315	1	30	94-1005	1.665	2	Média geral		2.037	1,91
Linhagens semiprecoces											
44	93-1004	911	4	65	93-2250	2.434	2	86	93-2697	2.231	1
45	93-1052	2.324	3	66	93-2259	2.302	2	87	93-2699	2.462	2
46	93-1086	1.561	3	67	93-2294	2.507	2	88	93-2727	2.504	2
47	93-1104	1.448	1	68	93-2302	2.554	2	89	93-2730	1.633	3
48	93-1106	2.143	2	69	93-2306	2.465	2	90	93-2738	963	3
49	93-1119	2.464	2	70	93-2313	892	4	91	93-2756	2.024	2
50	93-1125	2.410	1	71	93-2316	2.952	2	92	93-2781	2.255	2
51	93-1163	1.815	1	72	93-2320	978	4	93	93-2790	2.162	2
52	93-1202	2.309	2	73	93-2329	2.045	1	94	93-2857	2.287	1
53	93-1211	2.583	1	74	93-2419	2.207	2	95	93-2858	2.231	2
54	93-2002	2.335	1	75	93-2475	2.616	2	96	93-2859	2.101	2
55	93-2027	2.538	2	76	93-2479	2.679	2	97	93-2881	2.070	3
56	93-2072	2.124	2	77	93-2496	1.815	2	98	93-2897	2.427	2
57	93-2084	2.592	2	78	93-2529	2.178	2	99	93-2899	1.912	2
58	93-2100	1.142	4	79	93-2265	1.908	2	100	93-2900	1.635	3
59	93-2103	2.415	1	80	93-2580	874	4	101	93-2909	2.669	2
60	93-2104	2.645	2	81	93-2590	1.633	2	102	93-2916	2.432	2
61	93-2140	1.518	4	82	93-2667	1.981	2	103	93-2927	2.218	2
62	93-2142	2.223	2	83	93-2675	1.555	2	104	93-2954	2.102	2
63	93-2171	1.869	3	84	93-2680	1.565	2	105	94-1017	2.660	1
64	93-2180	1.311	3	85	93-2693	1.988	2	106	94-1080	1.857	1
Média geral										2.050	2,16

Continua

Quadro 3. Conclusão

N ^o	N ^o USP	RG	CHS	N ^o	N ^o USP	RG	CHS	N ^o	N ^o USP	RG	CHS
Linhagens intermediárias											
107	93-2258	1883	2	124	93-2753	2047	1	140	93-5585	2167	3
108	93-2266	2182	2	125	93-2755	1843	1	141	93-5586	1996	2
109	93-2270	1956	2	126	93-2802	2403	1	142	93-5597	2451	2
110	93-2351	1417	4	127	93-2825	2462	1	143	93-5690	2618	2
111	93-2353	2059	3	128	93-2850	2098	2	144	93-5692	2393	1
112	93-2393	1236	3	129	93-2870	2677	1	145	93-5699	2058	3
113	93-2418	2126	3	130	93-5082	2747	2	146	93-5720	1632	1
114	93-2514	2036	3	131	93-5243	3139	2	147	93-5735	1599	3
115	93-2521	2404	2	132	93-5262	2505	3	148	93-5750	1692	3
116	93-2530	2043	3	133	93-5423	2613	2	149	93-5735	1599	3
117	93-2594	1510	4	134	93-5539	2752	1	150	93-5785	1253	4
118	93-2623	1477	2	135	93-5544	2377	2	151	93-5843	2385	2
119	93-2643	2603	2	136	93-5549	2587	2	152	93-5860	2440	2
120	93-2674	1973	3	137	93-5554	2413	2	153	93-5884	2282	1
121	93-2686	955	4	138	93-5560	2012	3	154	93-5912	1739	4
122	93-2722	2676	1	139	93-5582	2762	1	155	93-5980	712	4
Média geral										2.111	2,26
Linhagens semitardias											
156	93-3086	1587	1	167	93-5391	2277	2	178	93-5752	970	4
157	93-3230	983	4	168	93-5410	1477	4	179	93-5756	1265	4
158	93-3385	897	4	169	93-5419	2012	2	180	93-5772	1359	3
159	93-3389	1103	4	170	93-5513	2852	1	181	93-5779	1722	3
160	93-3396	1163	4	171	93-5537	1109	4	182	93-5791	1191	4
161	93-3402	1850	3	172	93-5580	1198	3	183	93-5802	2157	2
162	93-3452	902	4	173	93-5672	2328	2	184	93-5819	730	4
163	93-3527	1742	2	174	93-5684	2480	1	185	93-5834	1887	3
164	93-3550	1159	4	175	93-5687	1958	2	186	93-5847	983	4
165	93-5263	2270	2	176	93-5712	1164	3	187	93-5872	1703	3
166	93-5316	1788	3	177	93-5723	1149	3	188	93-5875	2157	4
Média geral										1.548	3,03

Considerando os quatro ciclos de maturação, as LSTs são as linhagens que apresentam menor sobreposição das fases vegetativa e reprodutiva, esperando-se, teoricamente, que sejam as mais produtivas. No entanto, fatores ambientais não controláveis

podem influir no rendimento de grãos. No presente trabalho, em dois locais (Areão e ESALQ), detectou-se a incidência da doença cancro-da-haste da soja (CHS, *Diaporthe phaseolorum* f. sp. *meridionalis* Morgan-Jones), com maior nível de sintomas nas LSTs

(Quadro 3). Geralmente, genótipos com ciclo tardio ficam mais sujeitos à incidência do fungo, pelo maior tempo de exposição no campo, enquanto os genótipos precoces, mediante mecanismos de escape (menor tempo no campo), conseguem ser menos ou não reativos ao fungo, mesmo apresentando suscetibilidade genética. Além da maior possibilidade de escape, deve-se considerar também que parte das LPs têm parentais comprovadamente resistentes ao CHS (IAC-Foscarin-31 e Primavera), os quais podem ter transmitido o alelo dominante de resistência para suas progênes (Siviero et al., 1997) e, dessa forma, tais LPs podem apresentar maior produtividade média em ambientes com e sem infestação do fungo. Assim, as LIs que, sob o contexto da menor sobreposição das fases vegetativa e reprodutiva, possuiriam potencial para a segunda produtividade, passariam a ser as mais produtivas, já que apresentaram maior estabilidade que as LSTs diante dos fatores micro- e macroambientais. Maior estabilidade para as LIs também foi reportada por Soldini (1993) e Laínez-Mejía (1996).

As *performances* médias de todas as 188 linhagens estão apresentadas no Quadro 3 e as das testemunhas, no Quadro 4. Considerando a média dos três locais, três (7% de 43) linhagens precoces superaram a média da melhor testemunha (IAC-Foscarin-31, 2.669 kg.ha⁻¹), destacando-se USP 94-1086 (2.871 kg.ha⁻¹). Entre as semiprecoces, doze (19% de 63) linhagens produziram mais que a média das testemunhas (2.608 kg.ha⁻¹), sobressaindo-se USP 93-2316 (2.952 kg.ha⁻¹). Com relação às linhagens de ciclo intermediário, dez (21% de 49) ultrapassaram a melhor testemunha (IAC-12, 2507 kg.ha⁻¹), com rendimento máximo na USP 93-5243 (3.139 kg.ha⁻¹). Ocorreram sete (21% de 33) linhagens do ciclo semitardio com rendimento de grãos superior à melhor testemunha (IAC-4, 2.000 kg/ha⁻¹), destacando-se USP 93-5513 (2.852 kg/ha⁻¹). O ciclo precoce, portanto, apresenta menor porcentagem (7%) de linhagens superiores às testemunhas, relativamente aos outros três ciclos com média aproximada de 20% de linhagens superiores.

Quadro 4. Médias⁽¹⁾ de rendimento de grãos (RG, kg.ha⁻¹) das testemunhas de soja, para quatro ciclos de maturação Piracicaba (SP)

CM ⁽²⁾	Testemunha	RG kg.ha ⁻¹	CM ⁽²⁾	Testemunha	RG kg.ha ⁻¹
P ⁽³⁾	FT-Cometa	1.811	I ⁽⁵⁾	IAC-100	2.307
P	FT-Guaíra	2.622	I	IAC-12 ⁽⁷⁾	2.507
P	IAC-Foscarin-31	2.669	I	IAC-4 ⁽⁸⁾	2.054
P	Primavera	2.300	I	Stewart ⁽⁸⁾	1.710
Média geral		2.374	Média geral		2.145
SP ⁽⁴⁾ ...	FT-10	2.432	ST ⁽⁶⁾ ..	IAC-11	1.497
SP	FT-2000	3.141	ST	IAC-4 ⁽⁸⁾	2.000
SP	FT-Iramaia	2.601	ST	IAC-8	1.404
SP	IAC-12 ⁽⁷⁾	2.238	ST	Stewart ⁽⁸⁾	1.613
Média geral		2.608	Média geral		1.631

⁽¹⁾ De três locais, duas repetições e dois conjuntos (P e ST); três locais, duas repetições e três conjuntos (SP e I).

⁽²⁾ Ciclo de maturação; ⁽³⁾ Precoce; ⁽⁴⁾ Semiprecoce; ⁽⁵⁾ Intermediário; ⁽⁶⁾ Semitardio.

⁽⁷⁾ Testemunha comum aos ciclos SP e I; ⁽⁸⁾ Testemunha comum aos ciclos I e ST.

Os ambientes que favorecem a expressão do potencial dos genótipos e maximizam o rendimento de grãos propiciam melhor discriminação entre os genótipos (Chaves et al., 1989). O local Anhembi mostrou-se mais favorável às LSPs, LIs e LSTs, enquanto a ESALQ favoreceu mais as LPs; no Areão,

observou-se o menor rendimento de grãos. Para isso, o solo deve ter contribuído, pois a análise química revelou alta acidez (pH = 4,3) e saturação de bases de 50%. Esse local apresenta topografia pouco ondulada e textura do solo arenoargilosa, que também podem ter contribuído para o menor rendimento de grãos das plantas, relativamente aos demais locais.

Quadro 5. Média das três linhagens de maior rendimento de grãos (RG, kg.ha⁻¹, duas repetições) e das testemunhas ⁽¹⁾ (TS: testemunha superior, MT: média das testemunhas), individualmente para ciclo de maturação e local

Ciclo	Anhembi		Areão		ESALQ	
	Linhagem	RG	Linhagem	RG	Linhagem	RG
Precoce		kg.ha ⁻¹		kg.ha ⁻¹		kg.ha ⁻¹
	USP 93-1203	3.677	USP 93-1050	1.890	USP 94-1070	3.380
	USP 94-1086	3.420	USP 93-1122	1.840	USP 94-1086	3.462
	USP 94 -1044	3.355	USP 93-1164	1.830	USP 94-1044	3.450
	TS	3 = 3.436	TS	2 = 717	TS	3 = 1.269
	MT	2.858	MT	540	MT	1.113
Semiprecoce	USP 93-2104	3.250	USP 93-2316	2.177	USP 93-2316	3.492
	USP 94-2693	3.192	USP 93- 2727	2.030	USP 93-2084	3.320
	USP 93 -2316	3.187	USP 93- 2697	1.942	USP 93-1211	3.300
	TS	6 = 3.705	TS	5 = 1.815	TS	6 = 4.295
	MT	3.140	MT	1.470	MT	3.242
Intermediário	USP 93-5243	4.255	USP 93-5582	2.277	USP 93-5843	3.520
	USP 93-5690	3.780	USP 93-2870	2.222	USP 93-5082	3.450
	USP 93-5912	3.202	USP 93-5539	2.070	USP 93-5549	3.375
	TS	10 = 2.913	TS	10 = 746	TS	10 = 1.097
	MT	2.514	MT	550	MT	1.018
Semitardio	USP 93-5263	3.542	USP 93-5513	1.710	USP 93-5513	3.970
	USP 93-5802	3.490	USP 93-5391	1.652	USP 93-5391	3.692
	USP 93-5834	3.172	USP 93-5316	1.420	USP 93-5684	3.302
	TS	16 = 941	TS	14 = 1.155	TS	14 = 1.026
	MT	909	MT	900	MT	704

⁽¹⁾ Testemunhas: **precoces**: **1** = FT- Cometa; **2** = FT - Guaíra; **3** = IAC- Foscarin-31; **4** = Primavera; **semiprecoces**: **5** = FT-10; **6** = FT 2000; **7** = FT-Iramaia; **8** = IAC-12; **intermediárias**: **9** = IAC-100; **10** = IAC-12; **11** = IAC-4; **12** = Stewart; **semitardias**: **13** = IAC-11; **14** = IAC-4; **15** = IAC-8; **16** = Stewart.

O Quadro 5 apresenta as linhagens de maior rendimento de grãos individualmente para ciclo e local, possibilitando recomendações de linhagens dos diferentes ciclos e com adaptação específica para cada local, em consequência da anteriormente discutida interação G x L significativa. Também revela que cinco linhagens classificaram-se entre as melhores em mais de um local, possuindo, portanto, potencial para recomendações mais amplas: (a) as precoces USP 94-1086 e USP 94-1044, que se classificaram, respectivamente, em segundo e terceiro lugar, tanto em Anhembi quanto na ESALQ; (b) a semiprecoce USP 93-2316, colocando-se em terceiro lugar em Anhembi e em primeiro em Areão e na ESALQ; (c) as semitardias USP 93-5513 e USP 93-5391, alcançando, respectivamente, o primeiro e o segundo lugar, tanto em Areão quanto na ESALQ. Uma explicação para a adaptação mais ampla dessas linhagens é a possível resistência ao cancro-da-haste da soja (CHS), pois elas mostraram ausência (nota 1) ou baixo nível (nota 2) de sintomas de CHS (Quadro 3).

As ordens de classificação das linhagens dentro de ciclos de maturação variaram entre os três locais, mas as das dez linhagens mais produtivas ($p = 5,3\%$ de seleção) foram pouco alteradas de um local para

outro. Para a combinação dos três locais, destacaram-se as linhagens mostradas no Quadro 6. Essas dez linhagens selecionadas têm em comum a ausência (nota 1) ou baixo nível (nota 2) de sintomas de CHS (Quadro 3); caso isso, no futuro, seja comprovadamente associado com resistência genética ao CHS, representará uma vantagem muito significativa dessas linhagens que, juntamente com o alto rendimento de grãos, poderá suportar sua recomendação como novos cultivares. Maior potencialidade para futuras recomendações de cultivares foi apresentada pelas linhagens USP 94-1086 (precoce), USP 93-2316 (semiprecoce) e USP 93-5513 (semitardia), pois mostraram as maiores médias de rendimento de grãos tanto para locais individuais (Quadro 5) quanto para o conjunto dos três locais (Quadro 6).

O estudo da interação G x L foi útil para informar a previsibilidade espacial do grupo de linhagens. Embora avaliações adicionais sejam necessárias para verificar o comportamento dessas linhagens em diferentes anos, Kang et al. (1989) constataram que a variação entre ciclos de maturação foi mais bem explicada por fertilidade diferencial de solos e por práticas culturais do que por efeitos de anos agrícolas.

Quadro 6. Classificação em ordem decrescente para rendimento de grãos (RG, kg.ha⁻¹) das dez linhagens mais produtivas, relativamente à média dos três locais. Piracicaba, SP

Ciclo	Linhagem	Origem	RG kg.ha ⁻¹
Intermediário ..	USP 93-5243	FT 81-2706 x PI 371610	3.139
Semiprecoce ...	USP 93-2316	Bossier x GO 81-11646	2.952
Precoce	USP 94-1086	Década x FT 81-1835	2.871
Semitardio	USP 93-5513	AX 53-55-s x Paranagoiana	2.852
Intermediário ..	USP 93-5582	Cobb x BR-8	2.762
Intermediário ..	USP 93-5539	Paranagoiana x Jackson-4028-s	2.752
Intermediário ..	USP 93-5082	GO 81-11646 x SOC 81-228	2.747
Precoce	USP 94-1070	Primavera x FT 81-2134	2.744
Precoce	USP 93-1203	Primavera x SOC 81-79	2.738
Semiprecoce ...	USP 93-2479	Viçoja x GO 81-11646	2.679

4. CONCLUSÕES

1. O rendimento de grãos variou com os ciclos de maturação e com os locais de cultivo, tendo a interação G x L evidenciado o comportamento diferencial das linhagens avaliadas em diferentes locais.

2. Anhembi foi o ambiente mais favorável para a expressão do rendimento de grãos das linhagens semiprecoces, intermediárias e semitardias, e ESALQ ofereceu as melhores condições para a seleção de linhagens precoces.

3. As linhagens mais produtivas dos quatro ciclos foram: USP 94-1086 (precoce), USP 93-2316 (semiprecoce), USP 93-5243 (intermediária) e USP 93-5513 (semitardia).

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, à EMBRAPA, à FAPESP e à FINEP, pelo apoio financeiro às diferentes fases das pesquisas que originaram o germoplasma utilizado; ao CNPq, pela bolsa de estudos concedida. Aos técnicos A. R. Cogo, C. A. Didoné e M. C. Nekatschabow, pela ajuda nos experimentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKHTER, M. & SNELLER, C. H. Genotype x planting date interaction and selection of early maturing soybean genotypes. *Crop Science*, Madison, **36**:883-889, 1996.

ALLIPRANDINI, L. F.; TOLEDO, J. F. F. de.; FONSECA JUNIOR, N. F.; ALMEIDA, L. A. de. & KIIHL, R. A. S. Efeitos da interação genótipo x ambiente sobre a produtividade da soja no Estado do Paraná. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, **29** (9):1433-1444, 1994.

ALLIPRANDINI, L. F.; TOLEDO, J. F. F. de.; FONSECA JUNIOR, N. S. & KIIHL, R. A. S. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento no período de 1985/86 a 1989/90. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, **28**(4):489-497, 1993.

ARANTES, N. E. *Interação genótipo x ambiente e estudo de alternativas para seleção de variedades de soja (Glycine max (L.) Merrill), com base em testes regionais*. Viçosa, 1979. 51p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - UFV, 1979.

BILLORE, S. D. & JOSHI, O. P. Genotypical variability for yield and quality in *Glycine max* (L.) Merrill. *Soybean Genetics Newsletter*, Ames, **24**:88-91, 1997.

CHAVES, L. J.; VENCOVSKY, R. & GERALDI, I. O. Modelo não linear aplicado ao estudo da interação genótipo x ambiente em milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, **24**(2):259-269, 1989.

CRUZ, C. D. & REGAZZI, A. J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento*. Viçosa, Imprensa Universitária da UFV, 1994. 390p.

DUARTE, J. B.; ROLIM, R. B.; OLIVEIRA, P. M. F. de. & SOUZA, J. R. de. Adaptabilidade e estabilidade de rendimento de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), nas condições de Goiás e Distrito Federal. *Anais da Escola de Agronomia e Veterinária*, **24**(1):90-109, 1994.

GALVÃO, E. R. *Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de nove genótipos de soja (Glycine max (L.) Merrill) em Ponta Porã, Mato Grosso do Sul*. Viçosa, 1994. 52p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - UFV, 1994.

GIECO, J. O. *Interação genótipos x ambientes e implicações para o melhoramento da soja*. Piracicaba, 1997. 98p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - ESALQ-USP, 1997.

KANG, M. S.; HARVILLE, B. G. & GORMAN, D. P. Contribution of weather variables to genotype x environment interaction in soybean. *Field Crops Research*, Amsterdam, **21**:297-300, 1989.

LAÍNEZ-MEJÍA, J. R. *Implicações da interação genótipos x ambientes na seleção de progênies de soja com ênfase nas produtividades de grãos e óleo*. Piracicaba, 1996. 145p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - ESALQ - USP, 1996.

- LIN, S. M. & NELSON, R. L. Effect of plant height and flowering date on seed yield of determinate soybean. *Crop Science*, Madison, **28**:218-222, 1988.
- MORAES, L. K. de.; PINHEIRO, J. B.; COELHO, S. G.; ROSA, S. R.A. da & REIS, A. J. S. Interação de cultivares de soja com épocas de semeadura. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 43., Goiânia, 1997. *Anais*. Goiânia, SBG, 1997. p.166.
- PIMENTEL-GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 13. ed. Piracicaba, Nobel, 1990. 468p.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos. & ZIMMERMANN, M. J. O. de. *Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro*. Goiânia, UFG, 1993. cap. 6, p. 138-170.
- RAUT, V. M.; TAWARE, S. P.; HALVANKAR, G. B. & PATIL, V. P. Stability analysis for oil and yield in soybean. *Soybean Genetics Newsletter*, Ames, **24**:92-93, 1997.
- SIVIERO, A.; MENTEN, J. O. & VELLO, N.A. Herança da resistência da soja a *Diaphorte phaseolorum* f. sp. *meridionalis*. *Summa Phytopathologica*, Jaguariúna, **23**:(2)139-142, 1997.
- SOLDINI, D. O. *Interação genótipos x locais e correlações entre caracteres com ênfase na produtividade de óleo em soja*. Piracicaba, 1993. 136p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - ESALQ-USP, 1993.
- TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S. & MENOSSO, O. G. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, **25**:89-94, 1990.
- VELLO, N. A. Ampliação da base genética do germoplasma e melhoramento de soja na ESALQ/USP. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1., Piracicaba, 1991. *Anais*. Piracicaba, FEALQ, 1992. p. 60-81.
- VENCOVSKY, R. & BARRIGA, P. *Genética biométrica no fitomelhoramento*. Ribeirão Preto, Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486p.