

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA DE NOVE CULTIVARES E LINHAGENS DE SOJA (*Glycine max* (L.) MERRILL) EM PONTA PORÃ, MATO GROSSO DO SUL¹

Eduardo Rezende Galvão²
Tuneo Sedyama²
Carlos Sigueyuki Sedyama²
Valterley Soares Rocha²
Carlos Alberto Scapim²

1. INTRODUÇÃO

A expansão da cultura da soja normalmente a expõe a condições climáticas diferentes, como fotoperíodo, temperatura e precipitações pluviais, e essa diversidade de condições exerce grande influência sobre o rendimento da cultura (2, 3, 9). Logo, é necessário o desenvolvimento de cultivares específicos para cada região, com condições edafoclimáticas semelhantes (1, 5, 7). Esse procedimento implicaria grande demanda de mão-de-obra, tempo e recursos financeiros, o que o inviabiliza.

Normalmente, são conduzidos ensaios de competição entre cultivares em vários locais e anos, com o objetivo de indicar os mais promissores. São recomendados os cultivares de rendimentos médios

¹Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa pelo primeiro autor, como um dos requisitos para obtenção do título de Magister Scientiae.

Aceito para publicação em 03.07.1996.

²Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa. 36571-000 Viçosa, MG.

superiores, mesmo que em certos ambientes eles apresentem baixo rendimento, o que torna a recomendação ineficaz, visto que não resolve o problema em situações específicas.

O objetivo deste estudo foi, então, determinar a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica, quanto à produção de grãos e altura de planta, de cultivares e de linhagens de soja incluídos nos ensaios conduzidos em condições de sequeiro e de irrigação suplementar na Fazenda Itamarati, Ponta Porã-MS.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de 20 ensaios de competição entre cultivares e linhagens de soja, instalados na área experimental da Fazenda Itamarati, localizada no município de Ponta Porã - MS. Os ensaios foram conduzidos em regime de sequeiro e de irrigação suplementar nos anos agrícolas 1990/91 e 1991/92 e em épocas de plantio distintas, dentro de cada ano.

Os ensaios constituíram-se de seis cultivares comerciais (FT-Cristalina, Doko, Dourados, FT-Princesa, FT-Maracaju e IAC-11) e de três linhagens (ITM85-2327, ITM85-5230 e ITM85-5326), sendo todas comuns aos 20 ambientes estudados.

O delineamento utilizado em todos os experimentos foi o de blocos ao acaso, com nove tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi constituída por quatro linhas de cinco metros de comprimento e, como área útil, foram consideradas as duas linhas centrais, eliminando-se meio metro de cada extremidade, perfazendo, assim, um total de 4 m^2 .

O preparo do solo foi realizado com aração seguida de uma ou mais gradagens. Todas as sementes foram previamente inoculadas com estirpes de *Bradyrhizobium japonicum*. O espaçamento adotado foi de meio metro entre sulcos, com densidade de semeadura suficiente para proporcionar "stand" de aproximadamente 20 plantas por metro. As adubações foram realizadas de acordo com as análises do solo.

Os tratos culturais foram efetuados sempre que julgados necessários.

A quantidade de água utilizada nos experimentos conduzidos com irrigação suplementar foi calculada com base em um tanque classe A e tensiômetros localizados próximos da área experimental.

Foram efetuadas as análises de variância dos dados de altura de planta e da produção de cada ensaio e em conjunto.

Nas análises da estabilidade e da adaptabilidade fenotípica, utilizando o método proposto por EBERHART e RUSSEL (4), cada época de plantio, independentemente do ano agrícola, foi considerada um ambiente diferente, perfazendo, assim, um total de 20 ambientes estudados (4, 6, 8).

A regressão de cada cultivar, em relação ao índice de ambiente, e a função dos quadrados dos desvios dessa regressão fornecem estimativas dos parâmetros de estabilidade e são definidas pelo modelo matemático $Y_{ij} = \mu_i + \beta_i I_j + \delta_{ij} + E_{ij}$

em que

$i = 1, \dots, g$ ($g = 9$);

$j = 1, \dots, a$ ($a = 20$);

$Y_{ij} =$ média das repetições do i -ésimo cultivar no j -ésimo ambiente;

$\mu_i =$ média do i -ésimo cultivar em todos os ambientes;

$\beta_i =$ coeficiente de regressão linear;

$I_j =$ índice de ambiente, fornecido pela diferença entre a média do j -ésimo ambiente e a média geral de todos os cultivares em todos os ambientes;

$\delta_{ij} =$ desvio da regressão linear do i -ésimo cultivar no j -ésimo ambiente; e

$E_{ij} =$ erro experimental médio.

O coeficiente de determinação de cada cultivar foi usado como medida auxiliar na definição da estabilidade fenotípica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos Quadros 1 e 2 são apresentadas as médias de produção de grãos e altura de plantas dos nove cultivares e linhagens de soja nos 20 ambientes estudados e, nos Quadros 3 e 4, os resultados da análise de variância conjunta dos dados obtidos.

Foi observado efeito significativo de cultivares apenas sobre a característica altura de planta. Foram verificados efeitos significativos de ambientes e da interação genótipos x ambientes nas duas características. A

QUADRO 1 – Médias de produção de grãos (kg/ha) de nove cultivares e linhagens de soja nos vinte ambientes estudados

Ambientes	Cultivares e Linhagens								
	FT-Cristalina	Doko	Dourados	FT-Macachá	FT-Maracaju	IAC-11	ITM85-2327	ITM85-5230	ITM85-5326
1	12159	2052	1247	1026	891	1395	2032	1411	1682
2	2084	2449	2718	2336	2309	1777	2430	2069	2437
3	1842	2055	2273	2229	2170	2242	2042	2319	2549
4	1853	2032	2254	2047	2461	2242	2072	1807	2384
5	1698	1761	1866	1791	1986	1654	1624	1628	1646
6	2625	3144	1891	1617	1253	2143	2361	2165	2620
7	3235	3022	3286	3074	3743	3851	3297	3150	3304
8	2409	2220	2521	2363	2460	2292	2589	2172	2140
9	2446	2043	2296	2106	2137	2174	2293	2235	2103
10	2224	1696	1832	1952	1896	1978	2081	1964	1843
11	1968	1855	1761	1462	1368	1769	1656	1825	1488
12	1662	1234	1097	1008	1013	1412	1208	1385	1028
13	1628	1803	2115	1835	1549	1454	1650	1603	2094
14	1340	1580	1954	1857	1012	1675	1742	1786	1787
15	1215	1057	1230	1323	1441	1507	1047	1189	1329
16	1303	1186	1266	961,	1028	930,	1142	1066	925,
17	2000	2309	2738	2716	2701	2493	2552	2142	2648
18	1822	1813	2471	2189	2462	2124	2163	1966	2204
19	1901	1730	2077	2147	2114	1709	2045	1838	1575
20	1495	1612	1810	1820	1569	1647	1534	1498	1718
Médias	1925	1932	2035	1893	1923	1923	1978	1861	1975

QUADRO 2 – Médias de altura de plantas (cm) de nove cultivares e linhagens de soja nos vinte ambientes estudados

Ambientes	Cultivares e Linhagens								
	FT-Cristalina	Doko	Dourados	FT-Macachá	FT-Maracaju	IAC-11	ITM85-2327	ITM85-5230	ITM85-5326
1	47,00	55,25	28,50	28,50	27,50	49,00	34,00	48,00	28,50
2	61,25	60,25	41,25	39,75	34,25	48,25	46,75	52,25	38,75
3	72,25	88,25	57,25	45,50	47,75	65,75	62,00	66,25	57,25
4	81,50	91,50	66,00	59,25	64,00	82,75	76,25	75,25	67,25
5	79,00	86,00	63,50	53,75	55,75	73,00	70,00	72,75	64,50
6	41,25	59,50	22,75	22,50	24,00	42,75	34,25	46,50	24,75
7	96,25	101,50	67,00	58,25	59,00	88,75	80,25	89,00	67,50
8	97,00	105,50	83,00	70,00	75,25	93,25	94,50	92,75	78,50
9	79,75	89,00	60,75	48,25	55,50	76,25	69,00	82,75	57,50
10	73,25	82,75	45,25	43,75	43,75	68,00	54,50	70,25	45,00
11	52,00	70,75	40,25	31,75	33,75	54,75	40,75	55,50	34,75
12	45,00	51,00	30,50	26,00	28,00	44,25	34,75	47,00	27,25
13	98,00	106,25	61,25	57,25	44,50	94,75	75,25	94,00	70,00
14	91,25	100,75	91,50	77,25	80,25	96,25	91,00	97,25	85,75
15	74,75	88,50	75,50	65,75	64,00	79,00	82,25	75,75	69,00
16	66,25	75,75	65,00	57,75	63,50	65,25	74,75	65,50	61,50
17	97,50	105,25	69,50	67,75	50,00	105,00	81,50	92,25	73,75
18	69,75	86,75	70,50	61,00	57,50	71,50	71,75	70,50	68,25
19	100,00	105,25	88,00	77,75	77,75	103,50	94,75	96,75	77,00
20	66,00	85,00	52,50	53,50	54,00	69,75	60,50	68,50	58,00
Médias	74,45	84,79	58,99	52,26	52,00	73,59	66,44	72,94	57,76

significância da interação genótipos x ambientes nas características estudadas indica que os cultivares apresentaram comportamento diferencial

QUADRO 3 - Análise de variância conjunta da característica produção de grãos, avaliada nos ensaios de competição entre cultivares de soja, nos 20 ambientes estudados

F.V.	G.L.	Quadrado médio
Blocos/Ambiente	60	144061,59
Ambientes	19	9.313305,00*
Cultivares	8	208595,20
Gen. X Amb.	152	258247,62*
Resíduo	480	56136,60
C.V. (%)		12,2
* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.		

QUADRO 4 - Análise de variância conjunta da característica altura de planta, avaliada nos ensaios de competição entre cultivares de soja, nos 20 ambientes estudados

F.V.	G.L.	Quadrado médio
Blocos/Ambiente	60	53,35
Ambientes	19	10989,64*
Cultivares	8	10319,45*
Gen. X Amb.	152	117,49*
Resíduo	480	29,02
C.V. (%)		8,2
* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.		

nos ambientes estudados e justifica o estudo de sua adaptabilidade e da estabilidade de comportamento, sendo aplicado o método proposto por EBERHART e RUSSEL (+).

No Quadro 5 encontram-se as médias de produção de grãos (kg/ha), os coeficientes de regressão, os desvios da regressão e os coeficientes de determinação de cada cultivar estudado.

QUADRO 5 – Médias de produção de grãos em kg/ha (M), coeficientes de regressão (b), desvios da regressão ($s^2 d$) e coeficientes de determinação (R^2) dos cultivares de soja avaliados nos 20 ambientes estudados

Cultivar	Produção de Grãos			
	M	b	($s^2 d$)	R^2
Doko	1932	0,88+	74565,6**	70,45
Dourados	2035	1,04	27538,7**	87,72
FT-Cristalina	1945	0,78+	71849,9**	65,87
FT-Macachá	1893	1,00	38431,9**	83,82
FT-Maracaju	1923	1,20+	93732,6**	78,52
IAC-11	1923	1,10	29812,6**	88,32
ITM85-2327	1978	1,03	11496,9*	91,93
ITM85-5230	1861	0,88+	2976,0	92,57
ITM85-5326	1975	1,08	30748,7**	87,75
Média Geral	1941			

* Significativamente diferente de 0 a 5% de probabilidade, pelo teste F.

** Significativamente diferente de 0 a 1% de probabilidade, pelo teste F.

+ Significativamente diferente de 1 a 5% de probabilidade, pelo teste t.

Os cultivares FT-Cristalina e Doko e a linhagem ITM85-5230 apresentaram $\beta < 1,00$, o que demonstrou que não respondem à melhoria ambiental e podem ser classificados como de adaptação a ambientes de baixo rendimento (ambientes desfavoráveis). A linhagem ITM85-5230 apresentou desvio da regressão não-significativo, demonstrando ter boa previsibilidade. Os cultivares FT-Cristalina e Doko apresentaram desvios da regressão significativos, possuindo, assim, padrão de previsibilidade baixo. Dos três cultivares, FT-Cristalina apresentou média de produção superior à média geral (1945 kg/ha).

Os cultivares FT-Macachá e IAC-11 apresentaram coeficiente de regressão igual à unidade ($\beta = 1,00$), média de produção abaixo da média geral e desvio da regressão significativo, o que possibilitou classificá-los como pobremente adaptados aos ambientes estudados e de baixa previsibilidade de comportamento.

As linhagens ITM85-2327 e ITM85-5326 e o cultivar Dourados apresentaram coeficientes de regressão igual à unidade ($\beta = 1,00$), médias de produção superiores à média geral e desvios da regressão significativos, o que permitiu classificá-los como de boa adaptabilidade geral, porém de baixa previsibilidade de comportamento. Apesar dos desvios

significativos, esses materiais podem ser recomendados, pois apresentam coeficientes de determinação acima de 80%.

Finalmente o cultivar FT-Maracaju apresentou boa capacidade de resposta ao se introduzirem melhorias no ambiente, adaptando-se a ambientes favoráveis, porque apresentou coeficiente de regressão superior à unidade. Entretanto, apresentou baixo padrão de previsibilidade por manifestar desvio da regressão significativo e R^2 abaixo de 80%.

No Quadro 6 encontram-se a média de altura de planta (cm), o coeficiente de regressão, o desvio da regressão e o coeficiente de determinação de cada cultivar estudado.

QUADRO 6 - Médias de altura de planta em cm (M), coeficientes de regressão (b), desvios da regressão ($s^2 d$) e coeficientes de determinação (R^2) dos cultivares de soja avaliados nos 20 ambientes estudados				
Cultivar	Altura de Plantas			
	M	b	$s^2 d$	R^2
Doko	84,79	0,96	21,66**	91,14
Dourados	58,99	1,07+	18,55**	93,44
FT-Cristalina	74,45	1,02	29,52**	90,08
FT-Macachá	52,26	0,91+	8,14**	94,55
FT-Maracaju	52,00	0,87+	42,74**	82,98
IAC-11	73,59	1,07+	21,61**	92,76
ITM85-2327	66,44	1,12+	3,54	97,40
ITM85-5230	72,94	0,95	14,56**	92,98
ITM85-5326	57,76	1,03	4,52	96,67
Média Geral	65,91			
* Significativamente diferente de 0 a 5% de probabilidade, pelo teste F.				
** Significativamente diferente de 0 a 1% de probabilidade, pelo teste F.				
+ Significativamente diferente de 1 a 5% de probabilidade, pelo teste t.				

Os cultivares FT-Cristalina e Doko e a linhagem ITM85-5230 revelaram-se de ampla adaptabilidade aos ambientes estudados, por apresentarem coeficiente de regressão igual à unidade ($\beta = 1,00$) e valores de média de altura de planta satisfatórios à mecanização agrícola (60 a 100 cm de altura). Entretanto, os três materiais apresentaram baixa previsibilidade de comportamento, visto que os desvios da regressão foram significativos.

A linhagem ITM85-5326, por apresentar baixo valor médio de altura de planta e coeficiente de regressão igual à unidade ($\beta = 1,00$), foi

classificada como de baixa adaptação a todos os ambientes estudados, apesar de apresentar boa previsibilidade de comportamento (desvio da regressão não-significativo).

Os cultivares FT-Macachá e FT-Maracaju apresentaram coeficientes de regressão menores que a unidade ($\beta < 1,00$) e desvios da regressão significativos, sendo classificados como adaptados a ambientes desfavoráveis e de baixa previsibilidade de comportamento. Por mostrarem baixa média de altura de planta (menor que 55,0 cm), estes cultivares podem acarretar problemas à colheita mecanizada.

Os cultivares Dourados e IAC-11 e a linhagem ITM85-2327 apresentaram coeficientes de regressão superiores à unidade, indicando que possuem grande capacidade de responder vantajosamente aos estímulos ambientais. A linhagem ITM85-2327 apresentou boa previsibilidade de comportamento. O cultivar Dourados deve ser dirigido a ambientes que favoreçam o crescimento de plantas, tendo em vista a sua resposta aos ambientes e a baixa média de altura de planta. Deve ser observado, ao se recomendar o cultivar IAC-11 para ambientes que favoreçam o crescimento de plantas, que ele apresenta alta resposta à melhoria do ambiente e alta média de altura de planta, e pode acarretar o acamamento, o que dificulta a colheita mecanizada.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Estudaram-se a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica de nove cultivares e linhagens de soja, utilizando-se 20 ensaios de competição instalados na Fazenda Itamarati, em Ponta Porã-MS, no delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. Foram coletados dados de produção de grãos e de altura de planta. O trabalho envolveu seis cultivares (FT-Cristalina, Doko, Dourados, FT-Macachá, FT-Maracaju e IAC-11) e três linhagens (ITM85-2327, ITM85-5230 e ITM85-5326), avaliados durante dois anos agrícolas consecutivos, 1990/91 e 1991/92, em distintas épocas de semeadura por ano e em condições de sequeiro e de irrigação suplementar. A estimativa da adaptabilidade e da estabilidade fenotípica foi obtida a partir do método proposto por EBERHART e RUSSEL (4), considerando cada ensaio como um ambiente. O cultivar Dourados e a linhagem ITM85-2327 destacaram-se por apresentar adaptação geral a todos os ambientes estudados, além de bom ajuste ao modelo matemático utilizado. Dentre as duas, ITM85-2327 foi a mais estável. A linhagem ITM85-5230 foi a única, dentre os materiais estudados, a apresentar desvio da regressão não-significativo e, conseqüentemente, alta previsibilidade de comportamento. Os cultivares

FT-Macachá e IAC-11 apresentaram-se pobremente adaptados a todos os ambientes estudados e de baixa previsibilidade de comportamento.

5. SUMMARY

(ADAPTABILITY AND STABILITY OF NINE SOYBEAN (*Glycine max* (L.) MERRILL) VARIETIES AND INBRED LINES IN PONTA PORÃ, STATE OF MATO GROSSO DO SUL)

The adaptability and phenotypical stability of nine soybean varieties and inbred lines were studied using yield and plant height data of 20 yield trials carried out at Fazenda Itamarati, Ponta Porã, Mato Grosso do Sul, Brazil. The study involved six varieties (FT-Cristalina, Doko, Dourados, FT-Macachá, FT-Maracaju and IAC-11) and three inbred lines (ITM85-2327, ITM85-5230 and ITM85-5326) evaluated during two consecutive agricultural years (1990/91 and 1991/92), at different sowing dates and under natural or supplementary irrigation conditions. The estimates of adaptability and stability parameters were obtained by the method proposed by EBERHART and RUSSEL (4), considering each trial as an environment. It was concluded that: (1) the cultivar Dourados and the line ITM85-2377 exhibited general adaptation to all the environments studied, and a good adjustment to the mathematical model used, and the line ITM85-2377 was the most stable; (2) the line ITM85-5230 was the only one to present non-significant deviation from the linear regression, thus exhibiting a highly predictable behavior; (3) the cultivars FT-Macachá and IAC-11 were poorly adapted to all environments, showing low predictability.

6. LITERATURA CITADA

1. ALLARD, R.W. & BRADSHAW, A.D. Implications of genotype-environment interactions in applied plant breeding. *Crop Sci.*, 4(5): 503-507, 1964.
2. ANDERSON, L.R. & VASILAS, B.L. Effects of planting date on two soybean cultivars: seasonal dry matter accumulation and seed yield. *Crop Sci.*, 25(6): 999-1004, 1985.
3. CARRARO, I.M.; SEDIYAMA, C.S.; ROCHA, A. & BAIRRÃO, J.F.M. Efeito da época de semeadura sobre a altura e o rendimento de doze cultivares de soja em Cascavel, PR. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3, Campinas, 1984. *Resumos...*, Londrina, EMBRAPA/CNPSO, 1984. p. 10.
4. EBERHART, S.A. & RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.*, 6(1): 36-40, 1966.
5. HORNER, T.W. & FREY, K.J. Methods for determining natural areas for oat varietal recommendation. *Agron. J.*, 49(3): 313-315, 1957.
6. JESTIN L. Some aspects of adaptation and adaptability of barley in European conditions. *Neth. J. Agric. Sci.*, 33(3):195-213, 1985.

7. LIANG, G.H.L.; HEYNE, E.G. & WALTER, T.L. Estimates of variety x environment interactions in yield tests of three small grains and their significance on the breeding programs. *Crop Sci.*, 6(2):136-139, 1966.
8. LUTHARA, O.; SINGH, R.K. & KAKAR, S.N. Comparison of different stability models in wheat. *Theor. Appl. Gen.*, 45(2):143-149, 1974.
9. MAURO, A.O. *Adaptabilidade, estabilidade e ganho genético com o processo seletivo em soja (Glycine max (L.) Merrill) em Ponta Porã, Mato Grosso do Sul*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1991. 192p. (Tese de DS).