

# ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE GENÓTIPOS DE SOJA EM GOIÁS NO ANO 2004/2005

## ADAPTABILITY AND STABILITY OF SOYBEAN GENOTYPES IN GOIÁS IN THE YEAR 2004/2005

Poliana Borges FRANCO<sup>1</sup>, Osvaldo Toshiyuki HAMAWAKI<sup>2</sup>

1. Aluna do curso de Agronomia, Instituto de Ciências Agrárias – ICIAG, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, MG, Brasil; 2. Professor, Doutor, ICIAG – UFU. [hamawaki@umuarara.ufu.br](mailto:hamawaki@umuarara.ufu.br)

**RESUMO:** Este trabalho teve o objetivo de avaliar a característica de linhagens de soja, do Programa de Melhoramento Genético de Soja da Universidade Federal de Uberlândia, nos municípios de Goiatuba, Rio Verde, Bela Vista, Campo Alegre e Porangatu, no Estado de Goiás. Foram avaliadas 27 linhagens de ciclo tardio e tendo como testemunhas as cultivares M-Soy 8866, Garantia, M-Soy 8800, Chapadões e M-Soy 8411, semeadas no ano agrícola de 2004/2005. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com 3 repetições. Foram testados 32 genótipos em cada município. A parcela foi formada por quatro fileiras de 5 metros de comprimento, espaçadas 0,45m entre fileiras. Foi avaliado a produtividade de grãos (PG). As metodologias adaptabilidade e/ou estabilidade fenotípica utilizadas foi regressão linear simples de Eberhart e Russell; regressão linear bissegmentada de Cruz; Torres e Vencovsky. A metodologia de Eberhart e Russell, destacando a linhagem 9, por reunir boa produtividade de grãos, adaptabilidade e estabilidade nos locais de teste.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adaptabilidade. Estabilidade. Genótipos de soja.

### INTRODUÇÃO

A soja [*Glycine max* (L.) Merrill], é uma das culturas agrícolas de maior importância no mundo, tendo como principais produtos o óleo e o farelo de soja, além de ser importante matéria-prima para a indústria. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de soja, sendo cultivada em todas as regiões.

Nas áreas de cerrado, está ocorrendo a maior expansão e produção de soja. Esta adaptação da soja em ampla faixa de cultivo deve-se principalmente ao melhoramento genético visando alta produtividade, resistência às principais doenças, estabilidade produtiva e adaptação aos diversos ambientes agrícolas.

A adaptabilidade é a capacidade potencial de um genótipo responder positivamente variações do ambiente. Já estabilidade refere-se capacidade de um genótipo apresentar uma característica previsível, em função de variações ambientais.

Eberhart e Russel (1966) consideram a estabilidade de característica de um genótipo, a habilidade do genótipo ter um mínimo de interação com o ambiente, o que, por sua vez, é uma característica controlada geneticamente.

Cruz e Regazzi (1994) caracteriza a adaptabilidade dos genótipos quando a respostas significativas às variações ambientais nos ambientes favoráveis e/ou nos desfavoráveis.

A difusão de cultivares, com adaptação e estabilidade à região de produção, é fundamental em

vista do custo de produção e dos investimentos em tecnologia, necessários para aumentos de produtividade pelos agricultores.

Este estudo é parte do Programa de Melhoramento Genético de Soja da Universidade Federal de Uberlândia, e tem por objetivo avaliar característica de linhagens de soja para importância no melhoramento, em testes regionais de avaliação de linhagens, quanto à adaptação e estabilidade em municípios do Estado de Goiás, através dos métodos de Eberhart e Russell (1966); Cruz; Torres; Vencovsky (1989).

### MATERIAL E MÉTODOS

#### Ambientes de condução dos experimentos

Os experimentos foram instalados no ano agrícola 2004/2005, na época normal de cultivo para o Estado de Goiás (cultivo de verão). Nos municípios de Rio Verde, Goiatuba, Bela Vista, Campo Alegre e Porangatu.

#### Coordenadas geográficas das áreas experimentais

Os experimentos foram instalados nas seguintes coordenadas geográficas:

- Goiatuba-GO - na fazenda Pontal, situada a 18°00'00"S de latitude e 50°04'212" W de longitude, com altitude de 528m;
- Rio Verde-GO - na fazenda Santa Mônica, situada a 17°47'53" S de latitude e 51°55' W de longitude, com altitude de 715m;

- c) Bela Vista-GO - na fazenda experimental situada a 16°58'22" S de latitude e 48°57'12" W de longitude, com altitude de 803m;
- d) Campo Alegre-GO - na fazenda Santa Fé, situada a 17°67' S de latitude e 47°62' W de longitude, com altitude de 877m;
- e) Porangatu-GO - na fazenda experimental situada a 13°26'27" S de latitude e 49°08'55" W de longitude, com altitude de 306m.

### Delineamento estatístico

O delineamento experimental usado foi de blocos casualizados com três repetições. Foram testados 32 genótipos em cada um dos 5 locais. A parcela foi similar em todos os experimentos, sendo formada por 4 fileiras de 5m de comprimento espaçadas de 0,45m. A parcela útil para a tomada de dados compreendeu as duas fileiras centrais da parcela, descontando 0,50m de cada extremidade das fileiras (3,60m<sup>2</sup>).

### Procedimentos experimentais

As sementeiras ocorreram na época normal de cultivo da soja, nos seguintes locais: Rio Verde, Goiutuba, Bela Vista, Campo Alegre e Porangatu, no Estado de Goiás. No preparo de solo foi feita uma aração seguida de gradagem e calagem conforme análise do solo. Por ocasião da sementeira nestas áreas, efetuou-se a aplicação de herbicidas de

pré-plantio trifluralin, na dosagem de 2 L/ha, e imazaquin, na dosagem de 200 g/ha. Após a emergência da soja, o controle de plantas daninhas foi realizado com herbicida seletivo de princípio ativo chlorimuron ethyl, na dosagem de 80 g/ha. Quando necessário, foi feito capina com enxada. A adubação foi realizada, utilizando 500 kg/ha da mistura de grânulos 02-28-18 de (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O). Efetuou-se a inoculação com *Bradyrhizobium japonicum*, na dosagem de 150 ml/50 kg de semente de um produto comercial com estirpes SEMIA 5079 e SEMIA 5080 e para o controle da ferrugem foi feita aplicação de produto ópera na dosagem de 0,5l/ha. O controle de pragas foi químico, com inseticidas específicos registrados para a cultura da soja. Durante a formação das vagens, foi usado o princípio ativo endossulfan (1,25 L/ha) para o controle de percevejos, como o percevejo verde pequeno *Piezodorus guildinii*.

### Genótipos

Foram avaliadas 27 linhagens de soja, de ciclo de maturação tardio, provenientes de cruzamentos realizados no Programa de Melhoramento de Soja da Universidade Federal de Uberlândia. Foram utilizadas cinco testemunhas, cultivares comerciais adaptadas região e de boa produtividade, sendo M-Soy 8866, Garantia, M-Soy 8800, Chapadões e M-Soy 8411. Informações sobre a identificação e a origem dos genótipos seguem no quadro a seguir:

### Identificação e origem dos genótipos de soja avaliados.

Trat.	Proveniente de:
01	Trat. 01 – Ensaio Regional 03/04 – UFUS Riqueza
02	Trat. 02 – Ensaio Regional 03/04 – UFUS Impacta
03	Trat. 03 – Ensaio Regional 03/04 – UFUS Milionária
04	Trat. 04 – Ensaio Regional 03/04 – Garantia x Savana
05	Trat. 05 – Ensaio Regional 03/04 – Cristalina x IAC-100
06	Trat. 06 – Ensaio Regional 03/04 – Cristalina x IAC-100
07	Trat. 07 – Ensaio Regional 03/04 – Cristalina x IAC-100
08	Trat. 08 – Ensaio Regional 03/04 – Cristalina x IAC-100
09	Trat. 09 – Ensaio Regional 03/04 – DM101 x Liderança
10	Trat. 10 – Ensaio Regional 03/04 – Tucano x Msoy 880
11	Trat. 11 – Ensaio Regional 03/04 – Msoy 8411 x Xingy
12	Trat. 12 – Ensaio Regional 03/04 – Cristalina x IAC-100
13	Trat. 13 – Ensaio Regional 03/04 – Cristalina x IAC-100
14	Trat. 14 – Ensaio Regional 03/04 – Cristalina x IAC-100
15	Trat. 01 – Ensaio Regional $\frac{3}{4}$
16	Trat. 02 – Ensaio Regional $\frac{3}{4}$
17	Trat. 08 – Ensaio Regional $\frac{3}{4}$
18	Trat. 09 – Ensaio Regional 03/04
19	Trat. 10 – Ensaio Regional 03/04
20	Trat. 11 – Ensaio Regional 03/04
21	Trat. 12 – Ensaio Regional 03/04

22	Trat. 13 – Ensaio Regional 03/04	
23	Trat. 14 – Ensaio Regional 03/04	
24	Trat. 17 – Ensaio Preliminar (07) 2004	Cruz. nº 41
25	Trat. 12 – Ensaio Preliminar (08) 2004	Cruz. nº 26
26	Trat. 08 – Ensaio Preliminar (09) 2004	Cruz. nº 28
27	Trat. 02 – Ensaio Preliminar (10) 2004	Cruz. nº 35
28	M-Soy 8866	
29	Garantia	
30	M-Soy 8800	
31	Chapadões	
32	M-Soy 8411	

### Caractere avaliado

Em todos os experimentos, foi avaliado: **Produtividade de Grãos (PG)**: caráter avaliado no estádio R8 ou de maturação plena da planta, através do peso dos grãos da área útil da parcela, após a colheita, trilha e limpeza dos grãos, e posterior correção do teor de umidade da massa de grãos para a umidade padrão de 13%, expressa em g/parcela.

### Análise de variância

Os dados relativos aos caracteres avaliados nestes experimentos foram submetidos a uma análise de variância individual por local, e conjunta, considerando-se todos os locais, utilizando-se o procedimento GLM do programa – SAS, General Linear Models Procedure (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS, 1997).

### Análises de adaptabilidade e estabilidade

Utilizando-se o método da Ecovalência, proposto por Wricke (1965) para a produtividade de grãos. As análises de adaptabilidade e estabilidade foram realizadas por dois métodos: Regressão Linear Simples de Eberhart e Russell (1966); Regressão Bissegmentada de Cruz; Torres; Vencovsky (1989).

### Metodologia de Eberhart e Russell (1966)

O modelo estatístico é dado por

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_i I_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij} \text{ onde :}$$

$Y_{ij}$ : média do genótipo i no ambiente j;

$\beta_{0i}$ : média geral do genótipo i;

$\beta_i$ : coeficiente de regressão linear, que descreve a resposta do i-ésimo genótipo à variação do ambiente;

$I_j$ : índice ambiental;

$\delta_{ij}$ : desvio da regressão do genótipo i no ambiente j;

$\varepsilon_{ij}$ : erro experimental médio.

$$\beta_i = \frac{\sum Y_{ij} I_j}{\sum I_j^2}$$

$$\sigma_{di}^2 = \frac{(\text{QMD}_i) (\text{QMR}/r)}$$

em que:

$\text{QMD}_i$  : é o quadrado médio dos desvios da regressão do genótipo i;

$\text{QMR}$  : é o quadrado médio do resíduo;

$r$  : é o número de repetições;

$R^2_i$  : coeficiente de determinação do genótipo i.

$$R^2_i = \left[ \frac{(\text{SQR. Linear})_i}{\text{SQ}(E/G_i)} \right] \times 100$$

Sendo:

$(\text{SQR. Linear})_i$  : a soma de quadrados da regressão linear do genótipo i;

$\text{SQ}(E/G_i)$  : soma de quadrados de ambiente dentro do genótipo i.

O método considera como parâmetro de adaptabilidade e estabilidade o coeficiente de regressão ( $\beta_i$ ), a variância dos desvios de regressão ( $\sigma_{di}^2$ ) e/ou coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e a produtividade média. Assim, o genótipo ideal é aquele que apresenta alta produção média, coeficiente de regressão igual a 1,0 ( $\beta_i=1$ ), desvios de regressão ( $\sigma_{di}^2 = 0$ ) ou tão pequenos quanto possíveis e/ou  $R^2 = 1$  ou próximo de 100%, metodologia de Eberhart e Russell (1966).

### Metodologia de Cruz; Torres; Vencovsky (1989)

O modelo matemático é dado por:

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i} I_j + \beta_{2i} T(I_j) + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij}.$$

em que:

$Y_{ij}$ : é a média do genótipo i no ambiente j;

$\beta_{0i}$ : é a média geral do genótipo i ao longo de todos os ambientes;

$\beta_{1i}$ : é o coeficiente de regressão linear que dá a resposta do genótipo i à variação nos ambientes desfavoráveis;

$I_j =$  índice ambiental, dado por  $I_j = Y_j - Y$ ;

$\beta_{2i}$ : é o coeficiente de regressão linear que informa sobre o diferencial de resposta do genótipo i à variação nos ambientes favoráveis;

$\delta_{ij}$ : é o desvio da regressão do genótipo i no ambiente j;

$\varepsilon_{ij}$ : é o erro experimental médio;

$$\beta_{1i} = \frac{\sum Y_{ij} I_j - \sum Y_{ij} T(I_j)}{\sum I_j^2 - \sum T^2(I_j)}$$

$$\beta_{2i} = \frac{\sum I_j^2 \sum Y_{ij} T(I_j) - \sum T^2(I_j) \sum Y_{ij} I_j}{\sum I_j^2 - \sum T^2(I_j)}$$

$T(I_j) = 0$  se  $I_j < 0$ ;

$T(I_j) = I_j - I_+$ , se  $I_j > 0$ , sendo  $I_+$  a média dos índices  $I_j$  positivos.

As hipóteses ( $H_0: \beta_{1i} = 1$ ), ( $H_0: \beta_{2i} = 0$ ) e ( $H_0: (\beta_{1i} + \beta_{2i}) = 1$ ) foram testadas pelo teste “ $t_{\alpha, m}$ ”, sendo  $\alpha$  o nível de segurança, e  $m$ , os graus de liberdade do resíduo. Os testes foram obtidos pelas fórmulas:

$$t = (\beta_{1i} - 1)/(\alpha^2 \beta_{1i})^{1/2}; \quad t = (\beta_{2i})/(\alpha^2 \beta_{2i})^{1/2};$$

$$t = (\beta_{1i} + \beta_{2i}) - 1/(\alpha^2 \beta_{1i} + \beta_{2i})^{1/2}, \text{ respectivamente.}$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise de variância individual

As análises de variância para cada local das 27 linhagens de ciclo tardio e das cinco cultivares de

soja cultivadas em cinco locais, são apresentadas nas Tabelas 1, 2, 3, 4, 5. A produtividade média de grãos, como também se pode ver nas Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5, nos cinco locais de cultivares de ciclo tardio, variou de 2.022,77 kg/ha<sup>-1</sup> Rio Verde; 2.274,43 kg/ha<sup>-1</sup> Porangatu; 2.580,60 kg/ha<sup>-1</sup> Goiatuba; 3.586,73 kg/ha<sup>-1</sup> Campo Alegre e 3.953,59 kg/ha<sup>-1</sup> Bela Vista. Os coeficientes de variação foram de 13,70% a 22,33% indicando, assim, que a precisão experimental variou de ótima a regular, sendo valores considerados válidos para experimento de campo, conforme Ferreira (1996).

**Tabela 1.** Análise de variância simples (individual), ciclo tardio, em Goiatuba-GO, safra 2004/2005.

Fonte de variação	GL	QM	F
Tratamento	31	535167,74	2,33**
Repetição	2	761362,44	3,32*
Resíduo	62	229380,65	
Média		2580,60	
CV %		18,56	

\* Significativo a 5% de probabilidade; \*\* Significativo a 1% de probabilidade; Tratamento significativo a 5% e repetição a 1% houve diferenças entre os genótipos.

**Tabela 2.** Análise de variância simples (individual), ciclo tardio, em Rio Verde-GO, safra 2004/2005.

Fonte de variação	GL	QM	F
Tratamento	31	1155861,29	13,43**
Repetição	2	55293,01	0,64NS
Resíduo	62	86044,40	
Média		2022,77	
CV %		14,50	

\*\* Significativo a 1% de probabilidade; NS Não significativo; Tratamento significativo entre os genótipos (comportamento diferente); Repetição não significativa, solo homogêneo (não tem mancha de fertilidade).

**Tabela 3.** Análise de variância simples (individual), ciclo tardio, em Bela Vista-GO, safra 2004/2005.

Fonte de variação	GL	QM	F
Tratamento	31	777831,66	2,65**
Repetição	2	222935,88	0,76NS
Resíduo	62	293346,67	
Média		3953,59	
CV %		13,70	

\*\* Significativo a 1% de probabilidade; NS Não significativo; Tratamento significativo entre os genótipos (comportamento diferente); Repetição não significativa, solo homogêneo (não tem mancha de fertilidade).

**Tabela 4.** Análise de variância simples (individual), ciclo tardio, em Campo Alegre-GO, safra 2004/2005.

Fonte de variação	GL	QM	F
Tratamento	31	464443,99	1,71*
Repetição	2	1713583,06	6,30**
Resíduo	62	271806,80	
Média		3586,73	
CV %		14,53	

\* Significativo a 5% de probabilidade; \*\* Significativo a 1% de probabilidade; tratamento significativo a 5% e repetição a 1% houve diferenças entre os genótipos.

**Tabela 5** Análise de variância simples (individual), ciclo tardio, em Porangatu-GO, safra 2004/2005.

Fonte de variação	GL	QM	F
Tratamento	31	445198,85	6,49**
Repetição	2	1674144,79	1,73*
Resíduo	62	257968,38	
Média		2274,43	
CV %		22,33	

\* Significativo a 5% de probabilidade; \* Significativo a 1% de probabilidade; tratamento significativo a 1% e repetição a 5% houve diferenças entre os genótipos.

As análises de variância individual apresentaram diferenças significativas entre as linhagens para a produtividade de grãos analisado, o que indica característica diferenciada entre as linhagens em todos os diferentes locais.

Estes valores estão coerentes com os encontrados na literatura em experimentos dessa

natureza, como os conduzidos por Oliveira (2002) e Oliveira Neto (2004).

#### Análise de variância conjunta

A análise de variância conjunta relativa à produtividade de grãos ( $\text{kg/ha}^{-1}$ ), encontram-se na Tabela 6.

**Tabela 6.** Análise de variância conjunta para produtividade de grãos ( $\text{kg/ha}^{-1}$ ) de 32 cultivares de soja de ciclo tardio, semeadas em duas épocas e cinco locais, na safra 2004/2005.

Fonte de variação	GL	QM	F
Genótipos	31	1.380.584,73**	5,56**
Ambiente	4	57.066.640,97**	229,86**
Genótipos x ambiente	124	456.592,17**	1,84**
Resíduo	291		
Média		2.821,46	
CV %		17,66	

\*\* Significativo a 1% de probabilidade; interação genótipo x ambiente foi significativa, houve comportamentos diferentes entre genótipos e ambiente.

A análise de variância mostrou efeitos significativos ( $P < 0,01$ ) pelo teste F, para o caractere produtividade para genótipos, ambientes e a interação genótipos x ambientes, indicando haver mudança de desempenho produtivo das linhagens de soja nos diferentes ambientes avaliados. Isso justifica a obtenção de estimativas de parâmetros de estabilidade e adaptabilidade para as linhagens avaliadas, pois a significância da interação genótipo x ambiente constitui-se uma premissa para a utilização de métodos que avaliam a estabilidade fenotípica como Eberhart e Russell (1966); Cruz; Torres; Vencovsky (1989).

A significância da interação genótipo x local em soja relatada por Alliprandini et al. (1998); Lopes et al. (2002); Yan e Rajcan (2002).

#### Análises de estabilidade e adaptabilidade Regressão linear simples de Eberhart e Russell (1966)

Os resultados da análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica avaliadas pelo método de regressão linear de Eberhart e Russel (1966) são apresentados nas Tabelas 7, 8 e 9.

**Tabela 7.** Análise de variância para produtividade de grãos  $\text{kg/ha}^{-1}$ , utilizando o método de Eberhart e Russel (1966), com soma de quadrado do desvio para cada genótipo.

F. Variação	GL	SQ	QM	R <sup>2</sup> (%)
Ambiente	4	127240448,0000	31810112,0000	
Genótipo	31	83728176,0000	2700909,0000	
Int. G x A	124	397461440,0000	3205334,2500	
Amb. / gen.	128	524701888,0000	4099233,5000	
Amb. linear	1	127240056,0000	127240056,0000	
G x amb. L1	31	40726200,0000	1313748,3750	
Dev. Comb.	96	356734496,0000	3715984,2500	
Desv. G - 1	3	22085218,0000	7361739,5000	12,00

Desv. G – 2	3	8316161,0000	2772053,7500	57,23
Desv. G – 3	3	15581528,0000	5193842,5000	52,20
Desv. G – 4	3	6838203,5000	2279401,2500	42,74
Desv. G – 5	3	2755675,7500	918558,5625	54,93
Desv. G – 6	3	10699047,0000	3566349,0000	8,42
Desv. G – 7	3	9381079,0000	3127026,2500	42,93
Desv. G – 8	3	6266687,5000	2088895,8750	56,40
Desv. G – 9	3	1157372,0000	385790,6562	80,15
Desv. G – 10	3	3546055,0000	118201,8359	86,94
Desv. G – 11	3	4463919,0000	1487973,0000	67,53
Desv. G – 12	3	5264743,0000	1754914,5000	39,17
Desv. G – 13	3	4219677,5000	1406559,1250	55,14
Desv. G – 14	3	11522568,0000	3840856,0000	64,53
Desv. G – 15	3	7332040,0000	2444013,2500	38,89
Desv. G – 16	3	2885018,0000	961672,6875	69,08
Desv. G – 17	3	2655408,7500	885136,2500	39,12
Desv. G – 18	3	2692948,0000	897649,3125	68,19
Desv. G – 19	3	119983792,0000	3994597,2500	28,31
Desv. G – 20	3	7017102,5000	2339034,2500	43,82
Desv. G – 21	3	5824504,5000	1941501,5000	50,52
Desv. G – 22	3	3553795,2500	1184598,3750	50,51
Desv. G – 23	3	20621698,0000	6873899,5000	3,56
Desv. G – 24	3	209879044,0000	69963248,0000	11,85
Desv. G – 25	3	23205120,0000	7735040,0000	13,98
Desv. G – 26	3	19114642,0000	6371547,0000	5,55
Desv. G – 27	3	13313953,0000	4437984,5000	46,55
Desv. G – 28	3	21408350,0000	7136116,5000	3,10
Desv. G – 29	3	19398364,0000	6466121,5000	18,15
Desv. G – 30	3	24386384,0000	8128794,5000	3,49
Desv. G – 31	3	16180807,0000	5393602,5000	4,48
Desv. G – 32	3	25265064,0000	8421688,0000	4,62
Resíduo	291	72245928,0000	248267,7969	

**Tabela 8.** Média dos ambientes e índices ambientais nos cinco locais, na safra 2004/2005, utilizando o método de Eberhart e Russell (1966)

Ambientes	Média (kg/ha <sup>-1</sup> ) $\beta_{0i}$	Índice Ambiental (Ij)
1 Bela Vista	2718,0916	121,7712 F
2 Campo Alegre	3478,4668	877,1465 F
3 Goiatuba	2580,6013	-15,7190 D
4 Porangatu	2274,4272	-321,8931 D
5 Rio Verde	1935,0187	-661,3016 D

**Tabela 9.** Estimativa dos coeficientes  $\beta_0$ ,  $\beta_{1i}$  e Sigmaquad (di) utilizando o método de Eberhart e Russel (1966), para produtividade de grãos (kg/ha<sup>-1</sup>) na semeadura realizada em duas épocas e cinco locais, na safra 2004/2005.

Linh agen s	Produtividade de grãos					
	$\beta_0$	$\beta_{1i}$	(T = $\beta_{1i} = 1$ )	Sigmaquad (di)	F	R <sup>2</sup>
1	1.923,20	-0,87	-7,49**	2371157,25	29,65**	12,00
2	2.615,17	1,67	2,69**	841261,94	11,17**	57,23
3	2.607,84	2,07	4,28**	1648525,00	20,92**	52,20
4	2.060,26	1,13	0,53NS	677044,44	9,18**	42,74
5	2.829,87	0,92	-0,32NS	223430,27	3,70*	54,93
6	2.834,48	0,50	-2,01NS	1106027,13	14,36**	8,42

7	2.239,52	1,33	1,33NS	959586,19	12,59**	42,93
8	2.867,73	1,43	1,71NS	613542,69	8,41**	56,40
9	2.968,94	1,08	0,33NS	45840,96	1,55NS	80,15
10	2.984,09	0,77	-0,92NS	-43355,32	0,47NS	86,94
11	2.878,64	1,53	2,11*	413235,06	5,99**	67,53
12	2.727,77	0,92	-0,31NS	502215,56	7,07**	39,17
13	2.989,26	1,14	0,57NS	386097,13	5,66**	55,14
14	2.586,80	2,30	5,19**	1197529,38	15,47**	64,53
15	3.106,42	1,08	0,33NS	731915,19	9,84**	38,89
16	3.062,40	1,27	1,09NS	237801,63	3,87**	69,08
17	2.736,76	0,65	-1,38NS	212289,48	3,56**	39,12
18	3.195,06	1,20	0,82NS	216460,52	3,62**	68,19
19	3.117,79	1,09	0,36NS	1248776,50	16,09**	28,31
20	2.834,40	1,17	0,69NS	696922,13	9,42**	43,82
21	2.868,15	1,22	0,89NS	564411,25	7,82**	50,52
22	3.251,28	0,95	-0,17NS	312110,22	4,77**	50,51
23	2.258,70	0,44	-2,25NS	2208543,75	27,69**	3,56
24	2.156,51	0,84	-0,63NS	2249360,00	28,18**	11,85
25	2.308,53	0,97	-0,11NS	2495590,75	31,16**	13,98
26	2.121,32	0,53	-1,87NS	2041093,13	25,66**	5,55
27	1.650,73	1,71	2,83*	1396572,13	17,88**	46,55
28	2.294,13	0,42	-2,34*	2295949,50	28,74**	3,10
29	2.129,73	1,04	0,16NS	2072617,88	26,04**	18,15
30	2.442,10	0,47	-2,11*	2626842,25	32,74**	3,49
31	1.925,18	0,44	-2,25*	1715111,50	21,72**	4,48
32	2.509,46	0,55	-1,78NS	2724473,50	33,92**	4,62

\* Significativo a 5% de probabilidade; \*\* Significativo a 1% de probabilidade; NS Não significativo.

Para cada genótipo foi feita uma análise de regressão, utilizando-se o índice ambiental como variável independente e o caráter produtividade como variável dependente. Assim, como proposto por Eberhart e Russel (1966), o efeito do ambiente pode ser decomposto em dois componentes, um linear e outro não linear. O coeficiente de regressão  $\beta_{li}$  está associado ao componente linear, indicando a adaptabilidade do genótipo, ou seja, sua capacidade de responder à melhoria do ambiente. Os desvios da regressão  $\sigma_{di}^2$  estão associados ao componente não-linear e indicam a estabilidade fenotípica.

Por este método, tem-se que um genótipo é estável quando  $\sigma_{di}^2 = 0$ ; não estável, quando  $\sigma_{di}^2 \neq 0$ ; de adaptabilidade ampla, se  $\beta_{li} = 1$ ; adaptado a ambientes favoráveis, se  $\beta_{li} > 1$ , e adaptado a ambientes desfavoráveis, se  $\beta_{li} < 1$ . o coeficiente de determinação  $R^2$  de cada genótipo, acrescentado como medida adicional por Pinthus (1973) ao método de Eberhart e Russel (1966), foi usado também como medida na definição da estabilidade fenotípica e para quantificar que a proporção da variação fenotípica de cada genótipo é explicada pela regressão linear.

A hipótese de que qualquer coeficiente de regressão não difere da unidade foi avaliada pelo teste T, e a hipótese de que os desvios da regressão

de cada genótipo não diferem de zero foi verificada pelo teste F.

Foram observadas diferenças significativas pelo teste F (Tabela 6) para as fontes de variação do ambiente (E), de genótipo (G), e da interação genótipo x ambiente (G x E), e ambiente / genótipo. Observa-se que a magnitude da variação devido ao ambiente foi menor que o efeito de genótipo, e este, maior que o efeito da interação G x E, mas sendo todas as fontes altamente significativas ( $P < 0,01$ ). Isto sugere que as linhagens e os ambientes apresentaram variabilidade e que as linhagens diferiram-se nos ambientes.

A significância de ambiente linear mostra a existência de variações significativas no ambiente, para proporcionar alterações nas médias dos genótipos. A significância da interação G x E linear mostra que há diferenças entre os coeficientes de regressão dos genótipos.

Na Tabela 8, estão representadas as médias de produtividade  $\beta_{oi}$  ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) relativas aos cinco ambientes, e os índices ambientais  $I_j$ , segundo o método de Eberhart e Russel (1966). A análise de dados indicou índices ambientais positivos aos ambientes 1 (Bela Vista-GO), 2 (Campo Alegre-GO), sendo estes municípios onde houve as melhores produtividades médias dos genótipos. Por

este critério de índices ambientais Ij, os ambientes 3 (Goiatuba-GO), 4 (Porangatu-GO) e 5 (Rio Verde-GO) foram considerados desfavoráveis, com índices negativos na performance dos genótipos.

Na Tabela 6 são apresentadas a médias das linhagens que sobressaíram com boa produtividade em relação a média geral  $\beta_0$  (2.821,46 kg/ha<sup>-1</sup>) e a média das cultivares testemunhas foram: 5, 8, 9, 10, 13, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22 (Tabela 9) A linhagem 11, média de 2.878,64 kg/ha<sup>-1</sup> e  $\beta_{ii} > 1$  significativo a 5%, apresenta adaptabilidade especificamente a ambientes favoráveis  $\sigma_{di}^2 \neq 0$ , mas de baixa estabilidade e uma regular previsibilidade  $R^2 = 67,53\%$ , as linhagens 5, 13, 15, 16, 18, 19, 20, 21, médias de 2.829,87 kg/ha<sup>-1</sup>; 2.989,26 kg/ha<sup>-1</sup>; 3.106,42 kg/ha<sup>-1</sup>; 3.062,40 kg/ha<sup>-1</sup>; 3.195,06 kg/ha<sup>-1</sup>; 3.177,79 kg/ha<sup>-1</sup>; 2.834,40 kg/ha<sup>-1</sup>; 2.868,15 kg/ha<sup>-1</sup> e 3.251,28 kg/ha<sup>-1</sup>; e  $\beta_{ii} = 1$ , apresentam adaptabilidade ampla aos ambientes, mas de baixa estabilidade  $\sigma_{di}^2 \neq 0$  e de pouca a regular previsibilidade  $R^2 = 54,93\%$  (5);  $R^2 = 8,42\%$  (6);  $R^2 = 56,40\%$  (8);  $R^2 = 55,14\%$  (13);  $R^2 = 38,89\%$  (15);  $R^2 = 69,08\%$  (16);  $R^2 = 68,19\%$  (18);  $R^2 = 28,31\%$

(19);  $R^2 = 43,82\%$  (20);  $R^2 = 50,52\%$  (21);  $R^2 = 50,51\%$  (22) (Tabela 9).

A linhagem 9 média de 2.968,94 kg/ha e  $B_{ii} = 1$ , apresenta adaptabilidade amplas aos ambientes e alta estabilidade  $\sigma_{di}^2 = 0$  e uma boa previsibilidade  $R^2 = 80,12\%$ . A linhagem 9 se enquadra no genótipo ideal de Eberhart e Russel (1966).

Os resultados obtidos neste trabalho pela regressão linear simples de Eberhart e Russel (1966) são semelhantes aos encontrados por Oliveira Neto (2004), ambos estudando a adaptabilidade e estabilidade de linhagem de soja.

#### Regressão linear bissegmentada de Cruz; Torres; Vencovsky (1989)

Os resultados da análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica avaliadas pelo método de Cruz; Torres; Vencovsky (1989) são apresentados nas Tabelas 10, 11, 12 e 13.

**Tabela 10.** Índices ambientais (Ij) e T (Ij), obtidos utilizando o método de Cruz; Torres; Venovsky (1989), para produtividade de grãos (g/par) em cinco locais, na safra 2004/2005.

Local	Média (g/par)	Índice (Ij)	Índice T (Ij)	Tipo	Altitude (m)
Bela Vista	2718,09155	121,77124	-377	F	803
Campo Alegre	3473,46679	877,14648	377	F	877
Goiatuba	2580,60132	-15,71899	0	D	528
Porangatu	2274,42725	-321,893066	0	D	306
Rio Verde	1935,01868	-661,30163	0	D	715
Média dos ambientes favoráveis (F)		499,45886			

Programa de Melhoramento de Soja da UFU tem sua base de cruzamentos e Condução das gerações iniciais na Fazenda Capim Branco da UFU

(altitude de + ou - 800m). Neste caso é justificável a menor favorabilidade de ambientes com altitudes semelhantes.

**Tabela 11.** Desvio de regressão de 32 genótipos de soja, utilizando o método descrito por Cruz; Torres; Vencovsky (1989), para produtividade de grãos (g/par) em cinco locais, na safra 2004/2005.

Genótipo	QM Regressão	QM Desvio	R <sup>2</sup> (%)	F Desvio	(P<0,01)
1	10924490,0000	1625345,00	87,0489	6,5467	*
2	9656250,0000	67076,00	99,3102	0,2702	Ns
3	14648712,0000	1652852,00	89,8608	6,6575	*
4	5339684,0000	632029,00	89,4163	2,5458	Ns
5	2844393,5000	213334,00	93,0231	0,8593	Ns
6	1671401,6250	4170291,00	28,6116	16,7976	**
7	7600825,5000	618794,50	92,4717	2,4924	Ns
8	6097426,5000	1090729,50	84,8260	4,3934	*
9	2383788,0000	532718,25	81,7344	2,1457	Ns
10	1333614,7500	24864,00	98,1697	0,1001	Ns
11	4685314,0000	2189926,00	68,1476	8,8208	**
12	3984387,7500	343608,75	92,0608	1,3840	Ns

13	4398453,0000	304885,00	93,5177	1,2280	Ns
14	14980953,0000	1261901,00	92,2310	5,0828	*
15	5574207,5000	425372,00	92,9100	1,7134	Ns
16	4219873,5000	445636,00	90,4483	1,7950	Ns
17	1108220,5000	1072720,50	50,8139	4,3208	*
18	3717641,2500	516307,25	87,8055	2,0796	Ns
19	7792873,0000	565797,00	93,2310	2,2790	Ns
20	5001614,5000	1244441,00	80,0764	5,0125	*
21	5117162,0000	768643,00	86,9407	3,0960	*
22	3373288,5000	217523,50	93,9422	0,8762	Ns
23	10119590,0000	572859,00	94,6424	2,3074	Ns
24	11904868,0000	1306,00	99,9890	0,0053	Ns
25	13014570,0000	474033,00	96,4857	1,9094	Ns
26	9848968,0000	270157,00	97,3302	1,0882	Ns
27	12077007,0000	379012,00	96,9572	1,5266	Ns
28	10129881,0000	917117,00	91,6980	3,6941	*
29	10903760,0000	947249,00	92,0070	3,8154	*
30	12436505,0000	198633,00	98,4279	0,8001	Ns
31	8108323,5000	362334,50	95,7225	1,4595	Ns
32	12245137,0000	999707,00	92,4521	4,0267	*

\* Significativo a 5% de probabilidade; \*\* Significativo a 1% de probabilidade; NS Não significativo.

**Tabela 12.** Estimativa dos coeficientes  $\beta_0$ ,  $\beta_{1i}$  e  $\beta_{2i}$  de 32 genótipos de soja, utilizando o método descrito por Cruz; Torres; Vencovsky (1989), para produtividade de grãos (g/par) em cinco locais, na safra 2004/2005.

Genótipo	$\beta_0$	$\beta_1$	$\beta_2$	$\beta_1 + \beta_2$
1	1923,20117	0,27915	-5,29546	-5,02631
2	2615,17187	2,42439	-3,49027	-1,06588
3	2607,84009	2,99927	-4,27518	-1,28591
4	2060,26269	1,75322	-2,88083	-1,12762
5	2829,87305	1,32005	-1,86216	-0,54211
6	2834,48389	0,90090	-1,87389	-0,97299
7	2239,52246	2,08184	-3,48204	-1,40019
8	2867,73315	1,96899	-2,46626	-0,50727
9	2968,94311	1,16405	-0,37013	0,79392
10	2984,09546	0,91582	-0,67379	0,24203
11	2878,64111	1,45204	0,35398	1,80602
12	2727,77002	1,48546	-2,61063	-1,12517
13	2989,26123	1,64118	-2,31836	-0,67718
14	2586,80176	3,08401	-3,66034	-0,57633
15	3106,41431	1,75206	-3,10642	-1,35436
16	3062,40356	1,64410	-1,72294	-0,07884
17	2736,75928	0,84268	-0,87139	-0,02872
18	3195,06299	1,54358	-1,57230	-0,02872
19	3117,78833	1,95632	-4,01964	-2,06332
20	2834,39941	1,73233	-2,59654	-0,84419
21	2868,14868	1,76681	-2,52649	-0,75968
22	3251,28149	1,41902	-2,15487	-0,73585
23	2258,69849	-0,72101	5,38489	4,66388
24	2156,50561	-0,36058	5,58980	5,22922
25	2308,52954	-0,26512	5,75654	5,49141
26	2121,32519	-0,60039	5,25876	4,65837
27	1650,73339	0,77720	4,32367	5,10087
28	2294,12671	-0,74678	5,39844	4,65166
29	2129,73096	-0,05851	5,10498	5,04648

30	2442,09692	-0,81494	5,97632	5,16138
31	1925,17981	-0,59525	4,79709	4,20183
32	2509,46289	-0,71192	5,88552	5,17360

**Tabela 13.** Teste T dos coeficientes  $\beta_{1i}$  e  $\beta_{2i}$ , de 32 genótipos de soja, utilizando o método descrito por Cruz; Torres; Vencovsky (1989), para produtividade de grãos (g/par) em cinco locais, na safra 2004/2005.

Genótipo	T ( $\beta_1 = 1$ )	(P<0,01)	T ( $\beta_1 + \beta_2 = 1$ )	(P<0,01)	T ( $\beta_1 = 1$ )	(P<0,01)
1	-2,5910	**	-11,1892	**	-8,7100	**
2	5,0497	**	-3,8358	**	-5,7408	**
3	7,0523	**	-4,2443	**	-7,0318	**
4	2,6703	**	-3,9504	**	-4,7384	**
5	1,1346	Ns	-2,8633	**	-3,0629	**
6	-0,3513	Ns	-3,6633	**	-3,0822	**
7	3,8353	**	-4,4565	**	-5,7273	**
8	3,3998	**	-2,7986	**	-4,0565	**
9	0,5816	Ns	-0,3826	Ns	-0,6088	Ns
10	-0,2984	Ns	-1,4073	Ns	-1,1083	Ns
11	1,6026	Ns	1,4966	Ns	0,5822	Ns
12	1,7210	Ns	-3,9459	**	-4,2940	**
13	2,2731	*	-3,1141	**	-3,8132	**
14	7,3882	**	-2,9268	**	-6,0205	**
15	2,6662	**	-4,3714	**	-5,1094	**
16	2,2835	*	-2,0031	*	-2,8339	**
17	-0,5577	Ns	-1,9101	Ns	-1,4333	*
18	1,9271	Ns	-1,9101	Ns	-2,5861	**
19	3,3903	**	-5,6878	**	-6,6115	**
20	2,5963	**	-3,4613	**	-4,2708	**
21	2,7185	**	-3,2673	**	-4,1556	**
22	1,4855	Ns	-3,2230	**	-3,5443	**
23	-6,1013	**	6,8028	**	8,8571	**
24	-4,8235	**	7,8525	**	9,1941	**
25	-4,4851	**	8,3393	**	9,4683	**
26	-5,6737	**	6,7926	**	8,6496	**
27	-0,7899	Ns	7,6142	**	7,1116	**
28	-6,1927	**	6,7801	**	8,8793	**
29	-3,7526	**	7,5132	**	8,3967	**
30	-6,4343	**	7,7265	**	9,8299	**
31	-5,6555	**	5,9449	**	7,8902	**
32	-6,0691	**	7,7492	**	9,6805	**

\* Significativo a 5% de probabilidade; \*\* Significativo a 1% de probabilidade; NS Não significativo.

O método proposto por Cruz; Torres; Vencovsky (1989) baseia-se na análise de regressão bissegmentada, tendo como parâmetros de adaptabilidade, a média ( $\beta_{0i}$ ) e a resposta linear aos ambientes desfavoráveis ( $\beta_{1i}$ ) e aos ambientes favoráveis ( $\beta_{1i} + \beta_{2i}$ ). A estabilidade das cultivares foi avaliada pelos desvios da regressão  $\sigma_{di}^2$  de cada genótipo, em função das variações ambientais, e completada com o coeficiente de determinação  $R^2$ .

Houve efeitos significativos ( $P < 0,01$ ) quanto aos ambientes, genótipos e interação genótipos x ambientes, o que evidencia o

comportamento diferenciado entre as linhagens avaliadas por causa das variações ambientais, Tabela 6.

Pelo método de Cruz; Torres; Vencovsky (1989), busca-se como cultivar ideal aquela que apresenta alta produtividade média ( $\beta_0$ ), adaptabilidade nos ambientes desfavoráveis ( $\beta_{1i} < 1$ ), capacidade de responder à melhoria ambiental ( $\beta_{1i} + \beta_{2i} > 1$ ) e, variância dos desvios de regressão igual a zero ( $\sigma_{di}^2 = 0$ ).

Há respostas significativas às variações ambientais tanto nos ambientes favoráveis quanto

nos desfavoráveis, para todos os genótipos estudados, conforme evidenciado pela significância dos quadrados médios da regressão linear bissegmentada (Tabela 12).

O genótipo preconizado como ideal, ou seja, aquele com média alta,  $\beta_{1i} < 1$ ,  $\beta_{1i} + \beta_{21} > 1$  e  $T^2_{\delta i} = 0$ , não se encontra entre os genótipos.

## CONCLUSÕES

O programa de Melhoramento Genético de Soja da Universidade Federal de Uberlândia tem selecionado genótipos produtivos que podem ser indicados para semeadura em vários ambientes agrícolas e outros com adaptação específica.

A interação genótipo x local foi significativa e evidenciou um diferencial no comportamento das linhagens avaliadas nos diferentes locais.

As linhagens que mais se destacaram nos ambientes favoráveis em produtividade de grãos foram 5, 8, 9, 13, 15, 16, 18, 19, 20 e 21.

Os locais mais favoráveis, onde houve a maior produtividade foram Bela Vista e Campo Alegre.

Os locais Goiatuba, Porangatu e Rio Verde foram considerados desfavoráveis.

A linhagem 11 destacou-se nos ambientes favoráveis, mas de baixa estabilidade e regular previsibilidade.

A linhagem 9 apresentou adaptação ampla e estabilidade geral.

---

**ABSTRACT:** This work had the objective to evaluate the character of soybean lines, the Program of Genetic Improvement of soybean of the Federal University of Uberlândia, in the county of Goiatuba, Rio Verde, Bela Vista, Campo Alegre and Porangatu, in the State of Goiás. 27 lines of late cycle had been evaluated and having as check cultivars M-Soy 866, Guarantee, M-Soy 8800, Chapadões and M-Soy 8411, sown in the agricultural year of 2004/2005. The experimental design was randomized blocks, with 3 replications. 32 genotypes in each county. The parcel formed by four rows of 5 meters of length, spaced 0,45m between rows. Was evaluated productivity grain yield (PG). The methodologies that quantify the used adaptability and/or fenotype stability had been simple linear regression of Eberhart and Russell; bissegmentada linear regression of Cruz; Torres and Vencovsky. The method of Eberhart and the Russell, outstanding the strain 9, for gather good grain yield, adaptability and stability in the test places.

**KEYWORDS:** Adaptability. Stability. Soybean genotypes.

---

## REFERÊNCIAS

ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype– environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science, Madison** v. 4, n. 5, p. 503-508, 1964.

ALLIPRANDINI, L. F.; TOLEDO, J. F. F.; FONSECA JÚNIOR, N.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S. Análise de adaptação e estabilidade de genótipos de soja no estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 8, p. 1321-1328, 1998.

ALLIPRANDINI, L. F. **Estudo dos efeitos ambientais, estabilidade, adaptabilidade e ganho genético em linhagens de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no Estado do Paraná**. 1992. 122f. Tese (Mestrado)– Universidade Estadual de Londrina, Londrina. 1992.

ALMEIDA, L. A. de; KIIHL, R. A. S. Melhoramento da soja no Brasil – desafios e perspectivas. In: CÂMARA, G. M. **Soja: tecnologia da produção**. Piracicaba: Publique, 1998. p. 40-54.

ARIAS, C. A. A. Potencial genético da soja: progressos e limitações para alta produtividade. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7.; INTERNATIONAL SOYBEAN PROCESSING AND UTILIZATION CONFERENCE, 4.; Brazilian Soybean Congress, 3.; 2004. **Proceedings...** Foz do Iguaçu: Embrapa-Cnpsoja. p. 1263-1268.

AZEVEDO, V. H. de. **Estratificação ambiental, adaptabilidade e estabilidade de produção de grãos e genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso e São Paulo**. 2004. 140f. Tese (Doutorado Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2004.

- BOOTE, K. J.; JONES, J. W.; BATCHELOR, W. D.; NAFZIGER, E. D.; MYERS, O. Genetic coefficients in the CROPGRO-Soybean Model. **Agronomy Journal**, Madison, v. 95, p. 32-51, 2003.
- CARVALHO, C. G. P.; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; OLIVEIRA, M. F. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 989-1000, 2002.
- COMSTOCK, R. E.; MOLL, R. H. Genotype – Environment Interactions. In: HANSON, W. D.; ROBINSON, H. F. (Eds.). **Statistical genetics and plant breeding**. Publication, 982. Washington, D. C.: [s. n.], 1963. p. 164-196.
- CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. A.; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 2, p. 567-580, 1989.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390p.
- EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison, v. 6, n. 1, p. 36-40, jan./feb. 1966.
- FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió: Edufal, 1996. 606p.
- FINLAY, K.W.; WILKINSON, G. N. The analysis of adaptation in a plant–breeding programme. **Australian Journal Agriculture Research**, Melbourne, v. 14, n. 6, p. 742-754, jan. 1963.
- FRANÇA NETO, J. B. Perspectivas futuras da cultura da soja no Brasil: produção, produtividade, expansão de área. In: VII World Soybean Research Conference, IV International Soybean Processing and Utilization Conference, III Brazilian Soybean Congress. **Proceedings...** Foz do Iguaçu, PR, Brazil, 2004. p. 1203-1209.
- HAMAWAKI, O. T.; SANTOS, P. G. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de milho avaliados por meio do modelo de regressão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 195-199, 2003.
- HAMAWAKI, O. T. **Potencial de progênes selecionadas em cruzamentos óctuplos de soja com ênfase na produtividade de óleo**. 1998. Tese (Doutorado)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1998.
- 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. 3, p. 193-198, 1988.
- LOPES, A. C. A.; VELLO, N. A.; PANDINI, F.; ROCHA, M. M.; TSUTSUMI, C. Y. Variabilidade e correlações entre caracteres em cruzamentos de soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 1-11, 2002.
- LOPES, A. C. C.; VELLO, N. A.; PANDINI, F.; ROCHA, M. M.; TSUTSUMI, C. Y. Variabilidade e correlações entre caracteres em cruzamentos de soja. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 1-11
- MORAIS, L. K. de; PINHEIRO, J. B.; MPOURA, M. F.; AGUIAR, A. V.; DUARTE, J. B.; CARBONELL, S. A. M.; ZUCCHI, M. I.; MOURA, N.F. Estabilidade e adaptabilidade de cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura utilizando a metodologia AMMI. **Bioscience. Journal.**, Uberlândia, v. 19, n. 1, p. 7-14, jan./abr. 2003.
- OLIVEIRA, A. B. de. **Interação de genótipos com ambientes em linhagens experimentais de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. 2002. 57f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Mestrado em Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiânia. 2002.

- OLIVEIRA, A. M. S. **Estabilidade fenotípica de 28 cultivares de soja em solos sob cerrado no Brasil Central**. 2002. 90f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Agrárias – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2002.
- OLIVEIRA, E. de. **Comportamento de Genótipos de soja quanto as doenças de final de ciclo e qualidade de sementes em diferentes ambientes do Estado de Goiás**. 2003. 167f. Tese (Doutorado) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2003.
- OLIVEIRA, A. B.; DUARTE, J. B.; PINHEIRO, J. B. Emprego da análise AMMI na avaliação da estabilidade produtiva em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 357-364, mar. 2003.
- OLIVEIRA NETO, J. O. de. **Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja em Minas Gerais e Goiás**. 2004. 92f. Dissertação (Mestrado)–Instituto de Ciências Agrárias–Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2004.
- PINTHUS, M. J. Estimate of genotypic value: a proposed method. **Euphytica**, Wageningen, v. 22, n. 1, p. 121-123, 1973.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamias: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: Ed. UFG, 1993. 271 p.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 6.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 906p.
- RAO, M. S. S.; MULLINIX, B. G.; RANGAPPA, M.; CEBERT, E.; BHAGSARI, A. S.; SAPRA, V. T.; JOSHI, J. M.; PADSON, R. B. Genotype x environment interactions and yield stability of food-grade soybean genotypes. **Agronomy Journal**, v. 94, p. 72-80, 2002.
- ROBERTSON, A. **Experimental design on the measurement of heritabilities and genetic correlations: biometrical genetics**. New York: Pergamon, 1959. 186p.
- ROCHA, M.M. **Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica**. 2002.173f. Tese (Doutorado)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2002.
- ROSSMANN, H. **Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos de uma população de soja avaliada em quatro anos**. Piracicaba, 2001, 80f. Dissertação (Mestrado)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2001.
- SEDIYAMA, C. S.; OLIVEIRA, A. B. de; SEDIYAMA, T.; REIS, M. S.; DUTRA, J. H.; PEREIRA, M. G. Adaptabilidade e estabilidade de genótipo de soja em Minas Gerais. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 3., 1984, Londrina. **Anais...** Londrina: EMBRAPA-CNPS, 1984. p. 493-501.
- SILVA, J. G. C.; BARRETO, J. N. aplicação da regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo x ambiente. In: SIMPÓSIO DE EXPERIMENTAÇÃO AGRÍCOLA, 1., 1985, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 1985. p. 49-50.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/STAT software: changes and enhancements through release 6.12**. (software). Cary: SAS INSTITUTE, 1997. 1116p.
- TREVISOLI, S. H. U. **Estabilidade fenotípica e potencialidade de progênies obtidas por cruzamentos óctuplos em soja**. 1999. 228f. Dissertação (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 1999.

- VARGAS, S. M.; CROSSA J.; EEUWIJ K. F.; SAYRE, K. D.; REYNOLDS, M. P. Interpreting treatment x environment interaction in agronomy trials. **Agronomy Journal, Madison**, v. 93, p. 949-960, 2001.
- VICENTE, D.; PINTO, R. J. B.; SCAPIM, C. A. Análise da adaptabilidade e estabilidade de linhagens elite de soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 301-307, 2004.
- VIEIRA, P. F. de M. J. **Adaptabilidade, estabilidade, herdabilidade e correlações entre características em cultivares de soja, em Goiás**. 2003. 79f. Dissertação (Mestrado) – Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2003.
- WARNER, J. N. A Method for Estimating Heritability. **Agronomy Journal**, [S. l.], p. 427-430, 1952.
- WRICKE, G. Zur berechnung der okovalenz bei sommerweizen und hafer. **Zeitschrift Pflanzszuchtg**, [S. l.], v. 52, p. 127-138, 1965.
- XU, B.; ZHEN, H.; LU, Q.; ZHAO, S.; HU, Z. Three evidence of the original area of soybean. In: World Soybean Research Conference. **Proceedings...** Buenos Aires, 1988. Buenos Aires: Association Argentina de la Soja, 1989. p. 124-128.
- YAN, W.; RAJCAN, I. Biplot analysis of test sites and trait relations of soybean in Ontario. **Crop Science**, v. 42, p. 11-20, 2002.
- ZOBEL, R. W.; MADISON, J. W.; GAUCH JÚNIOR, H. G. Statistical analysis of a yield trial.