

## Adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o caráter rendimento de grãos em cultivares de soja para o Estado do Ceará<sup>1</sup>

Adaptability and phenotypic stability to the character in grain yield varieties of soybeans for the State of Ceará

Francisco Tiago Cunha Dias<sup>2\*</sup>, João Bosco Pitombeira<sup>3</sup>, Elizita Maria Teófilo<sup>4</sup> e Felipe de Sousa Barbosa<sup>5</sup>

**Resumo** - Com o objetivo de avaliar a adaptabilidade e estabilidade da produção de sete cultivares de soja utilizando a metodologia proposta por Eberhart e Russell (1966), foram realizados ensaios de competição de cultivares em quatro ambientes do Ceará ((Pentecoste (2005), Quixadá (2005), Pentecoste (2006) e Quixadá (2006)). Foram utilizadas as cultivares: BRS TRACAJÁ, MA BR 97 1665, BRS JUÇARA, BRS MA 165 SERIDÓ, BRS 219 BOA VISTA, BRS CANDEIA e BRS SAMBAÍBA. As cultivares BRS TRACAJÁ e MA BR 97 1665 apresentaram coeficientes de regressão inferior à unidade ( $\beta_i < 1$ ) e médias de produção de grãos acima da média geral indicando adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis. A cultivar BRS JUÇARA apresentou um coeficiente de regressão superior à unidade ( $\beta_i > 1$ ) e uma produção de grãos inferior à média geral, demonstrando adaptabilidade específica a ambientes favoráveis. As cultivares BRS MA 165 SERIDÓ, BRS 219 BOA VISTA e BRS CANDEIA obtiveram coeficiente de regressão igual à unidade ( $\beta_i = 1$ ) e produção inferior à média. As cultivares BRS TRACAJÁ, BRS SAMBAÍBA e MA BR 97 1665 apresentaram produção de grãos acima da média geral, ampla adaptabilidade, demonstrando potencial para serem cultivadas no Estado do Ceará.

**Palavras chave** - *Glycine max*. Eberhart e Russell. interação genótipo x ambiente.

**Abstract** - With the objective of evaluating the adaptability and stability of seven genotypes of soy (*Glycine max* (L.) Merrill) in grain production, the methodology proposed by Eberhart e Russell (1966) was used. Four competition assays were done in the State of Ceara ((Pentecoste (2005), Quixadá (2005), Pentecoste (2006) and Quixadá (2006)). The cultivars BRS TRACAJÁ and ME BR 97 1665 had presented coefficients of regression below the unit ( $\beta_i < 1$ ) and production of grains above the general average, indicating favorable adaptability to the tested environments. The cultivars BRS JUÇARA ( $\beta_i > 1$ ) presented a coefficient of regression above unit and a production of grains below the general average, demonstrating adaptability to favorable environments. The cultivars BRS ME, 165 SERIDÓ, 219 BRS Boa Vista and BRS CANDEIA, presented regression coefficients equal to the unit ( $\beta_i = 1$ ) and production below average. The cultivars BRS TRACAJÁ, BRS SAMBAÍBA and MA BR 97 1665, detached from the others by presenting production of grains above the general average, ample adaptability, demonstrating potential to be cultivated in the State of the Ceará.

**Key words** - *Glycine max*. Eberhart e Russell. interaction environment x genotype.

\*autor para correspondência

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 17/10/2007; aprovado em 15/12/2008

Parte da Monografia apresentada pelo primeiro autor à Universidade Federal do Ceará, 2007

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Aluno de mestrado em Fitotecnia, CCA/UFC; Bloco 805, Caixa Postal 6035 Campus do Pici, CEP: 60356-000, Fortaleza-CE, ftdcdias@gmail.com

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, Ph. D., Prof. do Dep. de Fitotecnia, CCA/UFC, pitomba@ufc.br

<sup>4</sup>Eng. Agrônoma, D.Sc., Pesquisadora do Dep. de Fitotecnia, CCA/UFC; elizita@ufc.br

<sup>5</sup>Eng. Agrônomo, Aluno de mestrado em Ciências do Solo, CCA/UFC; felipesbarbosa@gmail.com

## Introdução

No Brasil, a soja é cultivada em todas as regiões do país (ROCHA et al., 2006; DIAS, 2007). A recomendação de cultivares adaptados à região com alta produção de grãos, proteína e óleo deve ser precedida por análises em diferentes ambientes, uma vez que o desempenho do genótipo, tratando-se de caracteres contínuos, resulta não só dos efeitos do genótipo, mas também dos efeitos de ambiente e da interação genótipo x ambiente (G x E) (ALLARD; BRADSHAW, 1964; EBERHART; RUSSELL, 1966; NUNES, R. P, 1998; CRUZ et al. 2004).

A interação G x E é um componente da variação fenotípica resultante do comportamento diferencial apresentado pelos genótipos, quando submetidos a mais de um ambiente (ROCHA; VELLO, 1999). Quanto maior a diversidade genética entre os genótipos e entre os ambientes, maior será a importância da interação G x E (BORÉM, 2005), fato considerado como o principal complicador do trabalho do melhorista, exigindo que o melhoramento seja realizado nas condições em que o genótipo será utilizado. Pela importância desta interação, cabe ao melhorista avaliar a sua magnitude e significância, quantificar seus efeitos sobre as técnicas de melhoramento e estratégias de difusão de tecnologia e ainda fornecer subsídios que possibilitem adotar procedimentos para a sua minimização e/ou seu aproveitamento (CRUZ et al., 2004).

Quando verificado a existência da interação significativa entre genótipos e ambientes, utilizam-se técnicas para identificar genótipos adaptados e estáveis a ambientes específicos. Segundo Eberhart e Russell (1966), a adaptabilidade refere-se à capacidade dos genótipos apresentarem vantajosamente os estímulos do ambiente. Já o estudo da estabilidade fenotípica permite sintetizar o enorme volume de informações obtido, caracterizando a capacidade produtiva, a adaptação às variações de ambiente e a estabilidade de novos genótipos (RAIZER; VENCOVSKY, 1999).

Dentre os métodos utilizados na estimativa da interação G x E, o método proposto por Eberhart e Russel (1966) é o mais utilizado, onde de acordo com Vencovsky e Barriga (1992) é o único viável com um número pequeno de ambientes. No método proposto por Eberhart e Russel (1966), os parâmetros que expressam a adaptabilidade e a estabilidade são a média, a resposta linear à variação ambiental e o desvio da regressão para cada genótipo (CRUZ, 2001). Sendo assim, este trabalho teve por objetivo estimar e avaliar os parâmetros adaptabilidade e estabilidade fenotípica para o caráter rendimento de grãos em sete cultivares de soja em quatro ambientes do estado do Ceará a partir da metodologia proposta por Eberhart e Russel (1966), no sentido de viabilizar a recomendação aos agricultores do Estado.

## Material e métodos

Foram realizados quatro ensaios de competição de cultivares nos anos agrícolas de 2005 e 2006, sendo dois instalados na Fazenda Experimental Vale do Curú, localizada no município de Pentecoste, situada a 3° 47' latitude sul, 39° 16' Grm longitude oeste, altitude de 45 m, cujo clima é caracterizado como BSw's' segundo a classificação de Koppen (1918) e dois instalados na Fazenda Lavoura Seca, localizada no município de Quixadá, precisamente no Sertão Central do Estado, situada na 4° 59' latitude sul, 39° 01' Grm longitude oeste, altitude de 190 m, cujo clima é caracterizado como Aw' (KOPPEN, 1918). Ambas as fazendas pertencem ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC).

A combinação de cada ano e local resultou na formação de quatro ambientes: Pentecoste (2005), Quixadá (2005), Pentecoste (2006) e Quixadá (2006). O preparo do solo foi semelhante em todos os ambientes trabalhados, constituindo-se de uma roçada seguida de uma gradagem. Em todos os ambientes, realizou-se, por ocasião do plantio, uma adubação de semeadura de acordo com as recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará (UFC, 1993). Foi realizado o controle de pragas e plantas invasoras de acordo com a necessidade da cultura.

Utilizou-se o Delineamento Experimental em blocos ao acaso com quatro repetições. A unidade experimental foi composta por seis fileiras de 5,0 m de comprimento, utilizando um espaçamento entre fileiras de 0,5 m e 15 plantas por metro linear. A área útil da parcela foi composta pelas quatro fileiras centrais, eliminando-se 0,5 m da extremidade de cada fileira, totalizando uma área de 8 m<sup>2</sup>.

Realizou-se a análise de variância conjunta dos ensaios e para a avaliação da adaptabilidade e estabilidade utilizou-se a metodologia proposta por Eberhart e Russell (1966), de acordo com o modelo (equação 1):

$$Y_{ij} = \beta_{oi} + \beta_{ii}I_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

em que:

$Y_{ij}$  é a média do genótipo  $i$ ;  $\beta_{oi}$  representa a média geral do genótipo  $i$ ;  $\beta_{ii}$  corresponde ao coeficiente de regressão linear representando a resposta do  $i$ -ésimo genótipo à variação do ambiente  $j$ ;  $I_j$  é o índice ambiental;  $\delta_{ij}$  representa os desvios da regressão e  $\varepsilon_{ij}$ , o erro experimental médio.

A média de cada genótipo ( $\beta_{oi}$ ) foi estimada de acordo com a equação  $\beta_{oi} = Y/p$  em que  $Y_i$  é a produtividade em grãos do  $i$ -ésimo genótipo em todos os

ambientes; e “p”, o número de ambientes. O coeficiente de regressão linear ( $\beta_{ij}$ ) foi estimado de acordo com a equação 2 ,

$$\beta_i = \frac{\sum_{j=1}^n Y_{ij} I_j}{\sum_{j=1}^n I_j^2} \quad (2)$$

em que

$Y_{ij}$  - média do genótipo “i” no ambiente “j”;  $I_j$  - índice ambiental, calculado pela equação 3:

$$I_j = [(Y_j/p) - (Y/pn)] \quad (3)$$

Sendo  $Y_j$  - média de todos os genótipos no ambiente “j”;  $Y$  - média geral;  $n$  - número de genótipos;  $p$  - número de ambientes.

As estimativas do parâmetro de adaptabilidade são obtidas pela média do genótipo ( $\beta_{oi}$ ) e pela resposta linear do genótipo ( $\beta_{ii}$ ). No método de Eberhart e Russell (1966), a adaptabilidade é compreendida como a capacidade do genótipo responder à melhoria do ambiente. Entende-se por adaptabilidade geral os genótipos com  $\beta_{ii}=1$ ; adaptabilidade específica a ambientes favoráveis aqueles com  $\beta_{ii}>1$  e adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis aqueles com  $\beta_{ii}<1$ . A estimativa dos parâmetros de estabilidade é dada equação 4:

$$\sigma^2 di = \sum \delta^2 ij / (a - 2) \quad (4)$$

sendo: “a” o número de ambientes. A estabilidade refere-se à previsibilidade do genótipo em relação ao modelo linear de regressão. O coeficiente de determinação ( $R^2_i$ ), parâmetro auxiliar de estabilidade fenotípica, sugerido por Pinthus (1973), foi obtido de acordo com a equação  $R^2_i = [(SQR.Linear)_i / SQ(A/B)] \times 100$  , em que  $(SQR.Linear)_i$  é a soma de quadrados da regressão linear do genótipo “i” e  $SQ(A/G)_i$  é a soma de quadrados de ambientes dentro do genótipo “i”.

Os genótipos considerados estáveis são aqueles com desvios da regressão não significativos e os instáveis os com desvios significativos (PITOMBEIRA et al., 2002). A análise referente aos parâmetros adaptabilidade e estabilidade foi realizada com o auxílio do programa computacional Genes (CRUZ, 2001).

## Resultados e discussão

Na Tabela 1, está apresentada o resumo da análise de variância conjunta, podendo ser verificado efeitos significativos dos fatores ambientes, cultivares e da interação cultivar x ambiente. Tal resultado pode estar revelando um possível comportamento diferenciado das

cultivares frente aos ambientes, fato este que justifica o estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica.

**Tabela 1** - Resumo da análise de variância conjunta a que foram submetidos os dados de rendimentos de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) de cultivares de soja produzida em quatro ambientes do Estado do Ceará

Causas da variação	GL	Quadrados médios
Blocos	3	694018,82*
Ambiente	3	7331921,85 **
Cultivares	6	420345,13 *
Ambiente X Cultivar	18	403354,88 **
Resíduo	81	141874,83
Total	111	-
Média (kg ha <sup>-1</sup> )		1672,42
CV %		22,52

\*significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Os resultados da análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica, segundo a metodologia de Eberhart e Russell (1966), são apresentados na Tabela 2. Foram observadas diferenças significativas pelo teste F ( $P < 0,01$ ) para os efeitos dos genótipos, ambientes e interação G x E. Segundo Peluzio et al. (2005) e Rocha (2006) a significância destes fatores sugere que os genótipos e os ambientes apresentaram variabilidade e que os genótipos estudados comportaram-se diferencialmente frente aos ambientes avaliados. Deste modo, foi necessária uma avaliação mais aprofundada sobre o comportamento individual dos genótipos no sentido de identificar suas magnitudes de interação com os ambientes.

Na Tabela 2, verifica-se que o efeito dos ambientes foi responsável pela maior parte da variação dos tratamentos (69,21%), seguido pelo efeito da interação G x E (22,85%) e por último o efeito dos genótipos (7,94%). Resultados semelhantes foram encontrados por Pereira e Costa (1998) e por Rocha (2006), onde a grande magnitude para a soma de quadrados de ambientes indica que eles foram variáveis, com grandes diferenças entre as médias ambientais. Já o desdobramento da soma de quadrados da interação genótipo ambiente e do componente de variação genético apresentam-se em menor magnitude, resultados semelhantes a estes são encontrados nos trabalhos de Prado et al. (2001) e Vicente et al. (2004), onde os autores estudando a adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em Rondônia e Rio Grande Sul, respectivamente,

**Tabela 2** - Resumo da análise de variância de acordo com a metodologia de Eberhart e Russell (1966)

Causas da variação	GL	QM	Soma de quadrados (%)
Ambiente (E)	3	7331955,34**	69,21
Genótipo (G)	6	420341,41**	7,94
G x E	18	403355,53**	22,85
E/G	21	1393155,50**	
E linear	1	21995866,02**	75,18
G x E linear	6	589019,67**	12,08
Desvio combinado (E/G)	14	266162,96**	12,74
Resíduo	81		

\*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

verificariam que a maior parte da variação fenotípica se deve a variação ambiental.

Observa-se, também, na Tabela 2, que o efeito do ambiente linear foi importante, haja vista que os ambientes apresentaram variações significativas nas médias dos genótipos. A significância da fonte de variação interação G X E linear indica que houve diferença estatística entre os coeficientes de regressão linear de cada genótipo e que grande parte da interação G x E pode ser explicada pela regressão linear entre os genótipos e os diversos ambientes.

A significância dos desvios combinados da regressão indica que tanto os componentes lineares como os não lineares da estabilidade estão envolvidos na performance dos genótipos nos ambientes.

A média geral do genótipo, o coeficiente de regressão linear, os desvios de regressão e o coeficiente de determinação de cada genótipo estudado encontram-se na Tabela 3. Verifica-se nesta tabela que os genótipos BRS MA

165 SERIDÓ, BRS 219 BOA VISTA, BRS SAMBAÍBA e BRS CANDEIA apresentaram o coeficiente de regressão linear igual à unidade ( $\beta = 1$ ) indicando adaptabilidade ampla, no entanto somente o genótipo BRS SAMBAÍBA aliou um coeficiente de regressão linear, igual à unidade, com a média acima da média geral.

O genótipo BRS JUÇARA apresentou coeficiente de regressão linear acima da unidade ( $\beta > 1$ ) e média inferior a média geral sugerindo adaptabilidade a ambientes favoráveis. Segundo Borém (2005), esse tipo de genótipo seria o ideal se as condições ambientais pudessem ser controladas para alta performance.

Os genótipos BRS TRACAJÁ e MA BR 97 1665 apresentaram coeficiente de regressão linear inferior à unidade ( $\beta < 1$ ) e média superior à média geral, indicando adaptabilidade a ambientes desfavoráveis. Resultados contrários foram encontrados por Peluzio et al. (2005), onde os autores, trabalhando com as cultivares BRS TRACAJÁ e BRS SAMBAÍBA em diferentes ambientes do Rio grande do sul, verificaram coeficientes de regressão

**Tabela 3** - Médias, coeficiente de regressão linear ( $\beta_{li}$ ), desvios da regressão linear ( $\delta_{ij}$ ) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) segundo a metodologia de Eberhart e Russell (1966) para a produção de grãos de genótipos de soja

Cultivares	Média (kg ha <sup>-1</sup> )	$\beta_{li}$	$\delta_{ij}$	$R^2$
BRS TRACAJÁ	1882,87	0,52**	792,69**	99,25
BRS JUÇARA	1555,41	1,84**	145934,72**	90,12
BRS MA 165 SERIDÓ	1511,10	1,04ns	21982,14**	95,07
BRS 219 BOA VISTA	1585,36	1,14ns	30844,36**	94,35
BRS SAMBAÍBA	1893,58	0,94ns	145903,06**	70,40
BRS CANDEIA	1552,88	0,91ns	105893,73**	75,27
MA BR 97 1665	1725,72	0,61**	14432,73**	91,06
CV (%)	22,52			
Média geral (kg ha <sup>-1</sup> )	1672,42			

<sup>ns</sup>não significativo; \*significativo a 5% de probabilidade; \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

linear igual à unidade ( $\beta=1$ ). A contradição entre estes resultados, provavelmente, se deve ao fato dos genótipos utilizados por estes autores já serem adaptados às condições edafoclimáticas do Rio Grande do Sul, apresentando assim um comportamento diferenciado entre os diversos ambientes. Falconer (1989) relata que quando um mesmo conjunto de genes se expressa em diferentes ambientes, as diferenças nas respostas podem ser explicadas pela heterogeneidade das variâncias genéticas e ambientais ou por ambas; e, quando diferentes conjuntos gênicos se expressam em ambientes distintos, as diferenças nas respostas explicam-se por uma inconsistência das correlações genéticas entre os valores de um mesmo caráter em dois ambientes.

Com relação aos parâmetros que avaliam a estabilidade fenotípica: coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e os desvios de regressão ( $\delta_{ij}$ ) observa-se, na Tabela 3, que todos os desvios de regressão ( $\delta_{ij}$ ) foram estatisticamente significativos, indicando baixa estabilidade. Em casos como este, Pinthus, (1973) recomenda a utilização do coeficiente de determinação  $R^2$  em substituição ao parâmetro  $\delta_{ij}$ , em virtude da alta correlação positiva entre estes dois parâmetros. Analisando os coeficientes de determinação, observa-se que, com exceção dos genótipos BRS SAMBAÍBA (70,40%) e BRS CANDEIA (75,27%), todos os genótipos apresentaram  $R^2$  acima de 80%. Raizer e Vencovsky (1999) relatam que o coeficiente de determinação superior a 80% representa uma baixa dispersão dos dados, indicando alta confiabilidade no tipo de resposta ambiental determinado pelas regressões. Segundo Cruz e Regazzi (2004), esse valor deve ser utilizado como referencial para que a regressão explique satisfatoriamente o comportamento de um genótipo em função de um ambiente.

No que se refere ao estudo dos ambientes verificase, na Tabela 4, as médias e o índice ambiental dos ambientes estudados.

Os ambientes Pentecoste (2005) e Quixadá (2005) foram considerados desfavoráveis, pois apresentaram índice ambiental negativo e médias inferiores a média geral, ou seja, proporcionaram uma diminuição das médias de produção dos genótipos menor que a média

**Tabela 4** - Média ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e índice ambiental dos ambientes estudados segundo a metodologia de Eberhart e Russell (1966)

Ambientes	Média ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	Índice ambiental
Pentecoste (2005)	1562,75	-109,66
Quixadá (2005)	1059,05	-613,36
Pentecoste (2006)	1773,21	100,80
Quixadá (2006)	2294,64	622,23

geral de todos os experimentos resultando em índices ambientais negativos. Já os ambientes Pentecoste (2006) e Quixadá (2006) possibilitaram média de produção dos genótipos maior que a média geral de todos os ensaios, resultando, portanto, em índices ambientais positivos, sendo classificados como ambientes favoráveis.

## Conclusão

Os genótipos BRS TRACAJÁ, BRS SAMBAÍBA e MA BR 97 1665 apresentam potencialidade para serem cultivados no Estado do Ceará.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Federal do Ceará (UFC) pelo apóio institucional e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor.

## Referências

- ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotype-environment interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, v. 4, n. 02, p. 503-507, 1964.
- BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. 4 ed. Viçosa: UFV, 2005. 525p.
- CONAB, 2006. Disponível em <www.conab.gov.br> Acesso em 01 de Setembro de 2006.
- CRUZ, C. D. **Programa GENES; Aplicativo Computacional Em Genética E Estatística**. Viçosa: Editora UFV, 2001, 648p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.
- DIAS, F. T. C. **Adaptabilidade e estabilidade da produção de cultivares de soja no estado do Ceará**. Fortaleza, CE. 2007. 84p. Monografia – Curso de Agronomia. Universidade Federal do Ceará.
- EBERHART, S. A.; RUSSEL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v. 1, n. 05, p. 36-40, 1966.
- FALCONER, D. S. **Introduction to quantitative genetics**. 3.ed. Harlow: Longman, 1989. 438p.
- NUNES, R. P. **Métodos para a Pesquisa Agrônômica**. Fortaleza: UFC/Centro de Ciências Agrárias, 1998. 564p.
- PEREIRA, A. S.; COSTA, D. M. Análise de estabilidade de produção de genótipos de batata no Rio Grande do Sul. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 33, n. 04, p. 405-409, 1998.

- PELUZIO, J. M. et al. Comportamento de cultivares de soja no Sul do Estado do Tocantins. **Bioscience Journal**, v. 21, n. 03, p. 113-117, 2005.
- PINTHUS, M. J. Estimate of genotypic value: a proposed method. **Euphytica**, v. 22, p. 121-123, 1973.
- PITOMBEIRA, J. B. et al. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de sorgo forrageiro em cinco ambientes do Estado do Ceará. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 33, n. 01, p. 20-24, 2002.
- PRADO, E. E. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 36, n. 04, p. 625-635, 2001.
- RAIZER, A. J.; VENCOVSKY, R. Estabilidade fenotípica de novas variedades de cana-de-açúcar para o estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 12, p. 2241-2246, 1999.
- ROCHA, M. M; VELLO, N. A. Interação genótipos e locais para rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação. **Bragantia**, v. 58, n. 01, p. 69-81, 1999.
- ROCHA, M. M. et al. Correlações entre parâmetros de adaptabilidade e estabilidade da produtividade de óleo em soja. **Ciência Rural**, v. 36, n. 03, p. 772-777, 2006.
- UFC. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1993. 248p.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. Genética biométrica no fitomelhoramento. **Revista Brasileira de Genética**, 1992, 496p.
- VICENTE, D.; PINTO, R. J. B.; SCAPIM, C. A. Análise da adaptabilidade e estabilidade de linhagens elite de soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 26, n. 03, p. 301-307, 2004.