



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1413-1455

Novembro, 2003

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento***

## **48**

### **Comportamento Produtivo de Genótipos de Soja no Município de Piracicaba, São Paulo**

*Maurisrael de Moura Rocha*

*Natal Antonio Vello*

*Ângela Celis de Almeida Lopes*

*Maria Clideana Cabral Maia*

**Teresina, PI  
2003**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Meio-Norte**

Av. Duque de Caxias, 5650, Bairro Buenos Aires  
Caixa Postal 01  
CEP. 64006-220  
Teresina, PI,  
Fone: (86) 225-1141  
Fax: (86) 225-1142.  
Home page: www.cpamn.embrapa.br.  
Vendas: sac@cpamn.embrapa.br.

**Comitê de Publicações**

**Presidente:** Edson Alves Bastos

Secretário executivo: Úrsula Maria Barros de Araújo

Membros: Aderson Soares de Andrade Júnior, Edson Alves Bastos, Edvaldo Sagrilo, Cristina Arzabe, José Almeida Pereira, Francisco José de Seixas Santos e Maria do Perpétuo Socorro Cortez Bona do Nascimento,

**Supervisor editorial:** Lúgia Maria Rolim Bandeira

**Revisor de Texto:** Francisco de Assis David da Silva

**Normalização bibliográfica:** Orlane da Silva Maia

**Diagramação Eletrônica:** Jorimá Marques Ferreira

**Foto da capa:** Maurisrael de Moura Rocha

**1ª edição**

**1ª impressão** (2003): 300 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados internacionais de Catalogação na publicação (CIP)

Embrapa Meio-Norte

---

Comportamento produtivo de genótipos de soja no município de Piracicaba, São Paulo. / Maurisrael de Moura Rocha ... [et al.]. - Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2003.

19 p.; 21 cm. - (Embrapa Meio-Norte. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 48).

1. Soja - genótipo - performance. I. Rocha, Maurisrael de Moura. II. Embrapa Meio-Norte. III. Série.

CDD 633.34(21.ed)

---

© Embrapa, 2003

VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S.; MURTY, B. R. Limitations of conventional regression analysis, a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 53, n. 2, p. 89-91, 1978.

WRICKE, G.; WEBER, E. W. **Quantitative genetics and selection in plant breeding**. Berlin: Walter de Gruyter, 1986. 406 p.

YOKOMIZO, G. K. **Interação genótipos x ambientes em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão**. 1999. 171 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

YUE, G. L.; ROOZEBOOM, K. L.; SCHAPPAUGH JUNIOR., W. T.; LIANG, G. H. Evaluation of soybean cultivars using parametric and nonparametric stability estimates. **Plant Breeding**, Berlin, v. 116, n. 3, p. 271-275, 1997.

MIRANDA, F. T. S. **Interação genótipos x ambientes em linhagens de soja selecionadas para resistência ao nematóide de cisto.** 1999. 141p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

PRADO, E. E.; HIROMOTO, D. M.; GODINHO, V. P. C.; UTUMI, M. M.; RAMALHO, A. R. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 4, p. 625-635, 2001.

ROCHA, M. M. **Interação genótipos x locais em linhagens experimentais de soja com diferentes ciclos de maturação.** 1998. 98p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ROCHA, M. M.; VELLO, N. A. Interação genótipos e locais para rendimento de grãos de linhagens de soja com diferentes ciclos de maturação. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 69-81, 1999.

SOLDINI, D. O. **Interação genótipos x locais e correlações entre caracteres com ênfase na produtividade de óleo em soja.** 1993. 136p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

TOLEDO, J. F. F.; ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. F. S.; MENOSSO, O. G. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 89-94, 1990.

UNÉDA-TREVISOLI, S.H. **Estabilidade fenotípica e potencialidade de progênies obtidas por cruzamentos óctuplos em soja.** 1999. 228p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VENCOVSKY, R.; TORRES, R.A.A. Estabilidade geográfica e temporal de algumas cultivares de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., 1988, Belo Horizonte, **Anais**. Belo Horizonte: Embrapa-CNPMS, 1988. p. 294-300.

## Sumário

<b>Resumo</b> .....	<b>5</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>6</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>7</b>
<b>Material e Métodos</b> .....	<b>7</b>
<b>Resultados e Discussão</b> .....	<b>11</b>
<b>Conclusões</b> .....	<b>16</b>
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	<b>17</b>

## Referências Bibliográficas

- 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. 9, p. 1321-1328, 1998.
- ANNICCHIARICO, P. Joint regression vs AMMI analysis of genotype-environment interactions for cereals in Italy. **Euphytica**, Dordrecht, v. 94, n. 1, p. 53-62, 1997.
- BECKER, H. C.; LÉON, J. Stability analysis in plant breeding. **Plant Breeding**, Berlin, v. 101, n. 1, p. 1-23, 1988.
- BONATO, E. R.; BERTAGNOLLI, P. F.; IGNACZAK, J. C.; TRAGNAGO, J. L.; RUBIN, S. A. L. Desempenho de cultivares de soja em três épocas no Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 6, p. 879-884, 1998.
- CRUZ, C.D. **Programa genes**: aplicativo computacional em genética e estatística (software). Viçosa: Imprensa Universitária, 1997. 442 p. + 1 cd.
- KANG, M. S.; HARVILLE, B. G.; GORMAN, D. P. Contribution of weather variables to genotype x environment interaction in soybean. **Field Crops Research**, v. 21, n. 3-4, p. 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**. 1996. 145 f. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**: princípios e aplicações. Piracicaba: Potafos, 1989. 201p.

Dentre os fatores bióticos e abióticos que podem ter contribuído para a IGE, a presença do CHS e a pluviosidade, respectivamente, parecem ter tido maior influência, quando comparados com outros fatores climáticos como fotoperíodo, temperatura e umidade relativa, que praticamente não variaram com os anos agrícolas. O ano agrícola 1996/1997 foi associado com estresse ambiental nos locais ESALQ e Areão, em razão da grande infestação pelo CHS. Conforme Rocha (1998), houve baixa adaptabilidade das linhagens nos locais onde ocorreu infestação de CHS e alta adaptabilidade no local Anhemi, onde não ocorreu a doença. O baixo índice pluviométrico observado em 1996/1997 em relação aos demais anos também pode ter contribuído como um fator de estresse adicional. Segundo Annicchiarico (1997), ambientes localizados em regiões tropicais são mais propensos à ocorrência de estresses ambientais, o que pode sugerir padrões adaptativos de genótipos bastante complexos. O método da ecovalência pode ser usado quando o objetivo for apenas selecionar para adaptabilidade e estabilidade, sem o interesse de obter informações adicionais da qualidade dos ambientes nem sobre recomendações de genótipos, além de ser bastante prático e indicado principalmente na rotina de seleção de progênies superiores em etapas finais de um programa de melhoramento. Também é indicado nos casos em que a avaliação engloba poucos genótipos e ambientes.

## Conclusões

1. As linhagens USP 93-5513, USP 93-5419 e USP 93-5684 apresentam maior potencial para a produtividade de grãos.
2. A linhagem USP 93-5513 é indicada especificamente para ambientes de alta qualidade, como os relacionados com o local Anhemi.
3. A linhagem USP 93-5684 reúne genes para adaptabilidade e estabilidade.
4. A cultivar IAC-4 é altamente previsível e indicada para todos os ambientes de condução dos experimentos.

## Comportamento Produtivo de Genótipos de Soja no Município de Piracicaba, São Paulo<sup>1</sup>

Maurisrael de Moura Rocha<sup>2</sup>

Natal Antonio Vello<sup>3</sup>

Ângela Celis de Almeida Lopes<sup>4</sup>

Maria Clideana Cabral Maia<sup>5</sup>

## Resumo

Nos anos agrícolas de 1996/1997, 1997/1998, 1998/1999 e 1999/2000, 10 genótipos de soja foram submetidos a 12 ambientes do Município de Piracicaba, SP, visando conhecer o comportamento produtivo e sua estabilidade pelo método da ecovalência. Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com duas repetições. A análise de variância constatou diferenças significativas ( $P < 0,01$ ) para genótipos, ambientes e interação genótipos x ambientes (IGE). A interação anos x locais foi o efeito que contribuiu mais para a variação de ambientes, enquanto a interação genótipos x anos foi responsável pela maior parte da IGE. As linhagens USP 93-5513, USP 93-5419 e USP 93-5684 apresentam maior potencial para a produtividade de grãos. A linhagem USP 93-5513 é indicada especificamente para ambientes de alta qualidade, como os relacionados com o local Anhemi. A linhagem USP 93-5684 reúne genes para adaptabilidade e estabilidade. A cultivar IAC-4 é altamente previsível e pode ser indicada para todos os ambientes de condução dos experimentos.

Termos para indexação: adaptabilidade, estabilidade, *Glycine max*, interação genótipo x ambiente.

<sup>1</sup>Trabalho financiado com recursos do CNPq, CAPES e ESALQ/USP.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 01, CEP 64006-220 Teresina, PI.

E-mail: mmrocha@cpamn.embrapa.br

<sup>3</sup>Engenheiro agrônomo, D.Sc., ESALQ/USP - Departamento de Genética, Caixa Postal 83, CEP 13400-970 Piracicaba, SP. E-mail: naavello@esalq.usp.br

<sup>4</sup>Engenheira Agrônoma, D.Sc., CCN/UFPI - Departamento de Biologia, CEP 64049-550 Teresina, PI

E-mail: mccaia@esalq.usp.br

<sup>5</sup>Engenheira agrônoma, S.Sc., ESALQ/USP - Departamento de Genética, Caixa Postal 83, CEP 13400-970 Piracicaba, SP.

# Yielding Behavior of Soybean Genotypes in the Piracicaba Municipal District, São Paulo State, Brazil

## Abstract

In the 1996/97, 1997/98, 1998/99 and 1999/00 agricultural years, ten soybean genotypes were submitted to 12 environments of the municipal district of Piracicaba, SP, aiming to know the yielding behavior and stability using the ecovalency method. A randomized complete block design was used with two replications. The variance analysis showed significant differences ( $P < 0.01$ ) for genotypes, environments and genotype x environment interaction (IGE). The year x location effect contributed more to the environmental variation, while the genotype x year was responsible for most of IGE. USP 93-5513, USP 93-5419 and USP 93-5684 lines show high potential for the grain yield. USP 93-5513 line is indicated specifically for high quality environments, as related with the Anhembi location. USP 93-5684 line gathered genes for adaptability and stability. IAC-4 cultivar is highly previsible and it is indicated for all the tested environments.

Index terms: adaptability, genotype x environment interaction, *Glycine max*, stability.

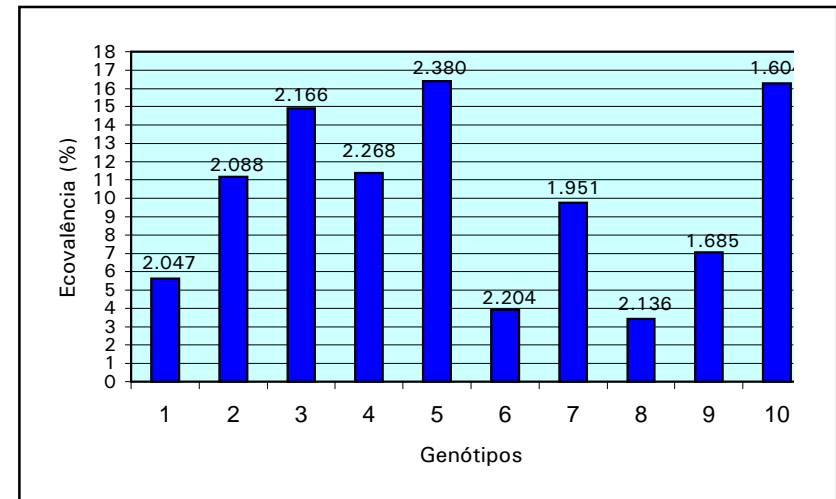


Fig. 1. Ecovalências estimadas para o caráter produtividade de grãos a partir de médias de 10 genótipos de soja avaliados em 12 ambientes. Valores acima da coluna representam a média dos genótipos em termos de produtividade de grãos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Piracicaba, SP.

Observou-se que a maioria dos genótipos mais estáveis não foi constituída pelos mais produtivos. Isso sugere que a adaptabilidade e a estabilidade podem ter controles genéticos independentes, conforme sugerido por Verma et al. (1978) e Vencovsky & Torres (1988). De fato, Miranda (1999) obteve correlações baixas e não significativas entre a produtividade de grãos e a ecovalência ( $r = 0,02$ ), sugerindo que podem ser medidas independentemente. No entanto, neste estudo foram identificadas linhagens que apresentavam alta produtividade (adaptabilidade) e estabilidade média (magnitudes para próximas das obtidas pelas linhagens mais estáveis). Yokomizo (1999), Miranda (1999) e Prado et al. (2001), avaliando genótipos de soja pelo método da ecovalência, também encontraram linhagens que reuniam estabilidade média e alta produtividade de grãos.

As diferenças significativas encontradas para a interação genótipos x locais x anos evidenciam a necessidade de as linhagens serem submetidas a um adequado número de locais e anos. Estes devem representar as possíveis variações de ambiente que os genótipos testados encontrarão, quando recomendados como cultivares.

**Tabela 5.** Média para o caráter produtividade de grãos de 10 genótipos de soja avaliados em 12 ambientes do Município de Piracicaba, SP.

N <sup>o</sup>	Genótipo	Média
1	USP 93-2521	
2	USP 93-5263	
3	USP 93-5391	
4	USP 93-5419	
5	USP 93-5513	
6	USP 93-5684	
7	USP 93-5802	
8	IAC-4 <sup>(1)</sup>	
9	IAC-11 <sup>(1)</sup>	
10	Stewart <sup>(1)</sup>	

<sup>(1)</sup>Testemunhas.

\*Significativo (P<0,05) pelo teste de Dunnet.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si (P<0,05), de acordo com o teste de Tukey.

A detecção de interações significativas para a IGE indicou a necessidade de se investigar a adaptabilidade e a estabilidade dos genótipos, realizadas com as médias obtidas nos 12 ambientes resultantes da combinação de 3 locais em 4 anos agrícolas. Como a análise foi realizada com as médias, utilizou-se o quadrado médio do erro da análise conjunta, dividido pelo número de repetições, já que os experimentos eram balanceados.

Os resultados da análise de estabilidade avaliada pelo método da ecovalência de Wricke & Weber (1986) apresentam-se na Fig. 1. Nesta, as colunas representam a contribuição de cada genótipo, em porcentagem, para a IGE, obtidas pela ecovalência. Assim, genótipos com colunas baixas são mais estáveis e aqueles com colunas altas são mais instáveis. O valor acima da coluna corresponde à produtividade média de grãos, traduzido como um indicativo de adaptabilidade; quanto maior sua produtividade em termos de média, maior sua adaptabilidade.

Os menores valores para o parâmetro ecovalência (Fig. 1) foram obtidos pela testemunha IAC-4 (8) e pelas linhagens USP 93-5684 (6) e USP 93-2521 (1), tendo a primeira apresentado a maior média (2.204 kg ha<sup>-1</sup>). Em relação às linhagens mais produtivas (USP 93-5391, USP 93-5419, USP 93-5513 e USP 93-5684), a primeira apresentou-se como a mais estável.

A amplitude das ecovalências foi maior do que as encontradas por Yue et al. (1997) e os valores obtidos estiveram mais próximos daqueles relatados por Yokomizo (1999) e Unêda-Trevisoli (1999).

## Introdução

Em programas de melhoramento, especificamente nas etapas finais, é de fundamental importância o conhecimento da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos, visando amenizar os efeitos da interação genótipos x ambientes (IGE) e facilitar a recomendação de novas cultivares.

O método da ecovalência de Wricke & Weber (1986) tem sido uma das metodologias utilizadas para avaliar a estabilidade fenotípica em soja. Esse utiliza a variância da IGE e realiza o desdobramento em componentes atribuídos a cada genótipo. A análise estima um parâmetro denominado ecovalência ( $w_i$ ), que mede a contribuição de cada genótipo para a soma de quadrados da IGE total. Assim, o genótipo mais estável é aquele que apresenta ecovalência de mais baixa magnitude em relação aos demais.

A ecovalência foi utilizada em soja por Miranda (1999), Unêda-Trevisoli (1999), Yokomizo (1999) e Prado et al. (2001). De acordo com esses autores, o método se mostrou bastante prático para avaliar a estabilidade fenotípica. No entanto, os três primeiros autores comentam que a seleção foi mais eficiente quando combinou a ecovalência com o desempenho médio dos genótipos avaliados.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento produtivo de genótipos de soja no município de Piracicaba, SP.

## Material e Métodos

Avaliaram-se 10 genótipos de soja (7 linhagens e 3 cultivares) de ciclo semitardio (136-142 dias para maturidade) no município de Piracicaba, SP. O material pertence à coleção de germoplasma do Setor de Genética Aplicada às Espécies Autógamas, Departamento de Genética, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP).

Os experimentos foram instalados nos anos agrícolas 1996/1997, 1997/1998, 1998/1999 e 1999/2000, em três locais do município de Piracicaba, SP: Anhembi, caracterizado por solo aluvial distrófico, textura médio-arenosa, relevo plano, situado na Estação Experimental Anhembi, distante cerca de 60 km da sede da ESALQ/USP; Areão, com solo do tipo podzólico vermelho-amarelo distrófico, textura médio-argilosa, relevo ondulado, situado na Fazenda Areão e distante cerca de 5 km da sede da ESALQ/USP; e ESALQ, com solo do tipo terra roxa estruturada, textura argilosa, relevo ondulado, situado na área experimental do Departamento de Genética (sede da ESALQ/USP). O solo dos

três locais foi uniformizado com cultivo e incorporação de aveia preta (*Avena strigosa*) no inverno anterior. Piracicaba está situada a 22°42'30" de latitude Sul, 47°39'00" de longitude Oeste e a uma altitude de 540 m acima do nível do mar.

Os critérios utilizados para a interpretação de análises de solos, segundo Malavolta et al. (1989) e as análises de solo relativas às áreas experimentais são mostrados nas Tabelas 1 e 2.

As informações referentes ao fotoperíodo, temperatura, umidade relativa e precipitação pluvial, obtidos durante a fase de condução dos experimentos, apresentam-se na Tabela 3.

O preparo do solo foi similar em todos os experimentos e consistiu de uma aração e duas gradagens. A adubação foi feita no sulco, aplicando-se 25 g da fórmula 4-20-20 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O) por metro linear. A inoculação das sementes foi realizada usando-se inoculante comercial contendo cepas de *Bradyrhizobium japonicum* diluído em água (800 g/20l), por meio costal. Realizaram-se irrigações por aspersão logo após a semeadura e nas fases de maior necessidade da cultura (florescimento e formação dos grãos). O controle de pragas (principalmente percevejos) e de ervas daninhas foi feito com aplicações de inseticida (endosulfan a 1,25 L/ha) e herbicida pré-emergente (trifluralin a 1,8 L/ha) incorporado antes da semeadura, complementando-se com capinas manuais quando necessárias.

As semeaduras ocorreram na época normal de cultivo para o Estado de São Paulo, no mês de novembro (cultivo de verão). Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com duas repetições. A parcela experimental foi constituída por 4 fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m (10,0 m<sup>2</sup>). A área útil compreendeu as 2 fileiras centrais, eliminando-se 0,5 m de cada extremidade (4,0 m<sup>2</sup>).

Utilizou-se o teste de Dunnett ( $P < 0,05$ ) para comparação das médias de cada linhagem com a média geral das testemunhas e o teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) para comparação de médias entre genótipos.

Para a análise de estabilidade dos genótipos, considerou-se como ambiente, a combinação de ano e local. Assim, pela combinação dos 3 locais com os 4 anos agrícolas, obtiveram-se 12 ambientes. A análise foi realizada com as médias de cada ambiente. Utilizou-se o método da ecovalência de Wricke & Weber (1986), estimada por meio da partição da soma de quadrados da IGE. Assim, para cada genótipo, estimou-se sua contribuição para a interação total, por meio da soma de quadrados da interação envolvendo todos os ambientes onde ele foi avaliado.

Os efeitos de genótipos, ambientes e da IGE foram altamente significativos ( $P < 0,01$ ). Isso mostra que os genótipos e ambientes diferiram entre si e que os genótipos se comportaram diferencialmente com os ambientes. A decomposição dos efeitos ambientais evidenciou que o efeito de locais foi mais marcante do que o efeito de anos; no entanto, o efeito da interação genótipos x anos foi responsável pela maior parte da IGE, como mostra a magnitude dos quadrados médios (Tabela 4) e que essa foi a fonte de variação que mais contribuiu para a IGE.

Os resultados evidenciam que os locais interagiram fortemente com os anos agrícolas, corroborando com aqueles obtidos por Toledo et al. (1990) e Alliprandini et al. (1998). Esses autores também encontraram que a interação anos x locais foi altamente significativa e a destacaram como fator essencial no planejamento de experimentos no Estado do Paraná. Becker & León (1988) defendem o uso da combinação de locais e anos como ambientes, por melhor representar a diversidade dos fatores ambientais. De acordo com esses autores, a análise de ambientes envolvendo locais e anos é mais poderosa para avaliar a estabilidade dinâmica ou agronômica.

A grande magnitude das interações associadas com locais e anos, segundo Allard & Bradshaw (1964), sugere que tanto os fatores imprevisíveis de anos (temperatura, umidade relativa, pluviosidade) como os fatores previsíveis de locais (tipo de solo, topografia) contribuíram para a IGE. Esses resultados concordam com aqueles encontrados por Kang et al. (1989), nos quais os fatores previsíveis relacionados à fertilidade diferencial de locais foram mais importantes para a IGE.

Assim, as avaliações envolvendo mais de um ano foram importantes para melhor estimar as respostas dos genótipos com os ambientes. Quando as interações de genótipos com anos são significativas, o zoneamento agronômico não se mostra uma estratégia efetiva para manejar a IGE. Um estudo sobre a adaptabilidade e estabilidade das linhagens representa uma estratégia mais indicada para amenizar os efeitos da IGE.

Os genótipos exibiram produtividade média de 2.158 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 5). Observou-se divergência das linhagens em relação às testemunhas pelo teste de Dunnett e entre linhagens pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Destacaram-se as seguintes linhagens: USP 93-5513 (2.380 kg ha<sup>-1</sup>), USP 93-5419 (2.268 kg ha<sup>-1</sup>), USP 93-5684 (2.204 kg ha<sup>-1</sup>). Essas linhagens foram as mesmas identificadas como superiores na avaliação realizada no ano agrícola 1996/1997 por Rocha (1998). Isto sugere que estas linhagens reúnem adaptabilidade e estabilidade, já que suas superioridades foram mantidas nos anos agrícolas.



freqüentes, intensas e associadas a elevadas temperaturas durante os meses de dezembro a março, nas regiões Sul e Sudeste. Na latitude de Piracicaba - SP, os meses de dezembro de 1998, janeiro, fevereiro e março de 1999 foram caracterizados pela ocorrência de chuvas torrenciais, freqüentes e por temperaturas elevadas. Essas condições favoreceram o crescimento das plantas de soja, mas contribuíram para aumentar o acamamento.

Entre os fatores bióticos importantes que ocorreram no período de condução dos experimentos, segundo Rocha & Vello (1999), podem-se citar o alto índice de infestação do cancro-da-haste da soja (CHS) nos locais Areão e ESALQ no ano agrícola de 1996/1997 e a presença do complexo de percevejos (*Nezara viridula*, *Piezodorus guildini* e *Euchistus heros*) em todos os locais, com maior nível de população no local Areão, no ano agrícola de 1997/1998 (Rocha, 1998).

A magnitude do coeficiente de variação (CV) pode ser considerada dentro do aceitável para o caráter em estudo (Tabela 4). Segundo Rocha (1998), a produtividade de grãos, normalmente, apresenta menor precisão experimental, relativamente aos demais caracteres quantitativos, tendo em vista que estes são mais influenciados por fatores ambientais, confirmando relatos da literatura de que caracteres controlados por muitos genes são mais afetados pelo ambiente. A magnitude do CV está de acordo com aquelas obtidas em estudos dessa natureza e em condições similares (Soldini, 1993; Laínez-Mejía, 1996; Rocha, 1998; Unêda-Trevisoli, 1999).

**Tabela 4.** Análise de variância conjunta para o caráter produtividade de grãos de 10 genótipos de soja avaliados em 12 ambientes do Município de Piracicaba, SP.

Fontes de variação	GL	Quadra
Blocos/Ambientes	12	
Genótipos (G)	9	1
Ambientes (E)	11	9
Ano (A)	3	
Local (L)	2	15
A x L	6	10
G x E	99	
G x L	18	
G x A	27	
G x L x A	54	
Resíduo	108	
CV (%)	26,24	

\*\*Significativo (P<0,01) pelo teste F.

<sup>ns</sup>Não significativo.

**Tabela 1.** Critérios utilizados para a interpretação de análises de solo

Acidez	PH	Níveis	M.O (%)	P (µg/cm <sup>3</sup> )
Muito baixa	> 6,0	Muito baixo	-	6,0
Baixa	5,6-6,0	Baixo	1,5	7,08-15,0
Média	5,1-5,5	Médio	1,5-2,5	15,0-40,0
Alta	4,4-5,0	Alto	> 2,5	> 80,0
Muito alta	< 4,3	Muito alto	-	-

Fonte: Malavolta et al., 1989.

**Tabela 2.** Análises químicas do solo nas áreas de pesquisa com soja: Piracicaba, SP.

Local	PH	M.O (%)	P (µg/cm <sup>3</sup> )	K
Anhembl <sup>(1)</sup>	6,0	-	55	0,23
Areão <sup>(2)</sup>	4,3	1,6	15	0,26
ESALQ <sup>(1)</sup>	5,4	-	45	0,40

<sup>(1)</sup>Análise realizada pelo Departamento de Química - ESALQ/USP.

<sup>(2)</sup>Análise realizada pelo Departamento de Ciência do Solo - ESALQ/USP.

**Tabela 3.** Fotoperíodo, temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica, no período de novembro a abril dos anos agrícolas de 1996/1997, 1997/1998, 1998/1999 e 1999/2000, relativos à avaliação de genótipos de soja em Piracicaba-SP.

Ano	Mês	Fotoperíodo (horas/dia)	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)	Pre
			Máxima	Média	Mínima		
1996/ 1997	Novembro	6,22	29,07	23,41	17,75	79,50	
	Dezembro	6,04	30,61	25,20	19,78	84,77	
	Janeiro	4,21	29,71	24,90	20,09	86,87	
	Fevereiro	7,55	31,73	24,73	19,50	79,50	
	Março	7,65	29,94	23,72	17,50	73,29	
	Abril	7,57	28,68	21,85	15,02	73,20	
1997/ 1998	Novembro	5,62	30,34	24,94	19,54	81,57	
	Dezembro	6,68	31,11	25,40	19,68	79,74	
	Janeiro	6,49	31,71	26,16	20,61	78,77	
	Fevereiro	4,84	30,03	25,25	20,46	90,07	
	Março	6,04	31,01	25,40	19,80	85,35	
	Abril	6,94	28,39	22,71	17,02	81,03	
1998/ 1999	Novembro	7,04	29,47	22,59	15,70	71,90	
	Dezembro	7,23	30,56	24,78	18,99	77,97	
	Janeiro	4,91	30,59	25,50	20,41	87,97	
	Fevereiro	5,37	30,73	25,41	20,05	90,00	
	Março	7,70	31,42	25,20	18,98	80,74	
	Abril	8,09	28,52	21,86	15,20	80,70	
1999/ 2000	Novembro	6,79	29,82	23,77	17,72	77,27	
	Dezembro	5,63	29,78	24,42	19,00	80,90	
	Janeiro	6,37	30,22	24,65	19,09	82,68	
	Fevereiro	5,49	29,92	24,58	19,24	86,59	
	Março	5,42	29,68	24,10	18,53	84,35	
	Abril	9,08	28,34	21,81	15,35	72,17	

A partição da soma de quadrados da IGE foi estimada de acordo com a equação a seguir:

$$\omega_i = \sum_{j=1}^n (ge)_{ij}^2$$

Sendo a IG (ge) estimada de acordo com a equação a seguir:

$$(ge)_{ij} = Y_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j - \bar{Y}_{..}$$

em que:

$\bar{Y}_{ij}$ : é a média do genótipo "i" no ambiente "j";

$\bar{Y}_i$ : é a média do genótipo "i" em todos os ambientes;

$\bar{Y}_j$ : é a média do ambiente "j" para todos os genótipos;

$\bar{Y}_{..}$ : é a média geral.

O somatório dos  $\omega_i$  corresponde ao valor da soma de quadrados da IGE. Dessa forma, é possível calcular a porcentagem da IGE devida a cada genótipo  $\omega_i \%$  dada por:

$$\omega_i \% = (\omega_i / \sum \omega_i) \times 100$$

Quanto menores os valores de  $\omega_i$ , mais estáveis serão os genótipos.

A análise de estabilidade pelo método da ecovalência foi realizada com auxílio do programa GENES (Cruz, 1997).

## Resultados e Discussão

De acordo com o critério utilizado para a interpretação de análises de solos para o Estado de São Paulo (Tabela 1), os locais Anhembi e ESALQ apresentaram solos com acidez baixa a média, pH = 6,0 e 5,4 respectivamente (Tabela 2), o que favorece o bom desenvolvimento das plantas. Já o solo do local Areão exibiu acidez alta (pH = 4,3), condição estressante para o desenvolvimento das plantas; o relevo acidentado deste último local favoreceu o movimento de terra durante as chuvas, provocando diminuição do estande de plantas em algumas parcelas.

No que diz respeito às condições climáticas, no geral, o fotoperíodo não apresentou variações significativas dentro e entre anos agrícolas, sendo maior o número de horas de luz nos meses de novembro, dezembro, março e abril e menor nos meses de janeiro e fevereiro (Tabela 3). O fotoperíodo não deve ter influenciado significativamente o número de dias para o florescimento, uma vez que os três locais pertencem a uma mesma latitude e os ensaios foram conduzidos na época considerada normal para o cultivo da soja no Estado de São Paulo. Segundo Bonato et al. (1998), o fotoperíodo influi mais na produtividade quando a semeadura ocorre fora da época normal de cultivo, como é o caso das semeaduras realizadas no mês de dezembro, já que ocorre redução do tempo para o florescimento, em razão do encurtamento dos dias que se verifica a partir de 22 de dezembro.

Quanto à pluviosidade, observou-se uma maior quantidade de chuvas no período de condução dos experimentos nos anos agrícolas 1997/1998 (1.128 mm) e 1998/1999 (1.203mm), sendo menor nos anos agrícolas de 1996/1997 (935 mm) e 1999/2000 (981 mm) (Tabela 3). Ressalta-se que o ano agrícola de 1998/1999 coincidiu com a presença do fenômeno "El Niño", caracterizado para as condições brasileiras por ventos fortes, chuvas