SELEÇÃO DE LINHAGENS EXPERIMENTAIS DE SOJA PARA ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA

MAURISRAEL DE MOURA ROCHA

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura
“Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em Agronomia, Área de
Concentração: Genética e Melhoramento de Plantas.

P I R A C I C A B A

Estado de São Paulo - Brasil

Janeiro – 2002

**SELEÇÃO DE LINHAGENS EXPERIMENTAIS DE SOJA
PARA ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA**

MAURISRAEL DE MOURA ROCHA

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **NATAL ANTONIO VELLO**

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura
“Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em Agronomia, Área de
Concentração: Genética e Melhoramento de Plantas.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Janeiro - 2002

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Rocha, Maurisrael de Moura

Seleção de linhagens experimentais de soja para adaptabilidade e estabilidade fenotípica / Maurisrael de Moura Rocha. - - Piracicaba, 2002.
173 p.

Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.
Bibliografia.

1. Estabilidade fenotípica 2. Interação genótipo – Ambiente 3. Linhagens vegetais 4. Soja I. Título

CDD 633.34

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

Aos meus pais Manoel e Isabel

Ao meu irmão Everaldo

Aos meus avós Maria da Paz e Cristovão

Aos meus tios e primos

DEDICO

Aos meus avós Antônio e Adélia (in memoriam)

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

- ✱ Ao Professor Dr. Natal Antonio Vello, pela orientação, amizade e ensinamentos fornecidos no decorrer do curso;
- ✱ Aos Drs. Regina Lúcia Ferreira Gomes e Francisco Rodrigues Freire Filho pelos incentivos fornecidos no início de minha vida acadêmica;
- ✱ À CAPES pela concessão de bolsas de estudos;
- ✱ Ao convênio EMBRAPA-CNPq e Gil Equipamentos Especiais pela cessão do aparelho de ressonância nuclear magnética para a realização das análises de teor de óleo;
- ✱ Ao CNPq e FAPESP pelo financiamento de várias etapas do programa de pesquisas que originaram o germoplasma utilizado nesta tese;
- ✱ Ao Prof. Dr. João Batista Duarte pelas sugestões e auxílio nas análises estatísticas;
- ✱ Aos amigos Ademir S. F. Araújo, Adriana C. Alves, Alessandra P. Fávero, Ângela C. A. Lopes, Andréa Mittelman, Claudio Y. Tsutsumi, Estela Kaminagakura, Edson A. Bastos, Fábio Pandini (in memorian), Fernando T. Miranda, Francisco C. C. Lopes, Gilberto K. Yokomizo, Maria A. J. F. Ferreira, Maria C. A. Lopes, Maria I. Zucchi, Maria T. R. Lopes, René P. Araújo, Rodrigo Brogin, Sandra H. U. Trevisoli, Vanderlei S. Santos, Vanolli Fronza e Wellington L. Araújo, pela amizade e convívio durante o curso;
- ✱ Aos funcionários do Setor de Genética Aplicada às Espécies Autógamas, Antônio R. Cogo, Claudinei A. Didoné e Marcos C. Nekatschlow, pelos auxílios fornecidos no preparo e instalação dos experimentos;
- ✱ Aos professores e funcionários do Departamento de Genética pela atenção e ajuda fornecida no decorrer do curso.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	vii
SUMMARY	x
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 Interação de genótipos com ambientes.....	4
2.2 Interação de genótipos com ambientes em soja	8
2.3 Adaptabilidade e estabilidade fenotípica.....	13
2.4 Metodologias para avaliar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica	15
2.5 Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja	25
2.6 Comparação entre metodologias que avaliam a adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja	28
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1 Material genético.....	31
3.2 Ambientes de condução dos experimentos.....	32
3.3 Procedimentos experimentais.....	33
3.4 Caracteres avaliados	34
3.5 Análises estatísticas	36
3.5.1 Análises de variância.....	36
3.5.1.1 Análise de variância para as testemunhas	36
3.5.1.2 Análise de variância para as linhagens	37
3.5.1.3 Análise de médias.....	39
3.5.1.4 Análise de adaptabilidade e de estabilidade fenotípica	39
3.5.1.5 Análise de correlações.....	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1 Considerações iniciais	49
4.2 Análise de variância para as testemunhas	51

4.3	Análise de variância para as linhagens	51
4.3.1	Análises individuais.....	52
4.3.2	Análises conjuntas por ano agrícola.....	53
4.3.3	Análises conjuntas gerais	55
4.4	Análise de médias.....	57
4.4.1	Linhagens precoces	57
4.4.2	Linhagens semiprecoces.....	57
4.4.3	Linhagens intermediárias.....	58
4.4.4	Linhagens semitardias.....	59
4.5	Adaptabilidade e estabilidade fenotípica.....	60
4.5.1	Método da ecovalência	61
4.5.1.1	Linhagens precoces	61
4.5.1.2	Linhagens semiprecoces.....	62
4.5.1.3	Linhagens intermediárias.....	62
4.5.1.4	Linhagens semitardias.....	63
4.5.2	Método de Eberhart & Russel.....	64
4.5.2.1	Linhagens precoces	67
4.5.2.2	Linhagens semiprecoces.....	68
4.5.2.3	Linhagens intermediárias.....	69
4.5.2.4	Linhagens semitardias.....	70
4.5.3	Método AMMI	70
4.5.3.1	Linhagens precoces	71
4.5.3.2	Linhagens semiprecoces.....	74
4.5.3.3	Linhagens intermediárias.....	77
4.5.3.4	Linhagens semitardias.....	79
4.5.3.5	Análise AMMI para os quatro ciclos de maturação	82
4.6	Comparações entre as metodologias	86
4.7	Considerações finais.....	92
5	CONCLUSÕES	98
	ANEXOS.....	100
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	150
	APÊNDICES	165

SELEÇÃO DE LINHAGENS EXPERIMENTAIS DE SOJA PARA ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE FENOTÍPICA

Autor: Maurisrael de Moura Rocha
Orientador: Prof. Dr. Natal Antonio Vello

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a magnitude da interação genótipos x ambientes (G x E) e a sua consequência na adaptabilidade e na estabilidade fenotípica de 100 linhagens experimentais de soja pertencentes a quatro ciclos de maturação (28 precoces, 38 semiprecoces, 27 intermediárias e sete semitardias), através de três metodologias que quantificam a adaptabilidade e/ou estabilidade fenotípica (ecoalência, regressão linear de Eberhart & Russel e AMMI ou “Additive Main effects and Multiplicative Interaction”), com ênfase nas produtividades de grãos e óleo. Os experimentos foram conduzidos em três localidades (Anhembi, Areão e ESALQ) do município de Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil (540 m de altitude, 22°42' de latitude sul e 47°39' de longitude oeste), em cultivo de verão (semeadura em novembro), nos anos agrícolas de 1996/97, 1997/98, 1998/99 e 1999/00. Em cada local foram avaliados quatro experimentos, correspondentes a quatro ciclos de maturação (CM). O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com duas repetições estratificadas em conjuntos experimentais e quatro testemunhas comuns por conjunto. A parcela experimental foi representada por quatro fileiras de 5 metros de comprimento, espaçadas de 0,5 metro, sendo utilizadas para a tomada de dados apenas os 4 metros centrais das duas fileiras intermediárias da parcela. Os ambientes corresponderam à combinação de ano e local, totalizando 12 ambientes por CM. Os caracteres avaliados foram: número de dias para a maturidade (NDM), altura de planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo nas sementes (%OL) e produtividade de óleo (PO). Para a análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica utilizou-se apenas os caracteres PG, %OL e PO. Os resultados

mostraram que o efeito de ambientes foi mais importante do que o efeito da interação genótipos (G) x ambientes (E), e este, mais importante do que o efeito de genótipos (linhagens). A magnitude da interação G x E, para a PG e PO, foi maior do que para a %OL, indicando que este último caráter foi mais estável. As linhagens precoces (LP) e semiprecoces (LSP) foram mais adaptadas, mas exibiram interações G x E mais complexas e foram mais instáveis do que as intermediárias (LI) e semitardias (LST). As LI associaram alta adaptabilidade com estabilidade média para PG e PO, ao contrário das LP, LSP e LST, nas quais a alta adaptabilidade esteve sempre associada com baixa estabilidade. Os anos agrícolas associados com os locais Anhembi e ESALQ foram mais favoráveis que os ambientes relacionados com o local Areão, mas estes apresentaram maior previsibilidade. A seleção de linhagens com média e previsibilidade altas foi mais difícil para a %OL do que para PG e PO, em decorrência das correlações negativas entre as médias e os parâmetros de estabilidade; a utilização desses parâmetros em conjunto mostrou-se mais eficiente na seleção simultânea para adaptabilidade e estabilidade. As metodologias foram similares quanto ao ordenamento das linhagens; no entanto, diferiram quanto à precisão, explicação, informação sobre a interação G x E e adaptabilidade das linhagens. O método da ecovalência pode ser utilizado para selecionar para estabilidade e, quando associado com a média, também para adaptabilidade, sempre que o melhorista não esteja interessado em obter informações adicionais sobre recomendações de linhagens para ambientes específicos. A regressão linear de Eberhart & Russel foi mais influenciada pelos efeitos ambientais do que pelos efeitos da interação G x E, não explicando satisfatoriamente o comportamento das linhagens. O padrão adjacente à interação G x E foi baixo e a presença de ruídos (efeitos aleatórios causados por fatores micro-ambientais) foi alta, evidenciando que apenas parte da variação total observada para a interação G x E foi importante para explicar o comportamento das linhagens. A interpretação gráfica da análise AMMI pelos *biplots* AMMI1 e AMMI2, para modelos que incluem mais de dois eixos, foi eficiente em explicar a estabilidade das linhagens e ambientes, mas a adaptabilidade foi melhor compreendida com o auxílio das médias previstas para linhagens e ambientes pelo modelo selecionado. O método AMMI foi mais eficiente do que os métodos da ecovalência e da regressão linear de Eberhart & Russel, pois permitiu analisar com mais detalhes os efeitos da interação G x E, ganhando precisão e melhorando o processo de seleção. As linhagens que reuniram maior adaptabilidade com estabilidade para PG e PO dentro de cada CM foram: USP 94-1086 (precoces), USP 93-2316 (semiprecoces), USP 93-5243 (intermediária) e USP 93-5684 (semitardia).

SELECTION OF SOYBEAN EXPERIMENTAL LINES FOR PHENOTYPIC ADAPTABILITY AND STABILITY

Author: Maurisrael de Moura Rocha

Adviser: Prof. Dr. Natal Antonio Vello

SUMMARY

The objective of this research was to evaluate the magnitude of the genotype-environment interaction (G x E) and its consequence on the phenotypic adaptability and stability of one hundred soybean experimental lines belonging to four maturity cycles (28 early, 38 semi-early, 27 intermediate, and seven semi-late), through three methodologies that quantify the phenotypic adaptability and/or stability (ecovalence, linear regression of Eberhart & Russel and AMMI or “Additive Main effects and Multiplicative Interaction”), with emphasis in the seed and oil yield. The experiments were carried out at three localities (Anhembi, Areão and ESALQ) of the Piracicaba county, State of São Paulo, Brazil (540 m of altitude, 22° 42' South latitude, and 47° 38' West longitude), during the summer crop season (sowing in november) in the agricultural years of 1996/97, 1997/98, 1998/99, and 1999/00. For each locality and maturity cycle, a randomized complete block experiment was designed, with two replications stratified in experimental sets and four common checks in each set. The experimental plot corresponded to four rows 5.0 m x 0.5 m, where the four central meters of the two intermediate rows were evaluated. Each environment corresponded to a combination of locality and year, totalizing 12 environments by maturity cycle. The traits number of days to maturity (NDM), plant height at maturity (APM), lodging (Ac), agronomic value (VA), seed yield (PG), oil percentage in the seeds (%OL), and oil yield (PO) were evaluated. For the phenotypic adaptability and stability analysis it was only

used the characters PG, %OL, and PO. The results showed that the effect of environment was more important than the effect of G x E interaction, and this one more important than the genotype effect (lines). The magnitude of the G x E interaction for PG and PO showed larger than for %OL, indicating that this was more stable. The early and semi-early lines were more adapted, but exhibited G x E interactions more complex and were more unstable than the intermediate and semi-late lines. The intermediate lines associated high adaptability with medium stability for PG and PO, unlike the early, semi-early, and semi-late lines, for which the high adaptability was always associated with low stability. The agricultural year associated with the Anhembi and ESALQ localities were more favorable than the environments related with Areão locality, but those showed larger predictability. The selection of lines with high means and predictability went more difficult for %OL than for PG and PO, due to the negative correlations between the means and the stability parameters; the combined use of those parameters was shown more efficient in the selection for adaptability and stability. The methodologies were similar with relationship to the ranking of the lines; however, they differed for the precision, explanation, information on the G x E interaction and on adaptability of the lines. The ecovalence method can be used to select for stability and, when associated with the mean, also for adaptability, whenever the breeder is not interested in obtaining additional information on recommendation lines for specific environments. The linear regression of Eberhart & Russel was more influenced by the environmental effects than the effect of G x E interaction, and it did not explain satisfactorily the performance of the lines. The pattern adjacent to G x E interaction was low and the high presence of noises (random variation caused by microenvironments factors), evidencing that only part of the variation observed for the G x E interaction was important to explain the line performance. The graphic interpretation of the AMMI analysis by biplots AMMI1 and AMMI2, for model that includes more than two axes, was efficient in explaining the stability of the lines and environments, but the adaptability was better understood with the aid of means predicted by the selected model for lines and environments. The AMMI method was more efficient than the ecovalence and linear regression of Eberhart & Russel methods, because allowed to analyze with more details the effects of G x E interaction, gaining precision and improving the selection process. The lines that gathered larger adaptability with stability for PG and PO, inside of each maturity cycle, were: USP 94-1086 (early), USP 93-2316 (semi-early), USP 93-5243 (intermediate), and USP 93-5684 (semi-late).

1 INTRODUÇÃO

A soja constitui uma espécie de grande interesse socioeconômico, em função dos teores elevados de proteína (40%) e óleo (20%), da produtividade de grãos e da possibilidade de adaptação a ambientes diversos. É uma cultura anual de autopolinização, pertencente à família Fabaceae, gênero *Glycine*, subgênero Soja e espécie *Glycine max* (L.) Merrill. Evidências históricas e geográficas indicam que foi domesticada no século XI d.C, no Nordeste da China, e que seu provável lugar de origem seja o Vale do Rio Amarelo (Xu et al., 1989). Apresenta $2n=40$ cromossomos, representando um tetraplóide diploidizado (Van Raamsdonk, 1995), ou seja, um poliplóide que se comporta citologicamente como um diplóide (Hymowitz et al., 1997).

Domesticada no Nordeste da China (região da Manchúria), portanto, em latitudes compreendidas entre 35 e 45°, a soja foi disseminada posteriormente para a Europa, América do Norte e América do Sul. No Brasil, foi introduzida na Bahia em 1882 e depois, na região Sul do país, onde apresentou melhor adaptação, face às condições bioclimáticas mais semelhantes àsquelas das regiões tradicionais de cultivo (Verneti, 1983). Na região Sul, os programas de melhoramento de soja basearam-se, inicialmente, em introduções de genótipos desenvolvidos no sul dos EUA e, posteriormente, no desenvolvimento de cultivares mais bem adaptados, a partir de cruzamentos manuais. Para a expansão do cultivo em regiões de baixas latitudes (<15°), programas de melhoramento buscaram o desenvolvimento de genótipos com característica de período juvenil longo (P JL) ou florescimento tardio em fotoperíodo de dias curtos, por causa das limitações no porte e na produtividade (Spehar, 1994). Para o desenvolvimento de cultivares para baixas latitudes, a característica P JL não é obrigatória, sendo, entretanto,

conveniente. O fato de o controle genético ser simples permite fácil seleção em condições de dias curtos (Kiihl, 2001).

O maior produtor mundial de soja é os Estados Unidos, com 78.914.000 toneladas métricas, seguido do Brasil (32.800.000 toneladas métricas) e Argentina (21.500.000 toneladas métricas). O maior produtor brasileiro é o Mato Grosso com 8.254.129 toneladas, seguido pelos Estados do Paraná (7.613.412 toneladas), Rio Grande do Sul (5.207.841 toneladas) e Goiás (4.186.332 toneladas) (FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO, 2001). A migração do tradicional centro de produção da soja do Sul para o Centro-Oeste tornou-se realidade graças ao desenvolvimento de cultivares adaptados a baixas latitudes, fruto do melhoramento genético.

Atualmente, no Brasil, a soja é cultivada em considerável diversidade de ambientes, desde as altas latitudes (Sudeste e Sul) até baixas latitudes (Centro-Oeste, Nordeste e Norte). A seleção de genótipos com alta produtividade de grãos e elevados teores de proteína e óleo é o principal objetivo dos programas de melhoramento genético. Assim, por representarem caracteres cuja variação é contínua (caracteres quantitativos), suas expressões fenotípicas resultam não só dos efeitos genotípicos (G), mas também dos efeitos ambientais (E) e das interações genótipos x ambientes (G x E) (Rocha, 1998).

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. Sua magnitude na expressão fenotípica do caráter pode reduzir a correlação entre fenótipo e genótipo, inflacionando a variância genética e, por sua vez, parâmetros dependentes desta, como herdabilidade e ganho genético com a seleção (Rocha & Vello, 1999). Uma particularização da interação G x E evidenciada por genótipos e ambientes pode ser realizada através de estudos sobre a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica. A adaptabilidade é a capacidade que um genótipo tem de aproveitar vantajosamente os efeitos ambientais, de maneira a assegurar alto nível de produtividade; já a estabilidade está relacionada com a manutenção da produtividade ou de sua previsibilidade com os ambientes diversos.

Estudos sobre a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica são de suma importância, pois permitem particularizar os efeitos da interação G x E ao nível de

genótipos e ambientes, identificando a contribuição relativa de cada um para a interação total. Inúmeras técnicas estatístico-genéticas têm sido desenvolvidas com o intuito de melhor quantificar o padrão inerente à interação $G \times E$. Estudos comparativos entre diversas metodologias são conduzidos com o objetivo de selecionar métodos que sejam mais práticos e ao mesmo tempo eficazes para a seleção e recomendação de cultivares.

O uso de métodos baseados em regressão constitui-se na forma mais usual para estimar a adaptabilidade e a estabilidade de genótipos com os ambientes, sendo o método de Eberhart & Russel (1966) bastante popular entre os melhoristas. Esse método avalia a adaptabilidade pela média e pelo coeficiente de regressão (b_i) e a estabilidade pela variância dos desvios da regressão ($s^2 d_i$). O método da ecovalência (Wricke & Weber, 1986), é baseado na variância da interação $G \times E$ e na estimativa da contribuição de cada genótipo para a interação geral; ambas as metodologias representam modelos univariados e aditivos. O modelo AMMI (Additive Main effects and Multiplicative Interaction) combina um método univariado (análise de variância) para os efeitos aditivos de genótipos e ambientes, com um método multivariado (análise de componentes principais) para o efeito multiplicativo da interação $G \times E$ (Gauch & Zobel, 1988).

Esta pesquisa envolveu linhagens experimentais de soja desenvolvidas pelo Setor de Genética Aplicada às Espécies Autógamas do Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo e teve por objetivos verificar a magnitude da interação genótipos $\times$ ambientes, avaliar a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica, esta última avaliada por três métodos, quais sejam: ecovalência (Wricke & Weber, 1986); Eberhart & Russel (1966) e AMMI (Zobel et al., 1988). As linhagens foram subdivididas em ciclos de maturação (precoce, semiprecoce, intermediário e semitardio), sendo a análise realizada com ênfase nas produtividades de grão e de óleo. A aplicação das diversas metodologias objetivou conhecer as semelhanças e diferenças entre elas e, a partir dessas, obter informações úteis e de maior aplicabilidade para a seleção de linhagens experimentais visando-se futuras recomendações de cultivares e de parentais para novos ciclos de melhoramento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Interação de genótipos com ambientes

A variação fenotípica resulta da ação conjunta do genótipo, do ambiente e da interação entre o genótipo e o ambiente (Allard, 1971). Esse último componente reflete as diferentes sensibilidades dos genótipos às variações ambientais (Falconer & Mackay, 1996), resultando em mudanças no desempenho relativo dos genótipos (Fehr, 1987).

As interações de genótipos x ambientes (G x E) podem surgir por duas razões: (a) por diferentes respostas de igual conjunto gênico em diferentes ambientes; e (b) pela expressão de diferentes conjuntos gênicos em diferentes ambientes (Cockerham, 1963). Quando um mesmo conjunto de genes se expressa em diferentes ambientes, as diferenças nas respostas podem ser explicadas pela heterogeneidade das variâncias genéticas e experimentais ou por ambas; e, quando diferentes conjuntos de genes 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 (Falconer, 1989).

O método mais comum para avaliação da interação G x E é a análise de variância (ANAVA), através da análise conjunta de experimentos. A magnitude das interações G x E é determinada através do uso de um teste, normalmente o teste *F*. Estatisticamente, interações G x E são detectadas como um padrão de resposta diferencial e significativo dos genótipos, entre ambientes. Biologicamente, isto ocorre quando as contribuições (ou nível de expressão) dos genes regulando o caráter diferem entre ambientes. Essa contribuição dos genes para a expressão de um caráter é considerada ser a base biológica das interações G x E (Basford & Cooper, 1998). As

causas da interação G x E também têm sido atribuídas a fatores fisiológicos e bioquímicos próprios de cada genótipo cultivado (Cruz & Regazzi, 1994).

O ambiente é um termo geral que inclui uma série de condições sob as quais as plantas crescem, podendo envolver locais, regiões, épocas, anos, práticas culturais ou de manejo, ou a combinação de todos esses fatores (Romagosa & Fox, 1993). A combinação de local e ano representando um ambiente é muito comum em estudos de estabilidade fenotípica (Zobel et al., 1988; Ariyo, 1998; Galvão et al., 1998; Miranda, 1999 e Unêda & Vello¹).

Allard & Bradshaw (1964) classificaram as variáveis ambientais em dois grupos: previsíveis e imprevisíveis. As variáveis previsíveis seriam as características gerais de clima e solos que ocorrem de maneira sistemática (p. ex. comprimento do dia e grau de insolação) ou estão sob controle humano (p. ex. época de semeadura, espaçamento entre fileiras, densidade de semeadura e taxas de aplicação de nutrientes). Por outro lado, as variáveis imprevisíveis caracterizam-se por flutuar inconsistentemente e incluem precipitações, temperatura, umidade relativa e eventos climáticos como por exemplo geadas e granizo. Segundo Fehr (1987), as variáveis imprevisíveis são as que mais contribuem para as interações genótipos x anos e genótipos x locais x anos.

Os ambientes podem ser classificados em duas categorias: micro e macro-ambientes. Os micro-ambientes estão relacionados a fatores externos (erros estocásticos ou aleatórios) ou internos (acidentes) de um organismo, geralmente, não controláveis (Wu & Malley, 1998). Os macro-ambientes podem ser controláveis (p. ex. níveis de fertilidade do solo) e não controláveis (p. ex. locais, anos agrícolas e estações ou épocas do ano), que apresentam como principais componentes a temperatura, pluviosidade, e a luminosidade (Kearsey & Pooni, 1998).

Johnson et al. (1955) estudaram duas populações de soja (P1 e P2) e estimaram as variâncias genéticas (σ^2_g) e da interação G x E (σ^2_{gxe}) em várias combinações de locais e anos; verificaram que, quando as estimativas eram baseadas em apenas um local

¹ UNÊDA, S.H.; VELLO, N.A. Assesment of phenotypic stability using ecovalence in soybean progenies derived from multiple crosses. (Em elaboração)

e um ano, a variância genética era maior do que nos demais casos (mais de um ano e local) e que σ^2_{gxe} era sempre maior quando era baseada em apenas um ano. Também verificaram que no caso da P1, para a qual as estimativas da σ^2_g eram maiores, os ganhos foram menores, ao passo que para a P2, com estimativas de σ^2_g menores, os ganhos foram maiores. Eles concluíram que σ^2_{gxe} indica a variabilidade no comportamento relativo dos genótipos em diferentes ambientes e sua magnitude, em comparação com a variância genética, pode determinar a necessidade de testes em mais de um local e ano, para melhorar a acurácia das médias nas quais a seleção será baseada. Posteriormente, Comstock & Moll (1963) comprovaram que a interação G x E diminui a correlação entre valores genotípicos e fenotípicos e, conseqüentemente, a resposta à seleção.

Quando os testes de avaliação dos genótipos são conduzidos em um só ambiente, a variância genética pode ficar superestimada, ou seja, pode conter componentes da interação G x E. Sua magnitude na expressão fenotípica do caráter pode reduzir a correlação entre fenótipo e genótipo, inflacionando a variância genética e, por sua vez, parâmetros dependentes desta, como herdabilidade e ganho genético esperado com a seleção (Rocha & Vello, 1999).

Burton (1997), enfatizando os meios para melhorar a eficiência dos métodos de melhoramento, incluiu entre eles, o desenvolvimento de métodos para manejar as interações G x E de forma que as herdabilidades para produtividade sejam aumentadas. Toledo et al. (2000) também comentam que a baixa herdabilidade do caráter e os consideráveis níveis de interação G x E exigem que a avaliação da produtividade seja criteriosamente realizada para haver progresso genético por seleção.

Vencovsky & Barriga (1992) relatam que não basta apenas detectar a presença de interações, deve-se também considerar a sua natureza. Assim, a interação G x E pode ser simples (não causa mudanças na classificação dos genótipos entre ambientes) e complexa (quando altera a classificação dos genótipos entre ambientes). A interação simples indica a presença de genótipos adaptados a uma ampla faixa de ambientes; assim, a recomendação de cultivares pode ser feita de forma generalizada. A interação complexa indica a presença de materiais adaptados a ambientes particulares; isto traz uma complicação para o melhorista uma vez que a recomendação é restrita a ambientes

específicos (Ramalho et al., 1993). A interação relacionada à parte simples é proporcionada pela diferença de variabilidade entre genótipos nos ambientes, enquanto que a interação complexa, pela falta de correlação nos desempenhos médios dos genótipos entre ambientes (Cruz & Castoldi, 1991).

Metodologias têm sido propostas no sentido de atenuar os efeitos da interação $G \times E$. Pode-se proceder ao zoneamento ecológico ou estratificação de ambientes (estratificação da região em sub-regiões onde a interação seja não significativa), identificação de genótipos com adaptação a ambientes específicos e a identificação de genótipos com ampla adaptação ou estáveis (Ramalho et al., 1993).

Horner & Frey (1957) proporam uma metodologia para estratificar ambientes, e utilizaram como medida da dissimilaridade entre locais, o quadrado médio da interação $G \times E$ da análise conjunta de variância dos locais, dois a dois. De acordo com este método, faz-se uma análise de agrupamento, juntando-se por etapas, os locais mais similares, para formar sub-regiões mais homogêneas. Em regiões onde ocorre prevalência de fatores ambientais imprevisíveis, a estratificação não se mostra um método eficaz para obter regionalizações consistentes.

Abou-El-Fittouh et al. (1969) propuseram uma análise de agrupamento baseada na similaridade da interação $G \times E$, utilizando Distância Euclidiana. Gauch & Zobel (1997) utilizaram o modelo AMMI (Additive Main effects and Multiplicative Interaction) com o auxílio da análise gráfica em *biplot* para alocar locais em mega-ambientes. Estes, representam porções amplas, não necessariamente contíguas, de uma espécie de cultura, desenvolvida em uma região que apresenta ambientes bastantes homogêneos e que produzem genótipos similares quanto à produtividade (CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DEL MAIZ Y TRIGO, 1989). Romagosa & Fox (1993) reportaram que a análise AMMI é mais apropriada do que a análise de componentes principais (ACP) para estudos sobre a interação $G \times E$, no que diz respeito ao agrupamento de ambientes.

Atlin et al. (2000) propuseram um modelo para estratificação de grandes regiões, baseado na resposta correlacionada com a seleção, com base na eficácia para aumento de ganho genético; assim, a resposta correlacionada na sub-região com seleção

indireta na região, relativa à resposta direta com a seleção dentro da sub-região, é expressa como uma função da herdabilidade na região e na sub-região, bem como da correlação genotípica entre médias da região e sub-região.

A interação G x E deve ser encarada, não como um problema ou um fator indesejável, cujos efeitos devem ser minimizados em um programa de melhoramento. Ao contrário, como um fenômeno biológico natural, cumpre conhecê-la bem, para melhor aproveitá-la no processo de seleção (Chaves, 2001). Assim, genótipos que interagem positivamente com ambientes podem fazer a diferença entre um bom e um ótimo cultivar (Duarte & Vencovsky, 1999). Esse enfoque passa a ter maior importância no caso de espécies onde o investimento é muito alto em insumos e manejo para melhoria do ambiente, como é o caso da soja.

2.2 Interação de genótipos com ambientes em soja

O desenvolvimento normal da planta de soja depende de vários fatores; dentre eles destacam-se: intensidade da radiação solar (relacionada com a atividade fotossintética, ao alongamento da haste principal e das ramificações, à expansão foliar, à nodulação, etc.), duração da radiação solar (fotoperíodo), pluviosidade, temperatura, umidade (disponibilidade de água) e tratos culturais (manejo). Esses fatores abióticos podem influir diferentemente entre os locais e anos de cultivo, contribuindo para as interações G x E (Câmara, 1998).

Os fatores bióticos também têm contribuído em maior ou menor escala para as interações G x E. Dentre eles, as doenças e pragas destacam-se como os fatores bióticos que mais têm influído no comportamento diferencial dos genótipos de soja entre ambientes. Como exemplo, pode-se citar o cancro da haste da soja (CHS), causado pelo fungo *Diaporthe phaseolorum* f.sp. *meridionalis* Morgan-Jones, o nematóide de cisto da soja (NCS, *Heterodera glycines* Ichinohe) e a síndrome da morte súbita ou podridão vermelha das raízes (PVR) causada por *Fusarium solani* (Mart.) Sacc. f. sp. *glycines* Roy. Rocha (1998), em um estudo sobre interação genótipos x locais (G x L) em soja, cita a ocorrência do CHS sob infestação natural em dois locais, como uma das causas

que contribuíram para a interação G x L. Njiti et al. (1998) também reportaram a existência de correlação significativa entre os efeitos de interações G x E e os danos causados pela PVR, diminuindo a produtividade de genótipos de soja.

No Brasil, devido ao grande aumento dos prejuízos causados por essas doenças, tornou-se urgente o melhoramento genético para a obtenção de novos cultivares resistentes e com alta produtividade de grãos. Atualmente, a avaliação dos genótipos quanto à reação ao CHS e ou NCS, é condição indispensável em programas de melhoramento genético de soja (Rocha, 1998). O uso de germoplasma resistente é um importante passo para manutenção de genótipos com produtividades altas e consistentes.

A interação G x E em soja tem sido muito estudada pelos melhoristas, envolvendo vários tipos de fatores ambientais, tais como: efeitos envolvendo genótipos x locais (Soldini, 1993; Dashiell et al., 1994 e Rocha & Vello, 1999), genótipos x locais x regiões (Pfeiffer et al., 1995), genótipos x anos (Billore & Joshi, 1997; Gieco, 1997; Mauro et al., 2000 e Marega Filho et al., 2001), genótipos x locais x anos (Batitucci, 1990; Toledo et al., 1990; Alliprandini, 1992; Alliprandini et al., 1993; Alliprandini et al., 1994; Sneller et al., 1997; Cober et al., 1997; Unêda-Trevisoli, 1999 e Miranda, 1999), genótipos x épocas de semeadura (Raut et al., 1997 e Miranda et al., 1998), genótipos x locais x épocas de semeadura (Laínez-Mejía, 1996), genótipos x anos x épocas de semeadura (Akhter & Sneller, 1996a, 1996b, Galvão et al., 1998 e Bhatia et al., 1999) e genótipos x locais x anos x épocas de semeadura (Oliveira, 1990 e Ivory et al., 1991).

Os estudos envolvendo interação genótipos x épocas de semeadura têm sido feitos mais com o objetivo de verificar a sensibilidade dos genótipos de soja ao comprimento do dia ou fotoperíodo. Farias Neto (1987), Nass (1989), Moreira (1992) e Laínez-Mejía (1996), estudando tais efeitos, identificaram genótipos com tolerância ao fotoperíodo para o caráter produtividade de grãos (PG), que podem ser cultivados no período outono-inverno, assim como em regiões de baixas latitudes, como as regiões Norte e Nordeste do Brasil. Bhati et al. (1999) constataram que semeaduras tardias levam a redução na produtividade de grãos devido ao efeito combinado de redução da

biomassa total, vagens por planta, altura de planta, peso de cem sementes e dias para o florescimento e maturidade.

O efeito da interação genótipos x épocas de semeadura foi avaliado por Laínez-Mejía (1996). Este autor observou que o caráter produtividade de óleo (PO) foi mais influenciado pela produtividade de grãos (PG) do que pela porcentagem de óleo (%OL) e que PG e PO apresentaram comportamentos semelhantes quanto à interação G x E, enquanto %OL teve comportamento independente. Tomkins & Shipe (1997), estudando o comportamento de genótipos com período juvenil longo, identificaram genótipos com superioridade de adaptação fenotípica a diferentes épocas de semeadura. Já Miranda et al. (1998) estudaram o caráter %OL sob diferentes fotoperíodos em parentais, gerações F₂, F₃ e F₉ resultantes de diferentes cruzamentos; encontraram que a interação genótipos x épocas de semeadura foi importante e concluíram que o teor de óleo foi maior nas semeaduras nos meses de setembro-outubro, sendo menor em outubro-dezembro.

A análise da interação genótipos x locais (G x L) objetiva, principalmente, pesquisar o comportamento dos genótipos frente aos fatores previsíveis, micro (dentro de locais) e macroambientais (entre locais), no espaço. Soldini (1993), estudando o efeito da interação G x L, para diferentes ciclos de maturação (precoce, intermediário e tardio) em cultivo de verão, encontrou interação significativa em todos os ciclos de maturação para todos os caracteres estudados, exceto para a %OL, que apresentou baixa ou nula interação. Identificou também que as linhagens tardias se comportaram como as mais produtivas e as intermediárias como as mais estáveis. Baixa variabilidade associada com baixa magnitude da interação G x L para %OL tem sido um resultado comum em alguns trabalhos (Soldini, 1993 e Laínez-Mejía, 1996).

Rocha (1998) também obteve resultados semelhantes àqueles reportados por Soldini (1993) quanto à interação G x L para os caracteres PG, %OL e PO, em um estudo sob cultivo de verão; no entanto, as linhagens com ciclos precoce e semiprecoce foram mais produtivas do que aquelas de ciclos intermediário e semitardio. Hamawaki (1998) obteve interação G x E não significativa para PG, %OL e PO, em um estudo envolvendo progênies de soja resultantes de cruzamentos óctuplos. Tsutsumi (2000) obteve resultados semelhantes aos encontrados por Hamawaki (1998) no que diz

respeito à interação G x E, estudando um grupo de genótipos se soja tipo alimento. Pandini et al. (2001), em um estudo realizado em duas localidades envolvendo híbridos F₁ de soja, obtiveram estimativas de heterose para PG influenciadas pelo efeito da interação G x L, sendo necessário considerar as estimativas individuais para cada local específico. A interação G x L também influenciou as estimativas da capacidade de combinação entre parentais com resistência ao NCS (Lopes, 2001).

O efeito de anos é caracterizado como um fator imprevisível. A avaliação das interações genótipos x anos é de suma importância, pois fornece informações sobre a previsibilidade do comportamento dos genótipos frente aos fatores ambientais, no tempo. De fato, Vencovsky & Torres (1988) enfatizam que, para o produtor rural, é mais importante que um cultivar seja estável ao longo dos anos.

Gieco (1997), estudando o efeito de anos em três populações de soja, concluiu que a seleção baseada na média de três anos foi mais eficiente que a seleção praticada em um determinado ano; também verificou que a aplicação de altas intensidades de seleção, em um determinado ano, pode representar a perda de muitos genótipos promissores. Triller & Toledo (1996), estudando a predição de cruzamentos em geração F₃, enfatizaram que na presença de interação G x E, o uso de dados de mais de um ano foi útil para aumentar a precisão das estimativas para o caráter produtividade de grãos. Marega Filho et al. (2001) observaram que a correlação entre peso de cem sementes com teor de óleo e teor de proteína foi bastante influenciada pela interação G x E, particularmente pelo efeito de anos, em um estudo com genótipos de soja tipo alimento.

Ivory et al. (1991) reportaram que o agrupamento de genótipos e ambientes com base no comportamento médio dos genótipos é não informativo, porque é ignorado o efeito da interação G x E. Assim, utilizaram a distância Euclidiana como medida de dissimilaridade e a análise de coordenadas principais para agrupar genótipos de soja e ambientes com base na sua interação G x E, de forma que, dentro de grupos de ambientes, os genótipos apresentassem comportamentos similares.

A contribuição de algumas variáveis ambientais (índice ambiental, pluviosidade, temperaturas máxima e mínima, e umidade relativa) para a interação G x E, englobando diferentes grupos de maturação em soja, foi pesquisada por Kang et al.

(1989). Os autores comentaram que cultivares pertencentes a grupos de maturação distintos possuem diferentes estádios de desenvolvimento fisiológico, interagindo com o ambiente em um tempo particular. Portanto, espera-se que os componentes da interação $G \times E$ sejam diferentes para cada grupo de maturação. Eles concluíram que os grupos de maturação foram mais afetados por fertilidade diferencial de solos e/ou práticas culturais (fatores previsíveis) do que por fatores ambientais do tempo (fatores imprevisíveis). Rocha & Vello (1999), testando linhagens de soja em três locais, também comentaram que fatores relacionados a características diferenciais de solos foram aqueles que mais contribuíram para a interação $G \times L$.

No Brasil, alguns estudos da interação $G \times E$ envolvendo diferentes ciclos de maturação em soja, podem ser encontrados na literatura, a saber: Toledo et al. (1990), Alliprandini et al. (1993, 1994), Soldini (1993), Láinez-Mejía (1996), Bonato et al. (1998), Rocha & Vello (1999) e Unêda & Vello².

Alliprandini et al. (1993) avaliaram genótipos de soja, divididos em três ciclos de maturação (precoce, semiprecoce e médio). Segundo os autores, a interação significativa para ciclos de maturação $\times$ locais $\times$ anos indica que, para uma determinada combinação entre ano e local, existe um ciclo de maturação com maior adaptação. Alliprandini et al. (1994), em outro estudo, reportaram a existência de efeitos não significativos para as interações $G \times L$ e genótipos $\times$ anos e mencionaram que na ausência de interação genótipos $\times$ anos, havendo a necessidade de abreviar o período de avaliação para apenas um ano, os testes devem ser conduzidos em diversos locais.

Um grupo de linhagens de soja tipo alimento (natto ou fermentado) foram avaliadas por Cober et al. (1997). A interação $G \times L$ foi significativa, mas não apresentou padrão aparente; a interação $G \times E$ (inclui todas as interações entre genótipos com locais e anos) também foi significativa; no entanto, sua magnitude foi menor que os efeitos principais de genótipos.

² UNÊDA, S.H.; VELLO, N.A. Assesment of phenotypic stability using ecovalence in soybean progenies derived from multiple crosses. (Em elaboração)

Bonato et al. (1998) avaliaram um grupo de cultivares separados por ciclo de maturação (precoce, médio e semitardio/tardio) conduzidos em três épocas de semeadura, em vários locais e anos, no Rio Grande do Sul. O desempenho dos cultivares dos três ciclos em uma determinada época foi semelhante. Os cultivares de ciclo precoce obtiveram mesmo comportamento em semeaduras realizadas em outubro e novembro. Esses autores argumentam que os cultivares de ciclo precoce podem ser semeados a partir de meados de outubro e que os três ciclos expressam potencial produtivo semelhante nas semeaduras realizadas em dezembro.

A porcentagem de óleo (%OL) foi avaliada por Bonato et al. (2000), em cultivares de soja lançadas antes e depois de 1990. Estes concluíram que as estimativas variaram pouco com os anos, dentro de locais, e que os cultivares lançados entre 1991 e 1996 foram mais produtivos em óleo do que os lançados antes deste período. Apesar da baixa variação aparente observada para este caráter, foi possível obter ganhos com a seleção.

2.3 Adaptabilidade e estabilidade fenotípica

Estudos a respeito da interação $G \times E$, apesar de serem de grande importância para o melhoramento, não proporcionam informações pormenorizadas sobre o comportamento de cada genótipo frente às variações ambientais. Para tal objetivo, realizam-se análises de adaptabilidade e estabilidade, pelas quais torna-se possível a identificação de cultivares com comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais, em condições específicas ou amplas (Cruz & Regazzi, 1994).

Segundo Vencovsky & Barriga (1992), adaptação e estabilidade, embora sejam fenômenos relacionados, não devem ser considerados como um só. Mariotti et al. (1976), designam adaptabilidade como a capacidade potencial dos genótipos de responderem vantajosamente ao estímulo ambiental. A estabilidade, por outro lado, seria a capacidade de um genótipo exibir um desempenho o mais constante possível, em função de variações na qualidade ambiental. Cruz & Regazzi (1994) conceituam adaptabilidade da mesma forma e comentam que estabilidade refere-se à capacidade de

os genótipos mostrarem um comportamento altamente previsível em função do estímulo ambiental.

Becker (1981) distinguiu dois tipos de estabilidade: estabilidade biológica ou homeostática e estabilidade agronômica. A estabilidade biológica seria aquela em que o genótipo mantém uma produtividade constante entre ambientes; já na estabilidade no sentido agrônomo, o genótipo é considerado estável se este produz bem em relação ao potencial produtivo dos ambientes testes. Segundo Fox et al. (1997), implicitamente, a idéia de estabilidade agronômica está relacionada com ordenamento. O genótipo estável é aquele que é consistentemente bem ordenado.

Vencovsky & Torres (1988) apontam dois tipos de estabilidade: a estabilidade espacial e a estabilidade temporal, enfatizando que a estabilidade espacial é sinônima de adaptabilidade. Fox et al. (1997) seguem essa mesma linha de conceito e usam os termos adaptabilidade e estabilidade para se referir às dimensões espacial e temporal, respectivamente.

Lin et al. (1986) apresentaram uma proposta de conceituação para a estabilidade fenotípica em função dos diversos parâmetros de avaliação, em três tipos básicos: Tipo 1: o genótipo é considerado estável se a variância entre ambientes é pequena; Tipo 2: o genótipo é considerado estável se sua resposta aos ambientes é paralela à resposta média de todos os genótipos do experimento; Tipo 3: o genótipo é considerado estável se a relação entre o quadrado médio do resíduo da regressão pelo índice ambiental é pequena.

As estatísticas relacionadas ao conceito Tipo 1 estão associadas ao conceito de estabilidade no sentido biológico ou estático e são altamente dependentes do grupo de ambientes escolhidos, sendo análoga ao conceito de homeostase; têm pouca utilidade para conjuntos de muitos ambientes, podendo ser úteis em áreas geográficas mais restritas; este tipo de estabilidade está associada a respostas relativamente pobres em ambientes de baixas produtividades e baixas produtividades em ambientes altamente produtivos. O Tipo 2 está ligado ao conceito de estabilidade agronômica e depende grandemente do grupo de genótipos avaliados. As estatísticas do Tipo 3 mostram o

quanto os dados se ajustam bem à regressão, mas não estabelecem relação direta com a estabilidade dos genótipos (Lin et al., 1986).

Dentro dos conceitos propostos por Lin et al. (1986), o coeficiente de regressão proposto por Finlay & Wilkinson (1963) pode corresponder ao conceito do tipo 1, se o genótipo estável for definido como o de $b_i = 0$, caso contrário, com $b_i = 1$, corresponderá ao conceito tipo 2. Os métodos de Plaisted & Peterson (1959), ecovalência (Wricke & Weber, 1986) e Shukla (1972), estimam parâmetros que medem a estabilidade do tipo 2. A utilização dos desvios da regressão (Eberhart & Russel, 1966; Perkins & Jinks, 1968 e Tai, 1971), enquadra-se no conceito tipo 3.

Alliprandini (1992) definiu estabilidade com base no coeficiente de determinação (R^2) e dos desvios da regressão ($s^2 d_i$), e adaptabilidade como consequência do desempenho do genótipo em relação à média dos genótipos avaliados e da responsividade medida pelo coeficiente de regressão (b_i).

2.4 Metodologias para avaliar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica

Diversos métodos têm sido propostos para investigar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica. A diferença entre eles origina-se nos próprios conceitos e procedimentos biométricos para medir a interação G x E. Destacam-se os procedimentos baseados na variância da interação G x E (Plaisted & Peterson, 1959; Wricke & Weber, 1986; Shukla, 1972 e Magari & Kang, 1997); regressão linear simples (Finlay & Wilkinson, 1963; Eberhart & Russell, 1966 e Perkins & Jinks, 1968) e múltipla (Verma et al., 1978; Silva & Barreto, 1986; Cruz et al., 1989 e Storck & Vencovsky, 1994); regressão quadrática (Brasil & Chaves, 1994); modelos não lineares (Chaves et al., 1989; Toler & Burrows, 1998; Silva, 1998 e Rosse & Vencovsky, 2000) e não paramétricos, como a ordem de classificação genotípica (Hühn, 1996); métodos multivariados, como a ACP (Crossa, 1990), análise de agrupamento (Hanson, 1994), análise fatorial de correspondências (Hill, 1974) e análise de coordenadas principais (Westcott, 1987); e métodos que integram a análise comum de variância (método

univariado) com a análise de componentes principais (método multivariado), como é o caso da análise AMMI, sugerido por Gauch & Zobel (1996).

Na avaliação da estabilidade fenotípica através da variância da interação $G \times E$, é realizado o desdobramento da interação $G \times E$ total em componentes atribuídos a cada genótipo, como no método tradicional (Oliveira, 1976); neste método, a soma de quadrados da interação $G \times E$ mais a soma de quadrados de ambientes é particionada em componentes da variação ambiental dentro de cada genótipo; o genótipo mais estável será aquele com menor quadrado médio para o desdobramento. Plaisted & Peterson (1959) adotaram como parâmetro de estabilidade a variância da interação $G \times E$ estimada para cada par de genótipos. Calculando-se a média das estimativas obtidas com um genótipo em comum, tem-se a sua contribuição para a interação $G \times E$; genótipos com baixa contribuição são considerados estáveis. O método da ecovalência (Wricke & Weber, 1986), segue o mesmo princípio, sendo o parâmetro denominado de ecovalência, que mede a contribuição de cada genótipo para a soma de quadrados da interação total $G \times E$; assim, o genótipo mais estável é aquele que apresenta ecovalência de mais baixa magnitude em relação aos demais.

Nos últimos 30 anos, o método mais amplamente usado tem sido a análise de regressão linear (Becker & Léon, 1988). Poucos melhoristas analisam rotineiramente os dados para estabilidade fenotípica, e entre os que o fazem, a grande maioria usa análise de regressão (Romagosa & Fox, 1993). Yates & Cochran (1938) foram os primeiros autores a usarem a regressão linear em estudos de estabilidade fenotípica, mas foi a metodologia de Eberhart & Russel (1966) que popularizou seu uso.

O método proposto por Eberhart & Russel (1966) baseia-se numa análise de regressão linear simples onde o índice ambiental (efeito do ambiente) é a variável independente, e a produtividade média de cada genótipo em cada ambiente representa a variável dependente. Os parâmetros coeficiente de regressão (b_i) e a produtividade média estimam a adaptabilidade do genótipo; enquanto a variância dos desvios da regressão ($s^2 d_i$) mede a sua estabilidade. Esses autores definiram como genótipo ideal aquele com produtividade média alta, b_i igual à unidade e $s^2 d_i$ o menor possível. Uma medida adicional acrescentada por Pinthus (1973) foi o coeficiente de determinação

(R^2), que pode substituir s^2d_i ou auxiliá-lo, fornecendo uma medida da variação observada explicada pela regressão. Perkins & Jinks (1968) idealizaram um método baseado em regressão, que permite estimar os efeitos de genótipos, ambientes e a interação G x E, em linhas puras e seus cruzamentos. Tai (1971) propôs um método que usa regressão linear para determinar as respostas linear e não-linear de genótipos com os ambientes.

Verma et al. (1978) propuseram um método baseado na regressão linear bi-segmentada, capaz de medir a sensibilidade dos genótipos a duas faixas de ambientes (favoráveis e desfavoráveis). A média dos genótipos é ajustada por dois segmentos de reta, correspondentes às subdivisões dos ambientes, naqueles com produtividade abaixo da média geral e nos com produtividade acima desta média. Portanto, são estimados dois coeficientes de regressão separadamente, que descrevem a resposta de um determinado genótipo aos ambientes favoráveis e desfavoráveis, respectivamente, sendo capaz de identificar genótipos responsivos a ambientes favoráveis e que mantenham produtividades razoáveis em ambientes adversos. Esse método foi modificado por Silva & Barreto (1986), que adotaram o uso de um modelo de regressão múltipla que permite o ajuste para cada genótipo, de uma curva única constituída por dois segmentos de reta. Posteriormente, Cruz et al. (1989) e Storck & Vencovsky (1994) propuseram alterações que contribuíram para facilitar a estimação dos parâmetros e melhorar a precisão das estimativas.

Toler & Burrows (1998) propuseram um método baseado em regressão não linear que permite estimar conjuntamente os parâmetros de adaptação e estabilidade ($b1_i$, $b2_i$, R^2_i), e o “índice” ambiental (μ_j). Paralelamente, apresentaram os conceitos de “padrão côncavo” e “padrão convexo” de resposta, para a interpretação adaptativa dos genótipos. Assim, apontam como duplamente favorável, os genótipos que apresentam um padrão convexo, ou seja, de performance consistente em ambientes desfavoráveis e que explorem positivamente condições ambientais favoráveis; por outro lado, duplamente desfavoráveis são aqueles que exibem sensibilidade nos ambientes abaixo da média geral, mas que não respondem às condições ambientais favoráveis.

Resultados obtidos por Duarte et al. (1994) em soja e Rosse & Vencovsky (2000) em feijão, mostraram que os melhores genótipos, quase sempre, estiveram entre os de padrão côncavo pouco responsivo preconizado por Toller & Burrows (1998). Peixoto et al. (1985) argumentam que um genótipo com padrão côncavo de resposta pode, em condições práticas, ser mais desejável do que o chamado “teoricamente ideal”, determinado por Eberhart & Russel (1966). Pois, com tal característica, pode alcançar uma dada produtividade com um menor nível de insumos do que o exigido por genótipos responsivos somente em ambientes favoráveis, os quais necessitariam, portanto, de um maior investimento em tecnologia para atingirem a mesma produtividade.

(Duarte)³ recomenda que os parâmetros b_i , b_{1i} e b_{2i} (coeficientes de regressão) não sejam utilizados para fins de seleção de genótipos, mas apenas como indicativos das condições ambientais para as quais eles deveriam ser indicados em termos de adaptação produtiva. Assim, a seleção deveria basear-se na média, como faz a maior parte dos melhoristas e, adicionalmente, numa medida de confiabilidade nas estimativas do(s) coeficiente(s) de regressão. Uma vez selecionados os genótipos de performance média adequada e de padrão de resposta previsível, eles seriam, então, recomendados para as condições apropriadas, em função de suas estimativas de coeficientes de regressão. Ou seja, quaisquer que sejam os valores destes coeficientes, se a recomendação do genótipo for para as condições em que ele atinge os maiores rendimentos, o produtor terá sucesso.

Lin & Binns (1988) definiram como medida de estabilidade o parâmetro P_i , como sendo a medida de superioridade máxima de um genótipo. Esse parâmetro representa o quadrado médio da distância entre a resposta de um determinado genótipo em relação à resposta do genótipo que apresenta produtividade máxima, entre todos os genótipos, num determinado ambiente. Quanto menor a distância entre a resposta do genótipo e a produtividade máxima, ou seja, quanto menor P_i , mais estável é o genótipo. Uma vantagem dessa metodologia é que ela tenta aliar estabilidade com adaptabilidade.

³ DUARTE, J. B. Questões a cerca da interpretação de padrões de resposta genotípica em estudos de interação genótipos x ambientes. (Em elaboração)

Esse método é similar ao método de Plaisted & Peterson (1959), exceto que o parâmetro de estabilidade é baseado nos efeitos médios de genótipo e da interação $G \times E$, e que cada genótipo é comparado somente com a produtividade máxima em cada ambiente.

Os métodos de regressão linear para avaliar estabilidade fenotípica em plantas têm sido amplamente discutidos, sobretudo, com respeito a dois aspectos. O primeiro deles refere-se ao fato de os índices ambientais, tal como são tomados nessas metodologias, não serem independentes das variedades testadas (o índice ambiental é obtido a partir dos próprios dados). Contudo, isso não parece relevante quando o número de genótipos é elevado. O segundo refere-se à pressuposição de uma regressão linear entre o comportamento dos genótipos e o índice de ambiente. Outro aspecto diz respeito ao desdobramento tradicionalmente feito na análise de regressão, onde não é tomada apenas a variação devida à interação $G \times E$, mas aquela decorrente das fontes de variação: ambientes + interação $G \times E$ (ambientes dentro de genótipos). Esse procedimento usual, sem dúvida, auxilia no processo de recomendação de cultivares, pois fornece uma descrição do padrão médio de resposta de cada genótipo frente à melhoria da qualidade ambiental; entretanto, obscurece a identificação de relações importantes no discernimento das verdadeiras causas da interação $G \times E$ em si (Duarte & Vencovsky, 1999).

Crossa (1990) comenta que, a obtenção de parâmetros via análise de regressão linear, é bastante usada por melhoristas de plantas, por ser uma técnica matematicamente simples e biologicamente interpretável. No entanto, apresenta algumas desvantagens: (a) não é informativa quando a linearidade falha; (b) é altamente dependente do grupo de genótipos e ambientes incluídos na análise; e (c) tende a supersimplificar padrões de resposta diferentes por explicar a variação da interação $G \times E$ em apenas uma dimensão (coeficiente de regressão), quando na realidade ela pode ser altamente complexa. O autor alerta para o perigo em sacrificar informações relevantes para facilitar interpretações estatísticas e biológicas.

A tendência atual é para o uso de métodos multivariados ou aqueles que integram métodos univariados com multivariados. A análise multivariada apresenta três objetivos principais; (a) eliminar os ruídos presentes nos dados; (b) sumarizar os dados;

e (c) revelar a estrutura nos dados. Ao contrário dos métodos estatísticos clássicos, a função da análise multivariada é elucidar a estrutura interna dos dados a partir de hipóteses que podem ser geradas e depois testadas por métodos estatísticos. A resposta de um dado genótipo G em E ambientes pode ser conceituada como um padrão em N espaço dimensional (Crossa, 1990).

Dois grupos de técnicas multivariadas têm sido usados para elucidar a estrutura interna da interação G x E: (a) técnicas de ordenação, tais como a ACP, análise de coordenadas principais e análise de fatores; e (b) técnicas de classificação, tais com análise de agrupamento e análise discriminante. Dessas, a ACP é a mais freqüentemente usada (Flores et al., 1998). O objetivo principal dessa técnica é transformar os dados a partir de um grupo de eixos de coordenadas em outro grupo, que preserve, o mais possível, a configuração original do grupo de pontos e concentre a maior parte da estrutura dos dados no (s) primeiro (s) eixo (s) da ACP. Esta assume que as variáveis originais definem um espaço Euclidiano na qual a similaridade entre itens é medida como distância Euclidiana (Crossa, 1990).

Uma das metodologias que vem ganhando espaço em uso, tem sido a análise AMMI. Esta representa um modelo linear (efeitos aditivos) e bi-linear (efeito multiplicativo) que integra a ANAVA para efeitos aditivos principais (genótipos e ambientes) com a ACP para o efeito multiplicativo da interação G x E (Gauch & Zobel, 1996). O número de eixos ou componentes da ACP retidos para a maioria das aplicações é o menor possível (dois ou três no máximo), com o qual se pretende reduzir a dimensão do sistema e fornecer uma descrição mais parcimoniosa à cerca da estrutura da interação (Shafii & Price, 1998).

A análise AMMI pode auxiliar tanto na identificação de genótipos com alta produtividade e amplamente adaptados, como na realização do zoneamento agrônômico, com a finalidade de recomendação regionalizada e seleção de locais de teste (Gauch & Zobel, 1996). O método ainda permite a obtenção de estimativas mais precisas das respostas genotípicas e possibilita uma fácil interpretação gráfica dos resultados da análise estatística, através do procedimento *biplot* (Zobel et al., 1988).

Dados coletados a partir de experimentos que envolvem multilocais são intrinsecamente complexos, apresentando três aspectos fundamentais: (a) padrão estrutural, (b) ruídos não estruturais e (c) relações entre genótipos, ambientes e interação $G \times E$. O *padrão* implica que um número de genótipos respondem a determinados ambientes de forma sistemática, significativa e interpretável, enquanto que *ruído* sugere que as respostas são imprevisíveis e não interpretáveis, sendo parte integrante da variabilidade estranha contido nos dados (Crossa, 1990). Assim, nesse tipo de abordagem, não se parte da premissa de que os desvios de aditividade decorrentes do ajuste dos efeitos principais sejam inteiramente resultantes da interação $G \times E$. Com efeito, tais desvios podem conter ruídos. O descarte destes ruídos, permitirá caracterizar melhor os fatores genéticos e ambientais realmente envolvidos na interação $G \times E$, e melhor estimar as respostas genótipos aos ambientes (Duarte, 2001).

O objetivo principal da análise AMMI é selecionar modelos que expliquem o *padrão* relacionado à interação ($SQ_{G \times E \text{ Padrão}}$), descartando os *ruídos* presentes nos dados e sem interesse agrônômico ($SQ_{G \times E \text{ Ruídos}}$) (Crossa, 1990). Ela também é uma ferramenta apropriada para diagnóstico em situações onde a interação significativa é acompanhada por não significância dos efeitos aditivos principais de genótipos e ambientes ou onde a estrutura da interação é influenciada por “outliers” (Shafii & Price, 1998).

O método AMMI engloba uma família de modelos (AMMI0: não inclui nenhum eixo ou termo da interação; AMMI1: inclui somente o primeiro eixo da interação; AMMI2: inclui somente os dois primeiros eixos da interação; AMMI n : inclui n eixos da interação). O critério mais comum adotado para a definição do número de eixos da análise de componentes principais da interação (ACPI) a serem retidos, ou seja, do modelo mais preditivo e parcimonioso, tem sido o uso de testes estatísticos (Cornelius et al., 1996).

Duarte & Vencovsky (1999) mencionam que um dos procedimentos usuais adotados para a definição do número de eixos a serem retidos, de maneira a explicar o padrão relacionado à interação, consiste em determinar graus de liberdade associados à parcela da $SQ_{G \times E}$ relacionada a cada membro da família AMMI. Obtém-se, então, o quadrado médio (QM) correspondente a cada parcela (ou modelo). Em seguida, é obtido

um teste F avaliando-se a significância de cada componente em relação ao $QM_{\text{erro médio}}$. Dessa forma, o ponto de parada que determina a seleção do modelo (AMMI0, AMMI1,..., ou AMMI n) baseia-se na significância do teste F para os sucessivos eixos da interação. O resíduo AMMI, reunindo os eixos descartados da interação, também pode ser testado de maneira a assegurar o seu caráter desprezível. Segundo Gauch & Zobel (1996), os dois sistemas mais populares para atribuir graus de liberdade a um modelo AMMI são os sistemas de Gollob (1968) e Mandel (1971).

Testes alternativos também têm sido sugeridos, como é o caso dos testes F_{GH1} e F_{GH2} (Cornelius, 1993), o teste F_R (Cornelius et al. 1992 e Piepho, 1995) e a razão de sinal para o ruído (Gauch, 1992). Pelo teste F (Gollob, 1968), o ponto de parada para seleção do modelo é o n -ésimo componente principal da interação (CPI) que for significativo pelo teste F ; já pelo teste F_R , o ponto de parada é o n -ésimo CPI no qual o seu resíduo seja não significativo.

A atribuição dos graus de liberdade associados à parcela da $SQ_{G \times E}$ relacionada a cada membro da família AMMI ainda é um aspecto crucial da análise, e que ainda é motivo de estudo. Destes, o sistema aproximado de Gollob (1968) tem sido o mais usado, por ser de fácil aplicação. Segundo Annicchiarico (1997a), a preferência sobre um ou outro teste deve depender do número de genótipos, locais e anos de testes.

O uso de procedimentos livres de distribuições teóricas, tais como a validação cruzada, têm sido outra alternativa para a seleção de modelos AMMI. Segundo essa abordagem, os dados originais de repetições são divididos em dois grupos: dados de modelagem e dados de validação (ex: 4 repetições, três observações são usadas para modelar e uma é usada para validar); isso permite estimar o que se chama de Diferença Preditiva Média (DPM). A DPM é estimada várias vezes por reamostragem aleatória dos dados, para cada modelo da família AMMI, obtendo-se uma DPM média para cada modelo. Um valor de DPM menor é indicativo de modelo mais preditivo; portanto será o selecionado. Segundo Ortiz et al. (2001), essa abordagem só é possível de ser usada quanto se tem mais de duas repetições por experimento. A validação cruzada representa uma avaliação “preditiva” do modelo, pois o teste é feito a “priori” com os dados

originais. Já os testes paramétricos baseados no teste F representam um tipo de avaliação “posdictiva”, já que o teste é realizado após a análise dos dados (Gauch & Zobel, 1988).

Comparações entre diferentes testes para a seleção do modelo AMMI têm sido pouco na literatura (Cornelius, 1993; Piepho, 1995 e Annicchiarico, 1997a). Um resultado comum nesses trabalhos é que o teste F de Gollob tendeu ser mais liberal em selecionar mais eixos do que o verdadeiro modelo contempla, enquanto que os testes F_{GH1} e F_{GH2} foram mais liberais do que o teste F_R . O teste F_R apresentou resultados semelhantes ao teste da razão de sinal para o ruído. De acordo com Piepho (1995), o teste F_R mostrou-se como o mais robusto. Também se observa que o teste F_R é o que mais se aproxima dos resultados obtidos pela validação cruzada. Lavoranti et al. (2001) utilizaram o teste F_R como critério para a seleção de modelos AMMI, em um estudo envolvendo progênies de eucalipto.

Outras abordagens multivariadas para estudos da interação G x E têm sido observadas na literatura. Yan et al. (2001) propuseram um método para avaliar a adaptabilidade e a estabilidade fenotípica baseado na análise gráfica denominada de *biplot* GGE (efeitos principais de genótipos e da interação G x E). O *biplot* GGE é construído plotando os dois primeiros componentes principais de uma ACP, utilizando modelos de regressão de locais (SREG). O objetivo principal é identificar genótipos superiores para recomendação aos agricultores e locais que melhor representem ambientes específicos ou mega-ambientes.

As técnicas multivariadas são estatisticamente muito complexas e a falta de disponibilidade de programas computacionais tem limitado bastante seu uso (Flores et al., 1998). Tais técnicas ganharão maior aceitação a partir do momento que os programas sejam mais informativos e de fácil uso, bem como sejam capazes de manejar experimentos com dados perdidos. A produção de tais programas ainda representa um ponto de entrave para maior utilização dessas técnicas (Romagosa & Fox, 1993). Alguns sinais de mudanças podem ser evidenciados, como é o caso da análise AMMI detalhada nos trabalhos apresentados por Duarte & Vencovsky (1999) e Thillainathan & Fernandez (2001), utilizando o sistema SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM)

(SAS INSTITUTE, 1997) e o programa “Estabilidade” (Universidade Federal de Lavras, 2000).

O estudo de fatores ambientais que podem contribuir para a interação $G \times E$ também tem sido investigado. Becker & Léon (1988) comentam que as interações $G \times E$ podem ser parcialmente entendidas como um resultado de uma reação diferencial a fatores de estresses ambientais como secas ou doenças e, conseqüentemente, o melhoramento da resistência é de importância para melhorar a estabilidade de produção. Kang & Magari (1996) corroboram esse argumento comentando que a estabilidade de produção depende de seus componentes e de outros caracteres, tais como: resistência a pragas, tolerância a fatores de estresses e variáveis ambientais (todas contribuem de forma diferente para a interação $G \times E$). Se a importância relativa desses componentes foi avaliada e um ou mais fatores limitantes é ou são determinados, então, sua manipulação pode aumentar a estabilidade.

Alguns métodos utilizam variáveis ambientais associadas com parâmetros de estabilidade para avaliar com maiores detalhes a interação $G \times E$. Isso é feito com dois objetivos: (a) estudar suas relações com a performance genotípica; e (b) entender as verdadeiras causas da interação $G \times E$. As respostas fisiológicas diferenciais de genótipos a fatores edáficos e climáticos, especialmente aqueles relacionados à eficiência nutricional e tolerância a estresses, são relevantes para a interação $G \times E$ (Baker, 1988). Os métodos de regressão multilinear, a ACP e a combinação de ambos, são técnicas bastante usadas com essa finalidade (Crossa, 1990). Nesse sentido, Chaves (2001) comenta que há a necessidade de intensificar os estudos sobre a influência de genes específicos (genes que conferem resistência à fatores de estresse bióticos e abióticos), sobre a manifestação da interação $G \times E$ em caracteres complexos como a produtividade.

Vargas et al. (2001) reportaram que, quando informações sobre variáveis ambientais ou genotípicas, tais como dados meteorológicos ou informações de solo são disponíveis, essas variáveis podem ser correlacionadas ou regredidas sobre escores ambientais ou genotípicos estimados pelo modelo AMMI. No entanto, informações ambientais externas não podem ser usadas diretamente no modelo AMMI. Assim,

quando informações adicionais sobre variáveis externas do cultivar são disponíveis (fisiologia, maturidade, reação a doenças, marcadores moleculares, etc.), outros modelos estatísticos, incluindo modelos bi-lineares como a regressão fatorial e a regressão parcial de mínimos quadrados, são úteis em reduzir variáveis e indicar quais as variáveis relacionadas aos genótipos ou ambientes, influenciam mais a interação G x E.

Um entendimento das bases genéticas e ambientais da interação G x E é de fundamental importância no melhoramento de plantas. Nesse sentido, alguns autores têm reportado que o mapeamento de locos que controlam caracteres quantitativos (QTLs) e sua interação com o ambiente (interação Q x E), podem ajudar na elucidação das verdadeiras causas e natureza da interação G x E relacionada a determinado grupo de genótipos e ambientes. Nessa linha de pensamento, Kang (1998), comenta que a identificação de QTLs mais estáveis em diferentes ambientes poderia ser utilizada em um esquema de seleção assistida para estabilidade fenotípica. Por outro lado, Crossa et al. (1999) propõem modelos de regressão fatorial e parcial de mínimos quadrados para análises que envolvem marcadores moleculares e covariáveis ambientais, objetivando estudar a interação Q x E relacionada à Interação G x E.

2.5 Adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja

As metodologias mais usadas em soja para acessar a adaptabilidade e estabilidade de genótipos são aquelas baseadas em regressão linear. Entre essas, o método proposto por Eberhart & Russel (1966) é o mais utilizado em soja (Duarte et al., 1994; Ablett et al., 1994; Scott et al., 1994; Raut et al., 1997; Alliprandini et al., 1998; Galvão et al., 1998; Mohanty et al., 1999; Sood et al., 1999; Lima et al., 2000; Mauro et al., 2000 e Prado et al., 2001). Em todos esses trabalhos, esses autores identificaram genótipos com adaptação ampla (estáveis) e com adaptação específica a ambientes favoráveis (produtividade média alta) e desfavoráveis (produtividade média baixa).

Os métodos baseados em regressão bi-segmentada têm sido muito usados no Brasil, quando se considera todas as espécies de culturas. Os mais usados são os propostos por Silva & Barreto (1986) e Cruz et al. (1989). No caso da soja, ainda são

poucos os relatos de uso, como é o caso dos estudos conduzidos por Duarte et al. (1994), Alliprandini et al. (1998) e Prado et al. (2001) que utilizaram o método de Silva & Barreto (1986), Verma et al. (1978) e Cruz et al. (1989), respectivamente, para avaliar um grupo de genótipos de soja divididos em ciclos de maturação.

O método da ecovalência (Wricke & Weber, 1986), foi utilizado por Miranda (1999), Unêda & Vello⁴, 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. Unêda & Vello⁵, avaliaram populações derivadas de cruzamentos óctuplos em genótipos de diversos ciclos de maturação e reportaram que a ecovalência foi mais uniforme com o aumento do número de genótipos testados e aumentou com o ciclo, ou seja, os cultivares tardios foram mais estáveis. Miranda (1999), confirma que a ecovalência é inversamente proporcional ao ciclo, mencionando que quanto mais precoce o material, menor a estabilidade.

Zobel et al. (1988) avaliaram sete genótipos em 35 ambientes (combinação de cinco anos e oito locais). A ANAVA não detectou significância para a interação G x E, enquanto a análise AMMI identificou significância para o primeiro componente principal da interação (CPI1) pelo critério de Gollob (1968). O modelo selecionado (AMMI1) explicou 71% da soma de quadrados da interação G x E ($SQ_{G \times E}$). Os autores constataram que a relação entre o comprimento do dia (fotoperíodo: latitude) e o grupo de maturação foi responsável pela alta significância da interação G x E capturada pelo CPI1. Em um estudo posterior, Gauch & Zobel (1990) encontraram que o CPI1 explicou 69,6% da $SQ_{G \times E}$, utilizando o algoritmo EM-AMMI para experimentos com parcelas perdidas. Para o estudo de Sneller & Dombek (1995), CPI1 explicou somente 23% da $SQ_{G \times E}$. Mais recentemente, Ariyo (1998) utilizou a análise AMMI para avaliar onze genótipos em quatro ambientes (combinação de dois anos com dois locais) na Nigéria.

⁴ UNÊDA, S.H.; VELLO, N.A. Assesment of phenotypic stability using ecovalence in soybean progenies derived from multiple crosses. 2001. (Em elaboração)

Nesse estudo, o modelo selecionado também foi o AMMI1 e explicou 86,04% da interação G x E. Os resultados desses trabalhos mostraram que o padrão inerente à interação foi alto e concentrado na sua grande maioria no CPI1, exceto no trabalho de Sneller & Dombek (1995).

No Brasil, ainda não há relatos na literatura do uso da análise AMMI em soja, sendo encontrados resultados obtidos em milho (Arias, 1996 e Gonçalves, 1997), batata (Pereira & Costa, 1998) e feijão (Borges et al., 2000). Nesses trabalhos, o CPI1 explicou 28,6%; 34,02%; 44,6% e 43%; respectivamente, da $SQ_{G \times E}$. Os resultados desses trabalhos mostraram que o padrão adjacente à interação G x E foi baixo e em alguns casos distribuídos em mais de dois eixos da ACP.

A repetibilidade de vários parâmetros relacionados à adaptabilidade e estabilidade foi estimada por Sneller et al. (1997). Foram comparadas 9 estatísticas derivadas da análise AMMI, o coeficiente de regressão (b_i), os desvios da regressão (s^2d_i), o parâmetro de Shukla (σ_i^2) e a estatística não-paramétrica de Hühn ($S^{(1)}$). As estatísticas derivadas da análise AMMI produziram informações sobre a estabilidade dos cultivares similares àsquelas fornecidas pelo s^2d_i e σ_i^2 . A repetibilidade da classificação dos genótipos por s^2d_i , σ_i^2 e $S^{(1)}$ e a maioria das estatísticas derivadas de AMMI foram baixas, indicando que essas estatísticas não seriam úteis para melhorar ou desenvolver seleção para estabilidade. A repetibilidade do b_i e de uma das estatísticas AMMI foram moderadas, particularmente quando estimadas em ambientes envolvendo dois anos.

Ablett et al. (1989) utilizaram a técnica de agrupamento de genótipos proposta por Francis & Kannenberg (1978) para discriminar um grupo de genótipos de soja com hábitos de crescimento determinado e indeterminado. Essa técnica baseia-se na produtividade e estabilidade, através de uma análise gráfica, plotando a produtividade de cada genótipo entre ambientes contra seus respectivos coeficientes de variabilidade (CV). Ivory et al. (1991) também adotaram a análise de agrupamento ou classificação numérica, associada com a análise de coordenadas principais, para sumarizar padrões nas performances genotípicas e produtividade ambiental quando ocorre interação G x E significativa. A representação em gráfico, como um índice de ordenamento relativo de

genótipos, mostrou ser muito efetiva em separar respostas diferenciais de linhagens de soja em diferentes ambientes da Tailândia.

2.6 Comparação entre metodologias que avaliam a adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja

A forma mais comum para comparar as metodologias é através da correlação entre seus parâmetros que medem a adaptabilidade e estabilidade fenotípica. As correlações mais usadas são as de Spearman e Pearson. Essa abordagem tem como principal objetivo verificar similaridades ou divergências quanto ao ordenamento dos genótipos com os ambientes. Um outro tipo de comparação tem sido quanto que a metodologia explica em termos proporcionais da interação $G \times E$. Uma terceira abordagem seria em relação à capacidade de melhor caracterizar ou reunir informações dos genótipos e ambientes quanto à adaptabilidade e estabilidade.

Zobel et al. (1988) comparam a análise de variância (ANAVA), a regressão linear (RL), a ACP e a análise AMMI, utilizando dados de produtividade de grãos (PG) em genótipos de soja avaliados em vários ambientes. Em seus resultados, os autores concluíram que a ANAVA foi ineficiente para detectar significância para a interação, a ACP falhou em identificar e separar os efeitos aditivos principais de genótipos e ambientes, e a RL descreve apenas para uma pequena porção da soma de quadrados da interação (7,9% apenas). Por outro lado, a análise AMMI exibiu uma alta significância para o componente da interação, que apresenta claro significado agrônômico (o CPI1 explicou 71% da $SQ_{G \times E}$). Assim, ANAVA, ACP e RL podem ser considerados como sub-casos de um modelo AMMI mais completo, sendo que este oferece uma análise estatística mais apropriada para casos dessa natureza em que ocorre interação $G \times E$. Em um estudo com trigo, Yau (1995), comparou a RL e o modelo AMMI e também evidenciou que o modelo AMMI explica mais a interação $G \times E$ do que a RL (37% contra 11%, respectivamente, da $SQ_{G \times E}$).

Um estudo comparativo envolvendo metodologias que apresentam parâmetros que combinam simultaneamente PG e estabilidade foi realizado por Dashiell et al.

(1994). Foram comparados a PG; o coeficiente de regressão (b_i) e a variância dos desvios da regressão (s^2d_i) de Eberhart & Russel (1966); variância de “ranking” (S_i^3) de Hühn (1996); a medida de superioridade máxima (P_i) de Lin & Binns (1988) e a soma de “rank” de Kang (1988). A PG foi correlacionada positivamente com b_i ($r = 0,50$) e negativamente com P_i ($r = -0,84$) e a soma de “rank” ($r = 0,58$). O b_i foi negativamente correlacionado com P_i ($r = -0,47$), enquanto a s^2d_i foi positivamente correlacionada com S_i^3 ($r = 0,72$) e a soma de “rank” ($r = 0,62$). Os parâmetros P_i e a soma de “rank” apresentaram a mais alta correlação ($r = 0,80$). Os autores concluem que, dada a magnitude de correlação entre PG e P_i , P_i é a melhor técnica que seleciona simultaneamente para produtividade e estabilidade fenotípica.

Sneller & Dombek (1995) realizaram um estudo comparativo da classificação e seleção para PG realizados a partir de estimativas obtidas pela análise AMMI e pela análise envolvendo dados completos (ANAVA). Todas as correlações entre estimativas obtidas pelo modelo AMMI e dados completos foram significativas dentro de anos e pareceram igualmente preditivas para a classificação dos genótipos. Esses autores mencionam que não há vantagem ou desvantagem para ambos os métodos em estimar a média dos genótipos; aparentemente, para este estudo, o padrão da interação G x E incorporado nas estimativas obtidas pelo modelo AMMI, não foram suficientemente repetíveis entre anos para produzir estimativas que fossem mais preditivas, quando comparado às estimativas obtidas a partir de dados completos.

Yue et al. (1997) avaliaram cultivares de soja usando estimativas de estabilidade paramétricas [coeficiente de variância (CV_i), ecovalência (W_i)(Wricke & Weber, 1986), b_i e s^2d_i de Eberhart & Russel (1966) e a variância de estabilidade de Shukla (1972)] e não paramétricas [$S_i^{(1)}$ e $S_i^{(2)}$ de Hühn (1996)]. Esses autores encontraram que o b_i foi significativamente e positivamente correlacionado somente com o CV_i . As medidas não paramétricas ($S_i^{(1)}$ e $S_i^{(2)}$) foram altamente correlacionadas com os parâmetros s^2d_i e W_i .

A estabilidade e adaptabilidade foram analisadas para um grupo de cultivares e linhagens de soja divididas em ciclos de maturação (precoce, semiprecoce e médio) no Estado do Paraná, por Aliprandini et al. (1998). Foram utilizados os métodos de

regressão única (Eberhart & Russel, 1966), regressão segmentada (Verma et al., 1978) e as modificações no conceito de adaptabilidade definidas por Alliprandini (1992). Foi constatado que a utilização conjunta das duas metodologias, aliada à definição dos conceitos de Alliprandini (1992), permitiu uma melhor caracterização da adaptabilidade e estabilidade dos genótipos e facilitou a seleção.

Miranda (1999) comparou os métodos da ecovalência (Wricke & Weber, 1986), e o desvio padrão da ordem de classificação dos genótipos (S_i) nos vários ambientes (medida semelhante a $S_i^{(2)}$ proposta por Hühn (1996) e concluiu que a ecovalência (W_i) e S_i são altamente correlacionadas para a PG; a ecovalência mostrou-se independente da PG, número de dias para maturidade (NDM) e produtividade diária (PPD), enquanto que o NDM mostrou tendência de associação com alta PG e PPD. Para NDM, os parâmetros W_i e S_i não apresentaram correlação tão intensa quanto para PG, sugerindo que esses parâmetros avaliam a estabilidade de maneira diferente para esse caráter.

Um estudo de comparação entre os parâmetros de Eberhart & Russel (1966) e as medidas não paramétricas ($S_i^{(1)}$ e $S_i^{(2)}$) de Hühn (1996), foi conduzido por Mauro et al. (2000), para o caráter PG. Esse autor verificou correlações significativas entre as medidas não-paramétricas e os desvios da regressão, sendo baixas entre aquelas e o coeficiente de regressão. As medidas $S_i^{(1)}$ e $S_i^{(2)}$ mostraram-se quase que perfeitamente correlacionadas.

Prado et al. (2001) avaliaram a adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de soja em cinco épocas de plantio no cerrado de Rondônia e utilizou os métodos da ecovalência (Wricke & Weber, 1986), Eberhart & Russel (1966) e Cruz et al. (1989). Esses autores concluíram que os métodos utilizados foram coerentes entre si e permitiram identificar, entre os cultivares avaliados, os de maior estabilidade e adaptabilidade. No entanto, a não significância das hipóteses abordadas pelo método de Cruz et al. (1989) indicou que o comportamento dos cultivares com as épocas de cultivo foi melhor representado pelo modelo de regressão linear de Eberhart & Russel (1966).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material genético

Foram avaliadas 118 linhagens experimentais de soja, divididas em quatro ciclos de maturação (CM): 28 linhagens precoces (LP), 38 semiprecoces (LSP), 27 intermediárias (LI) e 7 semitardias (LST). O material pertence à coleção de germoplasma desenvolvido pelo Setor de Genética Aplicada às Espécies Autógamas, Departamento de Genética, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP). Os quatro CM foram reagrupados após seleção praticada na safra 1995/96, englobando materiais provenientes dos programas produtividade de grãos e óleo. Utilizou-se como critério de reagrupamento os seguintes intervalos de número de dias para maturidade: 112-119 (LP), 120-127 (LSP), 128-135 (LI) e 136-142 (LST).

Estas linhagens receberam a sigla USP e foram desenvolvidas no primeiro ciclo de recombinação dos programas de seleção recorrente para produtividade de grãos e óleo, em andamento no Departamento de Genética da ESALQ/USP. Estes programas têm como objetivo principal, aumentar a base genética da soja cultivada e os níveis de produtividade de grãos e óleo. Informações sobre a identificação, genealogia, geração de endogamia e programa de origem das linhagens avaliadas, são mostradas no Apêndice 1.

As linhagens oriundas do programa produtividade de grãos foram obtidas a partir de cruzamentos biparentais envolvendo quatro dialelos compostos de dez parentais pertencentes ao mesmo CM, totalizando 40 parentais. Maiores informações sobre a geração F_2 , método de condução das populações segregantes e avanço de gerações, podem ser obtidas nos trabalhos de Freire Filho (1988), Nass (1989), Krieger (1992),

Moreira (1992), Vello (1992), Carbonell (1995), Gomes (1995), Azevedo Filho (1997) e Rocha (1998).

As linhagens advindas do programa produtividade de óleo foram também obtidas a partir de cruzamentos biparentais envolvendo 40 parentais, sendo 75% adaptados e 25% exóticos. Na obtenção dos híbridos, utilizou-se um esquema em cadeia circulante, com a formação de duas cadeias de cruzamentos. A primeira (cadeia mista), com 50% de parentais adaptados e 50% exóticos e a segunda (cadeia adaptada), contendo somente parentais adaptados. Detalhes sobre a geração F_2 , método de condução das populações segregantes e avanço de gerações podem ser obtidos nos trabalhos de Vello (1992), Zimback (1992), Montañó-Velasco (1994), Farias Neto (1995) e Laínez-Mejía (1996) e Rocha (1998).

Os parentais envolvidos nos cruzamentos foram selecionados mediante estudos de campo, realizados nas safras 1983/84 e 1984/85, baseando-se em características desejáveis como elevada produtividade de grãos e de óleo nas sementes, tolerância às variações do fotoperíodo, resistência a doenças (cancro da haste, nematóide do cisto e olho-de-rã) e pela sua diversidade genética, sendo esta estimada pelos coeficientes de parentesco baseados nas genealogias (Vello et al., 1988; Vello, 1992 e 1995).

Foram utilizadas quatro testemunhas para cada CM, compreendendo cultivares adaptados, de boa produtividade e com resistência ao cancro da haste da soja (CHS) variando de medianamente a totalmente resistentes. As testemunhas utilizadas por CM e ano agrícola, são apresentadas no Apêndice 2.

3.2 Ambientes de condução dos experimentos

Os experimentos foram instalados nos anos agrícolas 1996/97, 1997/98, 1998/99 e 1999/00. Em todos os anos agrícolas, os experimentos foram conduzidos 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 5Km 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. Todos os campos experimentais pertencem à ESALQ/USP. Uma visão panorâmica dos locais de avaliação dos experimentos é apresentada na Figura 1.

Piracicaba está situada a 22°42'30" de latitude Sul, 47°39'00" de longitude Oeste e a uma altitude de 540m acima do nível do mar. No Apêndice 3 são apresentadas as informações referentes às temperaturas, umidades relativas médias, precipitação pluvial e fotoperíodo obtidos durante a fase de condução dos experimentos (dados fornecidos pelo Setor de Física e Meteorologia do Departamento de Ciências Exatas da ESALQ/USP). Nos Apêndices 4 e 5 são mostrados os critérios utilizados para a interpretação de análises de solos para o Estado de São Paulo, segundo Malavolta et al. (1989) e as análises de solo relativas às áreas experimentais utilizadas nos três locais.

O preparo do solo foi similar para todos os experimentos e consistiu de uma aração e duas gradagens. A adubação foi feita no sulco, aplicando-se 25g da fórmula 4-20-20 (N-P₂O₅-K₂O) por metro linear. A inoculação das sementes foi realizada usando-se inoculante comercial contendo cepas de *Bradyrhizobium japonicum* diluído em água (800g/20l), através de pulverização costal. Foram realizadas irrigações por aspersão logo após a semeadura e nas fases de maior necessidade da cultura (fase de florescimento e formação dos grãos). Controles de pragas (principalmente percevejos) e de ervas daninhas foram feitos com aplicações de inseticida (Endosulfon a 1,25l/ha) e herbicida pré-emergente (Trifluralin a 1,81l/ha) incorporado antes da semeadura, complementando-se com capinas manuais quando necessário.

3.3 Procedimentos experimentais

As semeaduras ocorreram na época normal de cultivo para o Estado de São Paulo (cultivo de verão), nas seguintes datas: 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98 e 23/11/99 (local Anhembi); 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98 e 30/11/99 (local Areão); e 06/11/96,

12/11/97, 05/11/98 e 08/11/99 (local ESALQ). Em cada local foram conduzidos quatro experimentos, cada um correspondendo a um dos CM. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com duas repetições. Em cada repetição, os tratamentos foram estratificados em conjuntos experimentais com testemunhas comuns de mesmo CM. Para as LST, foi realizada a estratificação em conjuntos experimentais na safra 1996/97, sendo que nos demais anos não houve a necessidade de estratificação devido ao baixo número de linhagens. A estratificação das repetições em conjuntos objetivou detectar possíveis diferenças que possam ocorrer dentro de cada repetição, principalmente para os casos em que há um grande número de tratamentos.

Informações sobre o número de linhagens por CM e o número de conjuntos experimentais por repetição em cada ano agrícola, são mostrados no Apêndice 2. Observa-se que houve seleção para os quatro CM entre as safras 1996/97 e 1997/98, e 1997/98 e 1998/99, não ocorrendo entre as safras 1998/99 e 1999/00. Essa seleção representou um descarte de linhagens que apresentavam alta suscetibilidade ao cancro da haste da soja e baixa produtividade de grãos, com base nos resultados obtidos em condições de campo por Rocha (1998).

A parcela experimental foi similar em todos os experimentos, sendo representada por quatro fileiras de 5 metros de comprimento, espaçadas de 0,5 metro (10m^2). A área útil para a tomada de dados compreendeu as duas fileiras centrais da parcela, eliminando-se 0,5 metro de cada extremidade ($4,0\text{m}^2$).

3.4 Caracteres avaliados

Em todos os experimentos, foram avaliados os seguintes caracteres agronômicos:

- **Número de dias para a maturidade (NDM):** avaliado no estágio R_8 (escala de Fehr & Caviness, 1977), compreendendo o período entre a data da semeadura e a data em que 50% das plantas da área útil se encontravam com 95% das vagens maduras, expresso em dias;

- **Altura de planta na maturidade (APM)**: avaliado no estágio R₈, compreendeu a distância na haste principal entre o colo e a inserção da vagem mais distal, expressa em cm;
- **Acamamento (Ac)**: Avaliado no estágio R₈ através de uma escala de notas visuais, variando de 1 (todas as plantas eretas) a 5 (todas as plantas prostradas), com dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$ antes da realização das análises estatísticas;
- **Valor agrônomo (VA)**: avaliado no estágio R₈ através de uma escala de notas visuais, variando de 1 (plantas ruins) a 5 (plantas ótimas), representativa de um conjunto de caracteres visuais adaptativos: arquitetura da planta, quantidade de vagens cheias, vigor e sanidade da planta, debulha prematura de vagens, acamamento e retenção foliar na maturidade; com dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$ antes da realização das análises estatísticas;
- **Produtividade de grãos (PG)**: efetuada através do peso dos grãos, após a colheita, trilhagem das plantas da parcela e secagem dos grãos, expressa em quilogramas por hectare (kg/ha);
- **Porcentagem de óleo (%OL)**: avaliado pela metodologia de ressonância nuclear magnética (NMR), utilizando-se o espectrômetro de NMR desenvolvido pela EMBRAPA/CNPDIA - São Carlos, em convênio com a FINEP e o Departamento de Genética da ESALQ/USP. Foi usada uma amostra de 12 sementes em média, com um peso médio de 2,80 gramas, retiradas ao acaso do total de sementes produzidas em uma parcela.
- **Produtividade de óleo (PO)**: caráter obtido pelo produto entre a produtividade de grãos por parcela e a porcentagem de óleo nas sementes, expresso em quilogramas por hectare (kg/ha);

3.5 Análises estatísticas

Antes de proceder à análise de variância dos dados, realizou-se uma análise exploratória através da análise gráfica dos resíduos, conforme metodologia adotada por Carbonell (1995), Rocha (1998) e Soldini (1998). Essa análise detecta a existência ou não de valores discrepantes ou “outliers”, que interferem na normalidade dos resíduos, afetando por suas vez, uma das pressuposições importantes da análise de variância. A análise detectou normalidade para os resíduos associados aos dados em todos os caracteres, exceto para Ac e VA. Para esses caracteres, optou-se pela transformação dos dados para $\sqrt{x+0.5}$.

3.5.1 Análises de variância

3.5.1.1 Análise de variância para as testemunhas

Com a finalidade de verificar a existência de diferenças entre conjuntos experimentais, inicialmente, realizaram-se análises individuais de variância, seguidas de análise conjunta para os três locais (conjunta por ano) e conjunta geral (incluindo as avaliações nos três locais e quatro anos), somente com as testemunhas comuns. Efeitos significativos para conjuntos experimentais e interação conjuntos x testemunhas indicam a necessidade de se fazer ajustes das médias das linhagens em função das médias das testemunhas, dentro de cada conjunto experimental. Caso contrário (efeitos de conjuntos e interação conjuntos x testemunhas não significativos), não há necessidade de ajustes e a análise pode ser feita em blocos ao acaso. Será discutida nesse trabalho apenas a análise conjunta geral; para isso, utilizou-se o esquema de análise de variância mostrado no Apêndice 6.

O modelo matemático adotado é apresentado conforme a equação 1 a seguir:

$$Y_{iklm} = \mu + t_i + a_m + l_l + tl_{il} + ta_{ia} + la_{lm} + c/1/a_k/1/m + ct_{ki} + tla_{ilm} + e_{iklm} \quad (1)$$

sendo:

Y_{iklm} : observação referente à testemunha “i”, no conjunto “k”, no local “l”, no ano “m”;

μ : média geral do caráter;

t_i : efeito fixo da testemunha “i”;

a_m : efeito aleatório do ano “m”

l_l : efeito fixo do local “l”;

$(tl)_{il}$: efeito fixo da interação entre a testemunha “i” e o local “l”;

$(la)_{lm}$: efeito aleatório da interação entre o local “l” e o ano “m”;

$c_{k/a/l}$: efeito aleatório do conjunto “k”, dentro do ano “m”, dentro do local “l”;

$(ct)_{ki}$: efeito aleatório da interação entre o conjunto “k” e a testemunha “i”;

$(tla)_{ilm}$: efeito aleatório da interação tripla entre a testemunha “i”, o local “l” e o ano “m”;

e_{iklm} : efeito aleatório do erro experimental médio associado à parcela “iklm”, admitido ser independente e com distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

3.5.1.2 Análise de variância para as linhagens

Empregou-se os esquemas de análises de variância dos Apêndices 7, 8 e 9, respectivamente, para as análises individuais, conjunta/ano e conjunta geral.

O modelo adotado para a análise individual de variância foi de acordo com a equação 2 a seguir:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + r_j + e_{ij} \quad (2)$$

sendo:

Y_{ij} : observação do genótipo “i”, na repetição “j”;

μ : média geral do caráter;

t_i : efeito fixo da linhagem “i”; $i=1, \dots, T$;

r_j : efeito aleatório da repetição “j”; $j = 1, \dots, J$;

e_{ij} : erro experimental associado à parcela “ij”, admitido ser independente e com distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

Antes de proceder às análises conjuntas por ano, foi realizado o teste de homogeneidade de variâncias, obedecendo ao critério de relação máxima igual a 7 para o quociente entre o maior e menor quadrados médios do erro (Cruz & Regazzi, 1994). Em seguida, realizou-se uma análise conjunta de variância para cada CM reunindo os três locais, dentro de cada ano, tendo como principal objetivo determinar possíveis interações de linhagens com locais. O modelo matemático utilizado foi de acordo com a equação 3 a seguir:

$$Y_{ijl} = \mu + g_i + l_l + r/l_{jl} + gl_{il} + e_{ijl} \quad (3)$$

sendo:

Y_{ijl} : observação do genótipo “i”, na repetição “j”, no local “l”;

μ : média geral do caráter;

g_i : efeito fixo da linhagem “i”;

l_l : efeito fixo do local “l”;

r/l_{jl} : efeito aleatório da repetição “j”, dentro do local “l”;

$(gl)_{il}$: efeito fixo da interação entre a linhagem “i” e o local “l”;

e_{ijl} : erro aleatório experimental médio associado à parcela “ijl”, admitido ser independente e com distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

Por último, foi realizada uma análise de variância conjunta envolvendo o efeito de anos, tendo como principal objetivo determinar possíveis interações de linhagens com locais e anos. O esquema da análise de variância é apresentado no Apêndice 10 e o modelo matemático utilizado foi de acordo com a equação 4 a seguir:

$$Y_{ijlm} = \mu + g_i + a_m + l_l + (b/a)/l_{(j/m)/l} + ga_{im} + gl_{il} + la_{lm} + gla_{ilm} + e_{ijlm} \quad (4)$$

em que:

Y_{ijlm} : observação do genótipo “i”, na repetição “j”, no local “l”, no ano “m”;
 μ : média geral do caráter;
 g_i : efeito fixo da linhagem “i”;
 l_l : efeito fixo do local “l”;
 a_m : efeito aleatório do ano “m”;
 $(b/a)/k_{(j/m)/l}$: efeito aleatório do bloco “j” dentro do ano “m” dentro do local “l”;
 ga_{im} : efeito aleatório da interação entre a linhagem “i” e o ano “m”;
 gl_{il} : efeito fixo da interação entre a linhagem “i” e o local “l”;
 la_{lm} : efeito aleatório da interação entre o local “l” e o ano “m”;
 gla_{ilm} : efeito aleatório da interação entre a linhagem “i”, o local “l” e o ano “m”;
 e_{ijlm} : erro aleatório experimental médio associado à parcela “ijlm”, admitido ser independente e com distribuição normal de média zero e variância σ^2 .

Todas as análises de variância foram realizadas utilizando-se o procedimento GLM do programa SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM) (SAS INSTITUTE, 1997).

3.5.2 Análise de médias

Foi utilizado o teste de Dunnett a 5% de probabilidade para comparação das médias de cada linhagem com a média geral das testemunhas. Para a estimativa da média geral das testemunhas tomou-se apenas aquelas que eram comuns a todos os anos agrícolas. Também foi calculada a porcentagem da média individual de cada linhagem em relação à média geral das linhagens e das testemunhas, dentro de cada CM.

3.5.3 Análise de adaptabilidade e de estabilidade fenotípica

Para a análise da adaptabilidade e de estabilidade fenotípica das linhagens, considerou-se como ambiente, a combinação de ano e local. Assim, pela combinação

dos três locais (Anhembi, Areão e ESALQ) com os quatro anos agrícolas (1996/97, 1997/98, 1998/99 e 1999/00), obteve-se 12 ambientes por CM, quais sejam: Anhembi-1996/97 (AN96), Anhembi-1997/98 (AN97), Anhembi-1998/99 (AN98), Anhembi-1999/00 (AN99), Areão-1996/97 (AR96), Areão-1997/98 (AR97), Areão-1998/99 (AR98), Areão-1999/00 (AR99), ESALQ-1996/97 (ES96), ESALQ-1997/98 (ES97), ESALQ-1998/99 (ES98) e ESALQ-1999/00 (ES99). A análise foi realizada com as médias de cada ambiente.

Utilizou-se três metodologias para avaliar a adaptabilidade e estabilidade das linhagens: ecovalência (Wricke & Weber, 1986), regressão linear simples (Eberhart & Russel (1966) e AMMI (Additive Main effects and Multiplicative Interaction)(Zobel et al., 1988)

A ecovalência é estimada através da partição da soma de quadrados da interação G x E. Assim, para cada genótipo é estimada sua contribuição para a interação total, através da soma de quadrados da interação envolvendo todos os ambientes onde ele foi avaliado. A partição da soma de quadrados da interação G x E é estimada de acordo com a equação 5 a seguir:

$$\omega_i = \sum_{j=1}^n (ge)_{ij}^2 \quad (5)$$

sendo ge estimado de acordo com a equação 6 a seguir:

$$(ge)_{ij} = Y_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..} \quad (6)$$

em que:

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 ω_i corresponde ao valor da soma de quadrados da interação G x E. Dessa forma, é possível calcular a porcentagem da interação G x E devida a cada genótipo (ω_i %), dada pela equação 7 a seguir:

$$\varpi_i \% = (\varpi_i / \sum_i \varpi_i) \times 100 \quad (7)$$

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

O método de Eberhart & Russel (1966) baseia-se na análise de regressão linear simples. O coeficiente de regressão linear (β_i ou b_i) é utilizado como padrão de resposta do comportamento do genótipo aos diferentes ambientes, juntamente com a média (adaptabilidade), e a estabilidade de cada genótipo é avaliada através da variância dos desvios de regressão (δ_{ij} ou s^2_{di}). O esquema da análise de variância é apresentado no Apêndice 11. O modelo matemático é de acordo com a equação 8 a seguir:

$$Y_{ij} = \mu_i + \beta_i I_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (8)$$

sendo:

Y_{ij} : a média do genótipo “i” no ambiente “j”;

μ_i : a média do genótipo “i” em todos os ambientes;

β_i : o coeficiente de regressão linear, que descreve a resposta do genótipo “i” a todos os ambientes;

I_j : o índice ambiental;

δ_{ij} : o desvio da regressão do genótipo “i” no ambiente “j”;

ε_{ij} : o erro associado à média.

O parâmetro de adaptabilidade (b_i) é estimado de acordo com a equação 9 a seguir:

$$b_i = \sum_{j=1}^n Y_{ij} I_j / \sum_{j=1}^n I_j^2 \quad (9)$$

sendo:

Y_{ij} : a média do genótipo “i” no ambiente “j”;

I_j : o índice ambiental, e é estimado de acordo com a equação 10 a seguir:

$$I_j = [(Y_{.j} / p) - (Y_{..} / pn)] \quad (10)$$

tal que, de acordo com a equação 11 a seguir:

$$\sum_{j=1}^n I_j = 0 \quad (11)$$

sendo:

$Y_{.j}$: a média de todos os genótipos no ambiente “j”;

$Y_{..}$: a média geral;

n: o número de genótipos;

p: o número de ambientes.

As estimativas para b_i foram testadas segundo a hipótese $H_0: b_i = 1$, sendo a hipótese alternativa $H_a: b_i \neq 1$, utilizando a estatística t, dada pela equação 12 a seguir:

$$t = [(b_i - 1) / (\sqrt{QMD_i / SQI_j})] \quad (12)$$

O parâmetro de estabilidade ($s^2 d_i$) foi estimado de acordo com a equação 13 a seguir:

$$s^2 d_i = [(QMD_i)(QMR / r)] \quad (13)$$

em que:

QMD_i : é o quadrado médio dos desvios da regressão do genótipo “i”;

QMR : é o quadrado médio do resíduo;

r: é o número de repetições.

As estimativas para s^2_{di} foram testadas segundo a hipótese $H_0: s^2_{di} = 0$ versus $H_a: s^2_{di} \neq 0$, utilizando o teste F, dado pela equação 14 a seguir:

$$F = (QMD_i / QMR) \quad (14)$$

Segundo Cruz & Regazzi (1994), algumas vezes pode ocorrer que muitos genótipos com produtividades médias superiores apresentem s^2d_i estatisticamente diferente de zero. Porém, pode ser necessária a seleção de alguns genótipos do grupo em que a estabilidade é baixa. Nesses casos, uma medida auxiliar de comparação entre genótipos é o coeficiente de determinação R_i^2 , dado pela equação 15 a seguir:

$$R_i^2 = [(SQR.Linear)_i / SQ(A/G_i)] \times 100 \quad (15)$$

sendo:

(SQR.linear)_i: a soma de quadrados da regressão linear do genótipo “i”;

SQ(A/G_i): a soma de quadrados de ambientes dentro do genótipo “i”.

A análise AMMI foi realizada em duas etapas sequenciais: 1) os efeitos principais, na parte aditiva (média geral, efeitos de genótipos e ambientes), foram ajustados por análise de variância (ANAVA), resultando em um resíduo de não aditividade (interação G x E) e 2) a interação (parte multiplicativa do modelo) foi analisada pela Análise de Componentes Principais (ACP). O esquema da análise de variância é apresentado no Apêndice 12. O modelo geral foi de acordo com aquele apresentado por Duarte & Vencovsky (1999), segundo a equação 16 a seguir:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + e_j + \sum_{k=1}^n \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk} + \rho_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (16)$$

sendo:

μ : a média geral;

g_i : o efeito principal do genótipo “i”;

e_j : o efeito principal do ambiente “j”;

ε_{ij} : erro experimental médio.

A interação G x E foi modelada de acordo com a equação 17:

$$\sum_{k=1}^n \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk} + \rho_{ij} \quad (17)$$

em que:

λ_n : é o autovalor do n-ésimo componente principal da interação (CPI) retido no modelo AMMI;

γ_{in} : é o autovetor do i-ésimo genótipo no n-ésimo CPI;

α_{jk} : é o autovetor do j-ésimo ambiente no n-ésimo CPI;

ρ_{ij} : o resíduo da interação G x E ou resíduo AMMI;

n: o número de CPI's retidos no modelo;

O objetivo da análise é resumir grande parte da interação G x E em apenas uns poucos eixos ($SQ_{G \times E}$ Padrão), consumindo assim, poucos graus de liberdade, resultando num modelo reduzido, que descarta um resíduo adicional ($SQ_{G \times E}$ Ruídos). Um dos procedimentos mais usuais para a definição do número de eixos a serem retidos, consiste em determinar os graus de liberdade associados à parcela da $SQ_{G \times E}$ relacionada a cada membro da família de modelos AMMI (AMMI0, AMMI1, ..., AMMI_n). Obtém-se, então, o quadrado médio (QM) correspondente a cada modelo. Em seguida, é obtido um teste *F* avaliando a significância de cada componente em relação ao $QM_{\text{Erro Médio}}$. Dessa forma, o ponto de parada que determina a seleção do modelo, baseia-se na significância do teste *F* para os sucessivos termos da interação. O resíduo AMMI, reunindo os demais termos da $SQ_{G \times E}$ (não retidos no modelo selecionado), também pode ser testado de maneira a assegurar o seu caráter desprezível, como é o caso do teste F_R (Cornelius et al., 1992; Piepho, 1995) utilizado no presente trabalho e descrito pela equação 18 a seguir:

$$F_{R,n} = (SQ_{G \times E} - \sum_{k=1}^n \lambda_k^2) / (f_2 \cdot QM_{\text{Erro Médio}}); \quad \text{com: } f_2 = (g-1-n)(a-1-n) \quad (18)$$

sendo:

f_2 : o número de graus de liberdade associados a cada parcela da interação G x E, definidos por Gollob (1968).

Os resultados da análise são apresentados graficamente em *biplot* (Gabriel, 1971). Para os casos em que o modelo engloba apenas o primeiro eixo da análise de componentes principais da interação ACPI (CPI1), foi construído o *biplot* AMMI1, que utiliza o eixo das abscissas para representar os efeitos principais (médias de genótipos e de ambientes) e o das ordenadas para expressar os escores de genótipos e ambientes referentes ao CPI 1. Para os demais casos (modelos que englobam mais de um eixo da ACPI), foi utilizado o *biplot* AMMI2, que representa somente efeitos de interação referentes aos dois primeiros eixos da ACPI: CPI 1 vs. CPI 2.

A interpretação de um *biplot* quanto à interação G x E é feita observando-se a magnitude e o sinal dos escores de genótipos e ambientes para o(s) eixo(s) que representam a interação. Assim, os escores baixos (próximos de zero) são próprios de genótipos e ambientes que contribuem pouco para a interação, caracterizando-os como estáveis. Num *biplot* AMMI1, a estabilidade é avaliada inspecionando-se as ordenadas (CPI 1). Logo, os pontos situados na faixa horizontal em torno de zero em relação ao CPI 1 correspondem aos genótipos e ambientes mais estáveis. Num *biplot* AMMI2, genótipos e ambientes estáveis são aqueles cujos pontos situam-se próximo à origem, ou seja, com escores praticamente nulos para os dois eixos da interação (CPI1 e CPI2) (Duarte & Vencosky, 1999).

As relações adaptativas podem ser facilmente percebidas num *biplot* AMMI observando-se os sinais dos escores para cada par de genótipos e ambientes. Assim, genótipos e ambientes com escores de mesmo sinal (-, - ou +, +) devem interagir positivamente. Já aqueles com sinais opostos (+,-) devem interagir negativamente (Duarte & Vencovsky, 1999). Tem-se observado em alguns trabalhos que nem sempre essa relação se mostra perfeitamente interpretável graficamente. Assim, para maior segurança, confirmou-se tal relação adaptativa pelo uso de tabelas auxiliares (Tabelas 29 a 38) mostrando as médias preditas pelo modelo AMMI selecionado, para cada combinação de genótipo e ambiente.

No presente estudo, como os ambientes representam um mesmo local em diferentes anos, valores baixos para o(s) eixo(s) de interação indicam que a classificação de genótipos de um ano para outro, neste local, é pouco variável, resultando numa

classificação mais consistente. Uma maior repetibilidade da classificação, ao longo dos anos, está associada a uma maior confiabilidade na seleção de genótipos (Duarte & Vencovsky, 1999).

Com o propósito de complementar as interpretações da análise AMMI, foi feito o cálculo do parâmetro A_i , segundo a equação 19 a seguir:

$$A_i = \sum_{j=1}^n (GxE_{AMMI})_{ij}^2 \quad (19)$$

sendo:

A_i : a interação predita para a linhagem “i” pelo modelo AMMI selecionado;

A interação GxE_{AMMI} foi estimada de acordo com a equação 20 a seguir:

$$(GxE_{AMMI})_{ij} = Y_{ij} - \bar{Y}_{i.} - \bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..} \quad (20)$$

sendo:

Y_{ij} : a média do genótipo “i” no ambiente “j” predita pelo modelo AMMI selecionado;

$\bar{Y}_{i.}$: a média do genótipo “i” predita pelo modelo AMMI selecionado;

$\bar{Y}_{.j}$: a média do ambiente “j” predita pelo modelo AMMI selecionado;

$\bar{Y}_{..}$: a média geral predita pelo modelo AMMI selecionado.

O somatório dos A_i corresponde à soma de quadrados da interação GxE predita pelo modelo AMMI selecionado. Dessa forma, é possível calcular, para cada linhagem, a porcentagem da interação GxE predita pelo modelo AMMI ($A_i\%$), pela equação 21 a seguir:

$$A_i\% = (A_i / \sum_i A_i) \times 100 \quad (21)$$

Também foram calculados coeficientes de determinação para computar a influência relativa das fontes de variação (linhagens (G), ambientes (E) e interação G x E) sobre a variação total entre tratamentos (equação 22); a proporção da interação G x E explicada pela regressão linear de Eberhart & Russel (equação 23); e a proporção determinada pelos CPIs da análise AMMI em relação à interação G x E (equação 24), como se segue:

$$R^2 = [(SQ_{G \times E} / SQ_T)] \times 100 \quad (22)$$

sendo:

SQ_G : a soma de quadrados de linhagens;

SQ_E : a soma de quadrados de ambientes;

$SQ_{G \times E}$: a soma de quadrados da interação G x E;

SQ_T : a soma de quadrados de tratamentos.

$$R^2 = [(SQ_{G \times E \text{ linear}}) / SQ_{(A / G)}] \times 100 \quad (23)$$

sendo:

$SQ_{G \times E \text{ linear}}$: a soma de quadrados da interação Gx E linear;

$SQ_{(A/G)}$: soma de quadrados de ambientes dentro de genótipo;

$$R^2 = [SQ_{CPI_n} / SQ_{G \times E}] \times 100 \quad (24)$$

sendo:

SQ_{CPI_n} : soma de quadrados do componente principal da interação n;

$SQ_{G \times E}$: soma de quadrados da interação G x E.

A análise AMMI foi realizada utilizando os procedimentos GLM e IML do programa computacional SAS (SAS INSTITUTE, 1997), de acordo com o programa sugerido por Duarte & Vencovsky (1999). Para as metodologias da ecovalência (Wricke

& Webber, 1986) e Eberhart & Russel (1966), utilizou-se os programas computacionais GENES (Cruz, 1997) e ESTABILIDADE (Universidade Federal de Lavras, 2000).

3.5.4 Análise de correlação

A comparação entre parâmetros fornecidos pelas três metodologias foi realizada através de um estudo de correlações de Spearman entre as classificações das linhagens, de acordo com cada uma das metodologias. Para efeito de classificação quanto à adaptabilidade e estabilidade, adotou-se os seguintes parâmetros: média ($\bar{m}_i$), coeficiente de regressão (b_i), ecovalência (ω_i), variância dos desvios da regressão (s^2d_i), coeficiente de determinação (R^2) e a interação predita pelo modelo AMMI selecionado (A_i).

O coeficiente de correlação de Spearman é baseada na correlação entre o número de ordem de cada linhagem na classificação de acordo com os parâmetros de adaptabilidade e estabilidade, estimado conforme a equação 25 apresentada por Miranda (1999), descrita a seguir:

$$r_s = 1 - [6 \sum (r_{ij} - r_{ij'})^2 / g(g^2 - 1)] \quad (25)$$

sendo:

r_s : o coeficiente de correlação de Spearman;

r_{ij} : a ordem de classificação do genótipo i pelo parâmetro j ;

$r_{ij'}$: a ordem de classificação do genótipo i pelo parâmetro j' ;

g : o número de pares $(r_{ij}, r_{ij'})$, que é igual ao número de genótipos.

A análise de correlação de Spearman foi realizada através do procedimento COR do programa computacional SAS (SAS INSTITUTE, 1997).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Considerações iniciais

O manejo dos experimentos transcorreu normalmente nos três locais e quatro anos agrícolas para os quatros ciclos de maturação (CM). Com relação aos fatores abióticos, as propriedades físicas e químicas dos solos dos três locais são mostradas no Apêndice 2; já os fatores climáticos, tais como, fotoperíodo, temperatura, umidade relativa e pluviosidade, ocorridos nos quatro anos agrícolas, são apresentados no Apêndice 3.

De acordo com o critério utilizado para a interpretação de análises de solos para o Estado de São Paulo (Apêndice 4), os locais Anhembi e ESALQ exibiram pH baixo e médio (6,0 e 5,4; respectivamente), o que favorece ao bom desenvolvimento das plantas. Já o local Areão mostrou pH alto (4,3), condição essa estressante para o desenvolvimento das plantas; o relevo acidentado deste último local favoreceu o movimento de terra durante as chuvas, fato este que provocou 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. A semeadura realizada em diferentes dias, para os três locais, não deve ter levado a influências significativas do fotoperíodo sobre o número de dias para o florescimento, uma vez que os três locais pertencem a uma mesma latitude e que as semeaduras ocorreram sempre no mês de novembro, época considerada normal para o cultivo da soja no Estado de São Paulo. Segundo Bonato et al. (1998), independente do

CM, 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 (novembro-abril) nos anos agrícolas 1997/98 (1.128mm) e 1998/99 (1.203mm), sendo menor nos anos agrícolas de 1996/97 (935 mm) e 1999/00 (981 mm). Vale ressaltar que o ano agrícola de 1998/99 coincidiu com a presença do fenômeno “El Niño”, caracterizado para as condições brasileiras por ventos fortes, chuvas 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, caracterizaram-se pela ocorrência de chuvas torrenciais, freqüentes e por temperaturas elevadas. Estas condições favoreceram o crescimento das plantas de soja, mas contribuíram para aumentar o acamamento, principalmente nas LI e LST, que também apresentaram em média valores maiores para APM, relativamente às LP e LSP (Tabelas 9 e 10).

Entre os fatores bióticos importantes que ocorreram no período de condução dos experimentos, pode-se citar o alto índice de infestação do cancro-da-haste da soja (CHS) nos locais Areão e ESALQ no agrícola de 1996/97 (Rocha, 1998) e 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 1997/98.

De modo a facilitar a denominação dos ambientes (combinação de ano e local), optou-se pelo uso de abreviações, sendo daqui em diante utilizadas as seguintes siglas: Anhembi 1996/97 (AN96), Anhembi 1997/98 (AN97), Anhembi 1998/99 (AN98), Anhembi 1999/00 (AN99), Areão 1996/97 (AR96), Areão 1997/98 (AR97), Areão 1998/99 (AR98), Areão 1999/00 (AR99), ESALQ 1996/97 (ES96), ESALQ 1997/98 (ES97), ESALQ 1998/99 (ES98) e ESALQ 1999/00 (ES99).

4.2 Análise de variância para as testemunhas

Os resultados obtidos nas análises de variâncias realizadas para as testemunhas comuns, são apresentados nas Tabelas 1, 2, 3 e 4. Serão discutidas somente as análises conjuntas/ano e conjunta geral. Para as linhagens precoces (LP), semiprecoces (LSP) e semitardias (LST), as análises conjuntas foram realizadas considerando os três primeiros anos agrícolas (1996/97, 1997/98 e 1998/99), já que as testemunhas não eram comuns a todos os anos, visto que no ano agrícola 1999/00 algumas testemunhas foram substituídas (testemunhas que mostraram suscetibilidade ao CHS); assim, para esse ano, fez-se uma análise conjunta envolvendo somente o efeito de locais. Para as linhagens intermediárias (LI), a análise conjunta foi realizada envolvendo os quatro anos agrícolas, já que as testemunhas eram comuns a todos os anos.

Os efeitos de conjuntos experimentais e da interação conjuntos x testemunhas foram não significativos pelo teste F para todos os caracteres e CM. As interações entre conjuntos experimentais com locais e anos também foram testadas, como não exibiram significância, estas foram reunidas com o resíduo. Isto indica que a estratificação dos tratamentos em conjuntos experimentais mostrou-se ineficiente, evidenciando a existência de efeitos pouco pronunciados de conjuntos experimentais dentro das repetições. Assim, a exemplo de Soldini (1993), Rocha (1998) e Unêda-Trevisoli (1999), optou-se por ignorar a estratificação em conjuntos, realizando-se as análises com base no modelo de blocos completos casualizados. Resultado diferente foi obtido no trabalho de Miranda (1999), no qual a análise de testemunhas foi eficiente em detectar diferenças entre conjuntos dentro das repetições, sendo necessário fazer a correção das médias das linhagens em função da média das testemunhas dentro de cada conjunto.

4.3 Análise de variância para as linhagens

Ignorando-se o efeito de conjuntos experimentais, procedeu-se às análises de variância para as linhagens experimentais, considerando somente os efeitos de repetições, locais e anos como fontes de variação ambiental.

4.3.1 Análises individuais

As análises de variância individuais são apresentadas nas Tabelas 5, 6, 7 e 8. Em relação as LP, foi detectada diferença entre linhagens em um maior número de ambientes (local e ano) para os caracteres NDM, APM, Ac, PG e %OL, sendo em menor número para os caracteres VA e PO. As LP exibiram variabilidade para todos os caracteres em todos os ambientes, exceto para PG (ES97 e ES98) e PO (ES98). No que diz respeito às LI, foram detectadas diferenças entre linhagens para a maioria dos caracteres, sendo menores para os caracteres PG e PO. As LST apresentaram maior número de casos com detecção de diferenças entre linhagens, principalmente para os caracteres Ac, VA e %OL nos três últimos anos agrícolas. No caso das LST, isto se deve, provavelmente, ao fato destas terem passado por uma maior intensidade de seleção, relativamente aos demais CM, no período de avaliação, como mostra o Apêndice 1. A alta suscetibilidade ao cancro da haste da soja (CHS) foi um dos principais motivos para o descarte de muitas linhagens, relativamente aos demais CM, que apresentaram ausência ou baixo nível de danos ao CHS, segundo uma avaliação realizada ao nível de campo, sob infestação natural, nos locais Areão e ESALQ na safra 1996/97 por Rocha (1998).

Quanto à precisão experimental verificada nos ambientes avaliados, os caracteres apresentaram os seguintes intervalos para o coeficiente de variação experimental (C.V.):

LP: NDM (0,76-2,34%), APM (5,84-13,22%), Ac (6,30-12,30%), VA (4,03-13,42%), PG (11,32-25,92%), %OL (2,74-7,56%) e PO (13,01-27,41%);

LSP: NDM (0,88-2,54%), APM (5,66-13,28%), Ac (5,47-9,09%), VA (3,90-8,66%), PG (11,40-24,29%), %OL (2,18-5,44%) e PO (12,56-24,30%);

LI: NDM (0,74-2,26%), APM (7,02-15,25%), Ac (5,84-10,55%), VA (3,98-8,09%), PG (13,20-30,21%), %OL (2,34-6,15%) e PO (13,52-31,07%);

LST: NDM (0,42-1,74%), APM (2,65-16,43%), Ac (5,08-12,38%), VA (2,41-11,75%), PG (9,68-30,13%), %OL (2,13-6,60%) e PO (9,41-29,49%).

A precisão experimental variou entre locais e anos, sendo maior nos locais Anhembi e ESALQ e nos anos agrícolas 1998/99 e 1999/00. Observa-se que os caracteres NDM, APM, Ac, VA e %OL mostraram maior precisão experimental, sendo esta menor para PG e PO. Isto sugere que a influência de causas não aleatórias foi maior nesses caracteres, comparativamente aos demais, talvez em funções desses caracteres apresentarem herança mais simples, sendo, portanto, pouco influenciados pelo ambiente. Esses valores estão coerentes com os encontrados na literatura em experimentos dessa natureza, como os conduzidos por Soldini (1993), Laínez-Mejía (1996), Rocha (1998) e Unêda-Trevisoli (1999).

Com relação às médias, os locais Anhembi e ESALQ foram mais favoráveis para a expressão de todos os caracteres agrônômicos avaliados, exceto para Ac. Se por um lado o local Areão foi desfavorável para APM, por outro, foi favorável para baixa incidência de acamamento das plantas. Essa tendência ocorrida nos anos agrícolas de 1997/98, 1998/99 e 1999/00, concorda com aquela obtida por Rocha & Vello (1999) em uma avaliação conduzida nos mesmos locais no ano agrícola 1996/97.

4.3.1 Análises conjuntas por ano agrícola

As análises de variância conjuntas/ano são apresentadas nas Tabelas 9 e 10. Foram observadas diferenças entre linhagens pelo teste F para a maioria dos caracteres em todos os CM e anos agrícolas, exceto para as LP, no caráter VA (1998/99) e LST, nos caracteres Ac, VA (1997/98, 1998/99, 1999/00), PG, %OL e PO (1998/99 e 1999/00). Assim, as LSP e LI apresentam maior variabilidade que as LP e LST; portanto, aquelas apresentam maiores probabilidades de ganhos genéticos em ciclos adicionais de seleção. Os locais também variaram para a maior parte dos caracteres e CM e foi responsável pela maior parte da variação de tratamentos.

A interação genótipos x locais (G x L) foi significativa pelo teste F, dentro de anos, para a maior parte dos caracteres e CM, exceto nas LP: Ac (1996/97), %OL (1997/98), APM, Ac e %OL (1998/99), VA, PG, %OL e PO (1999/00); LSP: NDM e

PG (1998/99), Ac, VA e %OL (1999/00); LI: Ac e %OL (1996/97), APM, PG e PO (1997/98), %OL (1998/99), APM e VA (1999/00); LST: APM (1996/97), APM, Ac, VA e %OL (1997/98), APM, Ac, VA, PG, %OL e PO (1998/99 e 1999/00). Os resultados indicam que as LP, LSP e LI apresentaram interação G x L de maior magnitude, portanto mais complexa. As LST interagiram menos com os locais para a maior parte dos caracteres, principalmente nos anos agrícolas 1998/99 e 1999/00. O caráter %OL tende a ser mais estável com os locais, concordando com os resultados reportados por Soldini (1993), Laínez-Mejía (1996) e Rocha (1998). No geral, as linhagens apresentaram comportamento diferencial com os locais, indicando a necessidade de se considerar o local específico para efeito de seleção e recomendação.

Maiores médias para PG e PO foram obtidas pelas LP, LSP, LI, enquanto que as LST apresentaram as menores médias em todos os anos agrícolas. Para as LP, LSP e LI, o ano agrícola 1997/98 foi o mais favorável, já para LST foi 1998/99. O ano agrícola de 1996/97 tendeu a não favorecer esses caracteres em todos os CM. Uma explicação provável para este último fato diz respeito à alta incidência de CHS neste ano e à presença de um grande número de linhagens altamente suscetíveis, que contribuíram negativamente para a produtividade média. Um outro aspecto foi a seleção praticada após os anos agrícolas 1996/97 e 1997/98, que contribuiu para aumentar a média das linhagens para esses caracteres nos anos posteriores.

Os valores de CV's para cada caráter e CM ficaram dentro daqueles normalmente obtidos em experimentos dessa natureza em todos os anos agrícolas, sendo menores para os caracteres NDM, APM, Ac, VA e %OL, e maiores para PG e PO, concordando com as análises individuais. Resultados semelhantes também foram obtidos por Rocha (1998) e Unêda-Trevisolli (1999). A precisão experimental foi mantida num mesmo nível em todos os anos agrícolas, o que contribuiu para a obtenção de boas estimativas de médias de genótipos, locais e da interação G x L.

4.3.3 Análises conjuntas gerais

Os resultados da análise de variância conjunta geral para todos os caracteres e CM são mostrados na Tabela 11. De forma geral, os valores dos coeficientes de variação mostraram maior precisão experimental para os caracteres NDM, %OL, VA, APM e Ac (1,00- 9,79%), sendo esta precisão menor para PG e PO (17,95-26,04%). Menor precisão experimental para esses dois últimos caracteres, comparados aos demais, mostra que os mesmos foram mais influenciados por fatores ambientais, confirmando relatos da literatura de que caracteres controlados por muitos genes são mais afetados pelo ambiente. A magnitude dos CVs está de acordo com os obtidos em estudos dessa natureza e em condições similares (Soldini, 1993; Laínez-Mejía, 1996; Rocha, 1998; Unêda-Trevisoli, 1999).

As estimativas dos CVs para os caracteres PG e PO aumentaram com o aumento dos CM, sendo menores para as LP e LSP e maiores para as LI e LST; isto sugere que a precisão diminui com o aumento do CM; provavelmente, as plantas com ciclos mais longos sofrem mais influência do ambiente, já que permanecem no campo por maior período de tempo, confirmando os relatos de Rocha & Vello (1999).

Os efeitos isolados de anos e locais foram pouco variáveis para todos os caracteres e CM. As linhagens diferiram entre si para a maior parte dos caracteres e CM, exceto para VA, PG e PO nas LST. A interação linhagens x anos (G x A) foi significativa para os caracteres NDM [LP, LSP, LI (P < 0,01) e LST (P < 0,05)], APM [LSP (P < 0,01) e LI (P < 0,05)], VA [LSP e LI (P < 0,01)], PG [LSP (P < 0,01)], %OL [LP, LSP (P < 0,01) e LST (P < 0,05)] e PO [LSP (P < 0,01)]. A interação genótipos x locais (G x L) foi não significativa para todos os caracteres nas LP e LST; significativa para NDM, APM, PG, %OL e PO (P < 0,05) nas LSP, e somente para APM (P < 0,05) nas LI. A interação anos x locais (A x L) foi significativa para todos os caracteres e CM, exceto para APM nas LST. A interação genótipos x anos x locais (G x A x L) foi significativa para todos os caracteres, exceto para APM (LI e LST), Ac (LST), VA (LST) e %OL (LP, LSP e LST).

Os resultados mostraram que o quadrado médio para a interação genótipos x locais (G x L) foi de menor magnitude, quando comparadas às demais interações (A x L, G x A e G x A x L), sugerindo que o efeito isolado de locais não foi forte o suficiente para provocar mudanças significativas no comportamento das linhagens. Já a interação A x L mostrou alta magnitude para os quadrados médios em todos os caracteres e CM, indicando que os locais interagiram fortemente com os anos agrícolas. Isto mostra que os efeitos de anos, provavelmente, contribuíram mais para a interação G x E. Isto corrobora com os resultados obtidos por Toledo et al. (1990) e Alliprandini et al. (1993,1994 e 1998). Esses autores também encontraram interações A x L e G x A x L significativas, e as destacaram como fatores essenciais 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 regressão sobre ambientes envolvendo locais e anos é mais poderosa para avaliar a estabilidade dinâmica ou agronômica.

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

Nesse sentido, 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 mais fortes do que com locais, o zoneamento agronômico não se mostra uma estratégia efetiva para manejar a interação G x E. Um estudo sobre a adaptabilidade e estabilidade das linhagens representa uma estratégia mais indicada no sentido de amenizar os efeitos da interação G x E.

4.4 Análise de médias

As médias e resultados do teste de Dunnet envolvendo as linhagens e testemunhas, para todos os caracteres em cada CM, são apresentados nas Tabelas 12, 13, 14 e 15.

4.4.1 Linhagens precoces

As LP apresentaram um ciclo médio de 125 dias para NDM; 112 cm para APM; 1,75 para Ac; 3,29 para VA; 2.421 Kg/ha para PG; 21,39% para %OL; e 517 Kg/ha para PO (Tabela 12). A comparação das médias de cada linhagem em relação à média das testemunhas, para cada caráter, indica que as linhagens foram superiores para NDM, APM, AC, PG e PO ($P < 0,05$), mas foram inferiores para VA e %OL. Maior divergência foi verificada para os caracteres Ac, NDM e APM, sendo menor para os caracteres PG, %OL e PO. Destacaram-se as linhagens 26 = USP 94-1086 e 21 = USP 94-1044, que apresentaram as maiores médias (2.894 Kg/ha e 2.708 Kg/ha, respectivamente) e superioridade para PG em relação às médias das linhagens e testemunhas (21% e 13%, respectivamente). A primeira linhagem também foi superior em termos de média para PO (596 Kg/ha). Também vale ressaltar a linhagem 2 = USP 93-1042 que reuniu boa produtividade e alto teor de óleo (2.629 Kg/ha e 22,39%, respectivamente), quando comparada às médias de linhagens e testemunhas. Observou-se que a superioridade em PG de cada linhagem em relação à média das linhagens e das testemunhas foi semelhante ($\%PGl \cong \%PGt$).

4.4.2 Linhagens semiprecoces

Observaram-se valores médios para as LSP de 133 dias para NDM; 103 cm para APM; 1,74 para Ac; 3,40 para VA; 2.383 Kg/ha para PG; 21,68% para %OL; e 493 Kg/ha para PO (Tabela 13). As linhagens diferiram em superioridade em relação às testemunhas para os caracteres NDM, APM, Ac, VA e PO, sendo inferiores para PG e

%OL. Maior divergência em relação às testemunhas foi observada para os caracteres NDM, APM, VA, PG e PO, sendo menor para Ac e %OL. Nenhuma linhagem superou a média das testemunhas para PG; no entanto, destacaram-se as linhagens 18 = USP 93-2316, 2 = USP 93-1106 e 10 = USP 93-2084 para Ac (1,23; 1,71 e 1,29; respectivamente), VA (3,92; 3,33 e 3,58; respectivamente) PG (2.809 Kg/ha; 2.726 Kg e 2.710 Kg/ha, respectivamente) e PO (561 Kg/ha; 586 Kg/ha e 571 Kg/ha, respectivamente), que apresentaram médias superiores às médias das linhagens (18%, 14% e 14%, respectivamente), tendo a segunda, apresentado também um bom potencial para %OL (21,54%).

4.4.2 Linhagens intermediárias

As LI apresentaram ciclo médio de 141 dias; 111 cm para APM; 1,94 para Ac; 3,20 para VA; 2.302 Kg/ha para PG; 20,30% para %OL; e 468 Kg/ha para PO (Tabela 14). Houve diferenças para superioridade em relação às testemunhas para os caracteres NDM, APM, VA e PO. Maior divergência em relação às testemunhas foi observada para os caracteres NDM, APM e PO. Não houve diferenças em relação às testemunhas para os caracteres Ac, PG e %OL, mostrando que as linhagens mostraram comportamento semelhante em relação às testemunhas para esses caracteres. Destacaram-se para os caracteres Ac, VA, PG, %OL e PO, as seguintes linhagens:

13 = USP 93-5243 (1,42; 3,69; 2.940 Kg/ha; 19,41%; e 569 Kg/ha, respectivamente);

6 = USP 93-2722 (1,19; 4,10; 2.812 Kg/ha; 19,63%; e 555 Kg/ha, respectivamente);

12 = USP 93-5082 (1,56; 3,54; 2.668 Kg/ha; 20,31%; e 542 Kg/ha, respectivamente);

17 = USP 93-5549 (2,08; 3,29; 2.629 Kg/ha; 20,52%; e 541 Kg/ha, respectivamente).

Essas linhagens foram superiores para PG em 35%, 29%, 22% e 21%, respectivamente, comparado à média das testemunhas.

4.4.4 Linhagens semitardias

As LST exibiram ciclo médio de 151 dias; 111 cm para APM; 1,74 para Ac; 3,20 para VA; 2.158 Kg/ha para PG; 20,33% para %OL; e 442 Kg/ha para PO (Tabela 15). As linhagens foram superiores em relação às testemunhas para os caracteres NDM, APM, VA, PG, %OL e PO, sendo inferiores para Ac. Maior divergência em relação às testemunhas foi observada para os caracteres NDM, PG e PO, sendo menor para VA, APM, Ac e %OL. Destacaram-se para Ac, VA, PG, %OL e PO, as seguintes linhagens:

5 = USP 93-5513 (1,56; 3,48; 2.380 Kg/ha; 19,80%; e 474 Kg/ha; respectivamente);

4 = USP 93-5419 (1,73; 3,19; 2.268 Kg/ha; 20,75%; e 472 Kg/ha; respectivamente);

6 = USP 93-5684 (2,00; 3,12; 2.204 Kg/ha; 20,59%; e 459 Kg/ha; respectivamente).

Essas linhagens foram superiores para PG em 33%, 27% e 23%, respectivamente, comparado à média das testemunhas.

As linhagens mais produtivas dentro de cada CM foram: LP: 26 = USP 94-1086, LSP: 18 = USP 93-2316, LI: 13 = USP 93-5243 e LST: 5 = USP 93-5513. Essas linhagens foram as mesmas identificadas como superiores na avaliação realizada no ano agrícola 1996/97 por Rocha (1998). Isto sugere que estas linhagens reúnem adaptabilidade e estabilidade, já que suas superioridades foram mantidas com os anos agrícolas.

As médias para PG obtidas pelas LP (2.421 Kg/ha), LSP (2.383 Kg/ha), LI (2.302 Kg/ha) e LST (2.157 Kg/ha) sugerem que as LP, LSP e LI foram igualmente adaptadas à época normal de cultivo (verão, semeadura em novembro) para o Estado de São Paulo, particularmente à região de Piracicaba, ao contrário das LST, que exibiram médias mais baixas. Bonato et al. (1998), avaliando cultivares de ciclo precoce, intermediário e semitardio, obtiveram comportamentos semelhantes entre os três CM para o caráter PG na época normal de cultivo da soja no Rio Grande do Sul.

Esses resultados discordam daqueles observados por Soldini (1993), Laínez-Mejía (1996) e Unêda-Trevisoli (1999), que detectaram maiores médias para as LST. Segundo Soldini (1993) e Lin & Nelson (1988), quanto menor a sobreposição do

desenvolvimento das fases vegetativa e reprodutiva do ciclo biológico da planta, melhor será a distribuição da energia, canalizada na fase reprodutiva exclusivamente para o desenvolvimento das flores e grãos e, conseqüentemente, incrementando a produtividade de grãos. Considerando os quatro CM, as LST são as linhagens que apresentam menor sobreposição das fases vegetativa e reprodutiva, esperando-se, teoricamente, que sejam as mais produtivas. No entanto, fatores não controláveis podem influir negativamente na produtividade de grãos, como é o caso da presença do CHS nos locais Areão e ESALQ no ano agrícola 1996/97, com maior nível de sintomas nas LST (Rocha & Vello, 1999). Segundo esses autores, os genótipos de ciclo tardio ficam mais sujeitos ao ataque de pragas e doenças, pelo maior tempo que ficam no campo. Além disso, as LPs têm parentais comprovadamente resistentes ao CHS (Primavera e IAC-Foscarin-31), os quais podem ter transmitido o (s) alelo (s) dominante (s) de resistência para suas progênes (Siviero et al., 1997). Assim, as LP, LSP e LI, passaram a ser as mais produtivas, já que apresentaram maior adaptabilidade aos fatores ambientais.

Os resultados de médias para a %OL confirmam que as LP (21,39%) e LSP (21,68%) foram superiores às LI (20,30%) e LST (20,15%), concordando com os resultados obtidos por Rocha (1998). Essas médias foram inferiores às obtidas nos trabalhos conduzidos por Rocha (1998) e Hamawaki & Vello (2000), mas superiores às obtidas nos trabalhos de Lazarini (1995), Billore & Joshi (1997), Raut et al. (1997), Soldini (1998), Marega Filho et al. (2001) e Bonato et al. (2000).

4.5 Adaptabilidade e estabilidade fenotípica

A detecção de interações significativas entre linhagens e ambientes (locais e/ou anos), indicou a necessidade de se analisar a adaptabilidade e estabilidade das linhagens. Esta análise foi realizada apenas para o grupo de linhagens comuns aos quatro anos agrícolas, dentro de cada CM. Para este estudo, foram considerados apenas os caracteres produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). As análises foram realizadas com as médias obtidas nos 12 ambientes resultantes da combinação de três locais em quatro anos agrícolas. Como a análise foi realizada ao

nível de médias, utilizou-se o quadrado médio do erro da análise conjunta geral, dividido pelo número de repetições, já que os experimentos eram balanceados.

4.5.1 Método da ecovalência

Os resultados da análise de estabilidade fenotípica avaliada pelo método da ecovalência (Wricke & Weber, 1986) são apresentados nas Tabelas 16, 17, 18 e 19, bem como nas Figuras 2, 3, 4 e 5. Nas Figuras, as colunas representam a contribuição de cada linhagem, em porcentagem, para a interação G x E, obtidas pela ecovalência. Assim, linhagens com colunas baixas são mais estáveis e aquelas com colunas altas são mais instáveis. O número acima da coluna indica o ordenamento da linhagem com base na média, traduzido aqui, como um indicativo de adaptabilidade; quanto melhor sua classificação em termos de média, maior sua adaptabilidade.

4.5.1.1 Linhagens precoces

Para o caráter PG, as linhagens que apresentaram menores valores para o parâmetro ecovalência foram: 16 = USP 93-1195, 15 = USP 93-1188, 7 = USP 93-1069 e 27 = USP 94-1087, sendo consideradas como as mais estáveis (Tabela 16 e Figura 2a); destas, a linhagem 27 foi a que apresentou maior média (2.497 Kg/ha). Das linhagens mais produtivas (L2, L10, L21, L25 e L26), a linhagem 10 = USP 93-1101 foi a mais estável ($\% \omega_i = 2,04$).

As linhagens que apresentaram menores ecovalências para %OL foram: 27 = USP 94-1087, 3 = USP 93-1043, 14 = USP 93-1187 e 13 = USP 94-1122 (Tabela 16 e Figura 2b); a linhagem 3 aliou média alta (22,34%) com estabilidade.

As linhagens 16 = USP 93-1195, 15 = USP 93-1188 e 23 = USP 94-1061, apresentaram menores ecovalências para PO, portanto, foram as mais estáveis (Tabela 16 e Figura 2c); entre estas, a linhagem 15 foi a que apresentou maior média (546 Kg/ha); das linhagens superiores em PO (L2, L10, L17, L19 e L26), a linhagem 2 = USP 93-1042 mostrou-se como a mais estável ($\% \omega_i = 2,08$).

4.5.1.2 Linhagens semiprecoces

De acordo com a Tabela 18 e a Figura 3a, os menores valores de ecovalência para PG foram obtidos pelas linhagens 17 = USP 93-2306, 3 = USP 93-1119 e 21 = USP 93-2479; entre essas, a linhagem 21 foi a que apresentou maior média (2.581 Kg/ha); das linhagens superiores em PG (L2, L6, L10, L18 e L35), a linhagem 18 = USP 93-2316 comportou-se como a mais estável ($\% \omega_i = 1,32$) e de maior média entre as todas as LI.

Para a %OL, os menores valores para o parâmetro ecovalência foram obtidos pelas linhagens 29 = USP 93-2727, 27 = USP 93-2697, 36 = USP 93-2909 e 3 = USP 93-1119 (Tabela 18 e Figura 3b); entre essas, a linhagem 29 apresentou maior média (21,38%); das linhagens mais produtivas em %OL (L2, L4, L22, L24 e L26), a linhagem 26 = USP 93-2693 exibiu maior estabilidade ($\% \omega_i = 2,18$).

Os menores valores de ecovalências para PO foram obtidos pelas linhagens 17 = USP 93-2306, 3 = USP 93-1119 e 21 = USP 93-2479 (Tabela 18 e Figura 3c); entre essas, a linhagem 21 apresentou maior média (511 Kg/ha); das linhagens mais produtivas em PO (L2, L8, L10, L11 e L18), a linhagem 18 = USP 93-2316 mostrou-se a mais estável ($\% \omega_i = 1,24$), conforme verificado antes para PG.

4.5.3 Linhagens intermediárias

Para o caráter PG, os menores valores para o parâmetro ecovalência foram obtidos pelas linhagens 18 = USP 93-5552, 5 = USP 93-2643 e 20 = USP 93-5585 (Tabela 17 e Figura 4a); entre essas, a linhagem 5 apresentou maior média (2.299 Kg/ha). Em relação às linhagens mais produtivas em PG (L6, L12, L13, L15 e L17), a linhagem 12 = USP 93-5082 foi a mais estável ($\% \omega_i = 2,69$).

As menores ecovalências para a %OL foram obtidas pelas linhagens 8 = USP 93-2753, 12 = USP 93-5082, 9 = USP 93-2802 e 22 = USP 93-5597 (Tabela 17 e Figura 4b); entre essas, a linhagem 12 foi a que apresentou maior média (20,31%); das

linhagens mais produtivas em %OL (L15, L18, L23, L25 e L26), a linhagem 18 = USP 93-5552 apresentou maior estabilidade ($\% \omega_i = 2,41$).

Para PO, as menores estimativas de ecovalências foram obtidas pelas linhagens 5 = USP 93-2643, 20 = USP 93-5585 e 18 = USP 93-5552 (Tabela 17 e Figura 4c); entre essas, a linhagem 18 apresentou maior média (461 Kg/ha); das linhagens mais produtivas em PO (L6, L12, L13, L15 e L17), a linhagem 13 = USP 93-5243 foi a mais estável ($\% \omega_i = 2,43$). Observa-se que as mesmas linhagens superiores em adaptabilidade e estabilidade para PG também foram para PO.

4.5.4 Linhagens semitardias

Para a PG, os menores valores para o parâmetro ecovalência foram obtidos pelas linhagens 6 = USP 93-5684 e 1 = USP 93-2521 (Tabela 19 e Figura 5a); entre essas, a linhagem 6 foi a que apresentou maior média (2.204 Kg/ha). Em relação às linhagens mais produtivas em PG (L2, L3, L4, L5 e L6), a linhagem 2 = USP 93-5263 apresentou-se como a mais estável.

Em relação à %OL, o menor valor para a ecovalência foi obtido pela linhagem 6 = USP 93-5684, com média de 20,59% (Tabela 19 e Figura 5b). Das linhagens mais produtivas em %OL (L3, L4, L5, L6 e L7), a linhagem 6 = USP 93-5684 foi a mais estável ($\% \omega_i = 8,84$).

As menores estimativas de ecovalência para PO foram obtidas pelas linhagens 6 = USP 93-5684 e 1 = USP 93-2521 (Tabela 19 e Figura 5c); entre essas, a linhagem 6 apresentou maior média (459 Kg/ha); das linhagens mais produtivas em PO (L2, L3, L4, L5 e L6), a linhagem 6 = USP 93-5684, a exemplo da %OL e da PG, foi a mais estável ($\% \omega_i = 5,56$).

Os resultados obtidos para PG em todos os CM relativos à amplitude das ecovalências foram maiores do que as encontradas por Yue et al. (1997), porém estiveram mais próximas daquelas obtidas por Yokomizo (1999) e Unêda-Trevisoli (1999). Observou-se em todos os CM que a grande maioria das linhagens mais estáveis

não foram as mais produtivas em PG e PO. Isto 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 PG e estabilidade (ω_i), $r = 0,02$, sugerindo que são medidas independentes. No entanto, foram identificadas em todos os CM, linhagens que apresentavam alta adaptabilidade e estabilidade média (magnitudes para ω_i próximas das obtidas pelas linhagens mais estáveis). Isso foi verificado com maior frequência nas LI. Yokomizo (1999), Miranda (1999), Prado et al. (2001) e Unêda & Vello¹, avaliando genótipos de soja pelo método da ecovalência, também encontraram linhagens que reuniam estabilidade média e alta produtividade de grãos.

4.5.2 Método de Eberhart & Russel

Os resultados da análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica avaliadas pelo método de regressão linear de Eberhart & Russel (1966) são apresentados nas Tabelas 20, 21, 22, 23 e 24, bem como nas Figuras 6, 7, 8 e 9.

Foram observadas diferenças significativas pelo teste F (Tabela 20) para os efeitos de linhagens (G), ambientes (E) e interação G x E nos três caracteres (PG, PO e %OL), sendo os maiores níveis de significância para as LP, LSP e LI ($P < 0,01$). Para as LST, o efeito de ambientes foi mais importante ($P < 0,01$) que o efeito de linhagens, e este, maior que o efeito da interação G x E ($P < 0,05$). Isto sugere que as linhagens e os ambientes apresentaram variabilidade e que as linhagens comportaram-se diferencialmente com os ambientes, justificando um estudo mais aprofundado sobre o comportamento individual das linhagens no sentido de identificar suas magnitudes de interação com os ambientes.

Em todos os casos, o efeito de ambientes foi responsável pela maior parte da variação de tratamentos (51 a 70%), seguida pelo efeito da interação G x E (16 a 41%) e

¹ UNÊDA, S.H.; VELLO, N.A. Assesment of phenotypic stability using ecovalence in soybean progenies derived from multiple crosses. (Em elaboração)

por último o efeito de linhagens (2 a 25%), como mostram as estimativas de R^2 (Tabela 20). O efeito de ambientes foi maior nas LST para PG e PO, e nas LSP para a %OL. A grande magnitude para a soma de quadrados (SQ) de ambientes indica que eles foram variáveis, com grandes diferenças entre médias ambientais causando a maioria da variação para os três caracteres. Magnitudes semelhantes para os efeitos de genótipos, ambientes e interação G x E foram observadas nos trabalhos de Zobel et al. (1988) e Gauch & Zobel (1990). O efeito de ambientes também foi mais importante no estudo conduzido por Prado et al. (2001); no entanto, neste último trabalho, o efeito de genótipos foi mais importante do que o efeito da interação G x E. Já no trabalho de Ariyo (1998), a variação explicada pela interação G x E foi preponderante em relação aos efeitos de ambientes e de genótipos.

O efeito de ambientes dentro de genótipos (E/G) foi significativo para os três caracteres em todos os CM, já os efeitos advindos de sua decomposição (E linear, G x E linear e desvio combinado) mostraram-se significativos para a maior parte dos caracteres e CM, exceto G x E linear para: %OL (LP e LSP), PG (LST) e desvio combinado para a %OL (LSP e LST). O efeito de E linear também foi importante, indicando que os ambientes apresentam variações significativas nas médias das linhagens, exceto para a %OL; efeitos significativos para G x E linear indicam a existência de diferenças entre os coeficientes de regressão e que uma grande parte da interação G x E pode ser explicada pela relação linear entre as linhagens e os ambientes. A alta significância para os desvios da regressão para PG e PO sugere que tanto os componentes lineares como não-lineares da estabilidade encontram-se envolvidos na performance fenotípica das linhagens nos ambientes, concordando com os resultados obtidos por Mauro et al. (2000).

As estimativas de R^2 (variação explicada pela regressão) para as fontes resultantes da decomposição de E/G mostraram que, considerando os quatros CM, a regressão (E linear + G x E linear) explicou em média, 65% para PG e PO, e 77% para a %OL. Comparativamente, a regressão explicou menos nas LSP (57,60 e 58,85%, para PG e PO, respectivamente) e mais nas LST (71,82 e 73,13%, para PG e PO, respectivamente); resultados diferentes foram obtidos para a %OL, sendo maior nas LSP (81,93%) e menor nas LP (70,84%). Embora tenha explicado melhor a variação das

linhagens com os ambientes para a %OL, a regressão para este caráter foi mais influenciada pelo efeito de ambientes do que pelo efeito da interação G x E, relativamente aos caracteres PG e PO. No entanto, a magnitude em variação para o componente da interação foi menor, comparada àquelas observadas para PG e PO, exceto nas LST.

De maneira geral, grande parte da regressão foi explicada mais pelos efeitos de ambientais do que pelos efeitos da interação G x E, como mostra as estimativas de R^2 maiores para E linear e menores para G x E linear (Tabela 20). Os resultados para PG corroboram com os reportados por Dashiell et al. (1994), no qual concluíram que em decorrência da baixa variação explicada pela regressão em relação à interação G x E, a performance dos genótipos pode não ser predita como uma função linear do ambiente.

A magnitude para os desvios combinados em relação à fonte E/G foi em média de 35% para PG e PO, e 23% para a %OL (Tabela 20). Comparativamente, as LSP apresentaram magnitudes maiores para os desvios (42,40 e 41,14%; para PG e PO, respectivamente), enquanto as LST mostraram magnitudes menores (28,18 e 26,87%; para PG e PO, respectivamente); para a %OL, as LP exibiram magnitudes maiores (29,22%), enquanto as LSP, magnitudes menores (18,11%).

As Tabelas 21, 22, 23 e 24 mostram um baixo número de linhagens, por CM, apresentando R^2 acima de 80%, porcentagem essa considerada por Cruz & Regazzi (1994) como referencial para que a regressão explique satisfatoriamente o comportamento de um genótipo em função do ambiente. Comparativamente, a regressão foi mais eficiente para a %OL, do que para PG e PO, já que aquela apresentou maior número de estimativas para $R^2 > 80\%$. Isto sugere que a regressão pode não estar explicando satisfatoriamente o comportamento da maioria das linhagens com os ambientes, para PG e PO. Esse resultado foi diferente do encontrado por Mauro et al. (2000), no qual todas as estimativas para R^2 dos genótipos para PG foram acima de 80%, indicando que a regressão explicou satisfatoriamente a variação exibida pelos genótipos com os ambientes.

Foram observadas estimativas negativas para a variância dos desvios da regressão (s^2d_i) para as linhagens mais estáveis em alguns caracteres e CM. Segundo

Chaves (2001), pelo fato do parâmetro s^2d_i ser estimado pela diferença entre quadrados médios (QM dos desvios – QM do resíduo), pode ocorrer, ocasionalmente, estimativas negativas; esse autor atribui tal fato a erros aleatórios de estimação, podendo-se considerar o valor negativo como zero. A magnitude das estimativas negativas obtidas para PG foi similar àsquelas obtidas por Raut et al. (1997), Mauro et al. (2000) e Prado et al. (2001).

4.5.2.1 Linhagens precoces

Para o caráter PG (Tabela 21), sobressaíram com comportamento estável (previsível frente às variações ambientais) e de alta adaptabilidade (produtividade média alta), as linhagens 2 = USP 93-1042, 10 = USP 93-1101, 26 = USP 94-1086, pois exibiram b_i e s^2d_i não significativos. A linhagem 26 reuniu adaptabilidade geral (média mais alta, b_i não significativo) com alta estabilidade (s^2d_i não significativo e $R^2 = 70\%$), respondendo bem tanto em ambientes favoráveis quanto desfavoráveis, como mostra a sua linha de regressão na Figura 6a. As linhagens 21 = USP 94-1044 e 25 = USP 94-1081, embora apresentem ampla adaptabilidade (média alta e b_i não significativo), são pouco previsíveis e melhor adaptadas a ambientes favoráveis, conforme mostram suas linhas de regressão na Figura 6a; entre as duas, a linhagem 21 teve sua variação mais bem explicada pela regressão ($R^2 = 68\%$).

Para a %OL (Tabela 21), as linhagens 2 = USP 93-1042, 3 = USP 93-1043, 4 = USP 93-1044 e 15 = USP 93-1188 apresentaram adaptabilidade geral e alta previsibilidade (b_i e s^2d_i não significativos). A L15 aliou alta estabilidade com alta adaptabilidade, apresentando a maior média. A linhagem 20 = USP 94-1024 apresentou adaptabilidade geral (b_i não significativo), mas foi pouco previsível (s^2d_i significativo), respondendo melhor em ambientes favoráveis, conforme mostra sua linha de regressão na Figura 6b. Entre essas, a linhagem 3 teve sua variação para %OL melhor explicada pela regressão ($R^2=83\%$).

Em relação ao caráter PO (Tabela 21), destacaram-se as linhagens 2 = USP 93-1043, L10 = USP 93-1101, 17 = USP 93-1203, 19 = USP 94-1012 e 26 = USP 94-1086,

pó r terem exibido adaptabilidade geral (b_i não significativo) e alta estabilidade (s^2d_i não significativo). No entanto, nota-se pela Figura 6c, que a linhagem 19, comportou-se melhor em ambientes favoráveis, enquanto a linhagem 26 (melhor média) é melhor adaptada a ambientes desfavoráveis. Entre essas, a linhagem 10 teve sua variação mais bem explicada pela regressão ($R^2 = 79\%$).

4.5.2.2 Linhagens semiprecoces

Para o caráter PG (Tabela 23), as linhagens 6 = USP 93-1211, 18 = USP 93-2316 (melhor média) e 35 = USP 93-2897 reuniram adaptação geral (b_i não significativo), alta previsibilidade (s^2d_i não significativo) e as variações melhor explicadas pela regressão, principalmente as linhagens 6 ($R^2 = 75\%$) e 18 ($R^2 = 81\%$), com esta última apresentando a média mais alta. As linhagens 2 = USP 93-1106 e 10 = USP 93-2084, apesar de serem bem adaptadas (b_i não significativo), foram pouco previsíveis (s^2d_i significativo). A linhagem 2 é mais responsiva a ambientes desfavoráveis, enquanto que a linhagem 10 tende a comportar-se melhor em ambientes favoráveis, conforme mostram suas linhas de regressão na Figura 7a.

Das linhagens superiores em %OL (Tabela 23), destacou-se a linhagem 26 = USP 93-2693, por ser altamente previsível e apresentar adaptabilidade geral (b_i e s^2d_i não significativos); seu comportamento foi melhor explicado pela regressão ($R^2 = 90\%$). As linhagens 2 = USP 93-1106 e 4 = USP 93-1125 apresentaram adaptabilidade geral (b_i não significativo), mas foram pouco previsíveis (s^2d_i significativo) com os ambientes; já as linhagens 22 = USP 93-2529 (melhor média) e 24 = USP 93-2667 apresentaram adaptações específicas com os ambientes (b_i e s^2d_i significativos). As linhagens 4, 22 e 24 tendem a ser mais adaptadas a ambientes favoráveis; já a linhagem 2 responde bem a ambientes desfavoráveis, mas decepciona em ambientes favoráveis (Figura 7b).

Para a PO (Tabela 23), as linhagens 8 = USP 93-2027, 11 = USP 93-2103 e 18 = USP 93-2316, destacaram-se por apresentarem adaptabilidade geral (b_i não significativo), alta previsibilidade (s^2d_i não significativo) e suas variações foram aquelas mais bem explicadas pela regressão, principalmente para as linhagens 8 ($R^2 = 69\%$) e 18

($R^2=77\%$), sendo esta última apresentando a média mais alta. Por serem pouco previsíveis (s^2d_i significativo), mas bem adaptadas (b_i não significativo), as linhagens 2 = USP 93-1106 e 10 = USP 93-2084 podem ser recomendadas para ambientes específicos, sendo a linhagem 2 para ambientes favoráveis e a linhagem 10 para ambientes desfavoráveis (Figura 7c).

4.5.2.3 Linhagens intermediárias

Para os caracteres PG e PO (Tabela 22), destacaram-se as linhagens 6 = USP 93-2722, 12 = USP 93-5082, 13 = USP 93-5243, 15 = USP 93-5423 e 17 = USP 93-5549, pois apresentaram alta adaptabilidade (médias mais altas) e previsibilidade (b_i e s^2d_i não significativos). Entre essas, as linhagens 12, 13 e 17 tiveram suas variações melhor explicadas pela regressão ($R^2 = 77, 80, \text{ e } 80\%$, respectivamente), enquanto que a variação explicada pela regressão para a L15 foi muito baixa ($R^2 = 38\%$). Embora sejam indicadas como previsíveis pela s^2d_i , as linhagens 13 (melhor média) e 15 respondem melhor a ambientes favoráveis e desfavoráveis, respectivamente (Figuras 8a e 8c).

Quanto à %OL (Tabela 22), sobressaíram-se as linhagens 15 = USP 93-5544 e 18 = USP 93-5552, pois apresentaram adaptabilidade geral e alta estabilidade (b_i e s^2d_i não significativos) aos ambientes. A linhagem 18 teve sua variação melhor explicada pela regressão ($R^2 = 81\%$). As linhagens 23 = USP 93-5690 e 25 = USP 93-5860 exibiram adaptabilidade geral, mas se comportaram como pouco previsíveis (s^2d_i significativos); já a L26 = USP 93-5860 (melhor média), embora previsível (s^2d_i não significativo), apresentou $R^2 < 80\%$ (64%) e b_i significativo, sugerindo uma melhor adaptação a ambientes específicos. A L23 responde melhor a ambientes desfavoráveis, enquanto que as linhagens 25 e 26 são mais responsivas a ambientes favoráveis (Figura 8b).

Comportamento similar quanto à adaptabilidade e estabilidade foi observado pelas linhagens mais produtivas para os caracteres PG e PO, mostrando que a PG foi altamente influente sobre a PO, já que a classificação das melhores linhagens para

adaptabilidade e estabilidade foi semelhante para PG e PO, e diferente em relação à %OL.

4.5.2.4 Linhagens semitardias

Para os caracteres PG e PO (Tabela 24), destacaram-se as linhagens 2 = USP 93-5263, 4 = USP 93-5419 e 6 = USP 93-5684, por que mostrarem adaptabilidade geral (b_i não significativo) e alta previsibilidade (s^2d_i não significativo), bem como suas variações foram bem explicadas pela regressão, principalmente, para as linhagens 2 ($R^2 = 80$ e 80%, respectivamente) e 6 ($R^2 = 91$ e 90 %, respectivamente). As linhagens 3 = USP 93-5391 e 5 = USP 93-5513 foram pouco previsíveis (s^2d_i significativos). A linhagem 3 responde melhor a ambientes desfavoráveis, já a linhagem 5 (melhor média) é mais responsiva a ambientes de alta qualidade (Figuras 9a e 9c). A exemplo das LI, as melhores linhagens em PG e PO apresentaram comportamento similar em relação à adaptabilidade e estabilidade.

Em relação a %OL (Tabela 24), as linhagens mais adaptadas e previsíveis (b_i e s^2d_i não significativos) foram: 4 = USP 93-5419, 5 = USP 93-5513, 6 = USP 93-5684 e 7 = USP 93-5802, tendo as linhagens 4, 5 e 6 apresentado variações melhor explicadas pela regressão ($R^2 = 84, 72$ e 80%, respectivamente). A linhagem 3 = USP 93-5391 (melhor média) comportou-se como previsível (s^2d_i não significativo), mas seu b_i significativamente menor que um, indica que essa linhagem responderá melhor a ambientes de baixa qualidade, como mostra sua linha de regressão na Figura 9b.

4.5.3 Método AMMI

Os resultados referentes ao método AMMI são apresentados nas Tabelas 25 a 29, bem como nas Figuras 10 a 18. Os efeitos principais de genótipos e ambientes diagnosticados pela tradicional análise de variância (ANAVA) e testados pelo teste F , já foram discutidos na análise de Eberhart & Russel (1966), mostrada na Tabela 20. O efeito multiplicativo da interação genótipos x ambientes (G x E) foi diagnosticado

através da análise de componentes principais (ACP), pela decomposição da soma de quadrados da interação G x E ($SQ_{G \times E}$) em eixos ou componentes principais da interação (CPI), sendo adotado o critério “posdictivo” (uso de testes de hipóteses) através do teste F_R apresentado por Cornelius et al (1992) e Piepho (1995), para a seleção de modelos AMMI mais preditivos e parcimoniosos. A $SQ_{G \times E}$ foi decomposta em 11 CPIs para as LP, LSP e LI, e em seis CPIs para as LST; no entanto, apenas os CPIs que exibiram significância pelo teste F são mostrados nas tabelas, sendo os demais eixos incluídos no resíduo AMMI do último CPI significativo.

O critério preditivo de seleção de modelos por validação cruzada não foi adotado nesta análise, devido ao baixo número de repetições por ambiente. Segundo Taye et al. (2000) e Ortiz et al. (2001), com apenas duas repetições por ambiente não é possível utilizar a seleção preditiva do melhor modelo AMMI por validação cruzada.

4.5.3.1 Linhagens precoces

A análise da interação G x E pela ACP mostrou que somente os quatro primeiros CPIs para PG e PO, e somente os dois primeiros CPIs para a %OL foram significativos ($P < 0,01$). Para PG e PO, os quatro eixos juntos explicaram 66% e 66%, respectivamente, da $SQ_{G \times E}$; já no caso da %OL, os dois primeiros CPIs explicaram juntos 53% da $SQ_{G \times E}$ (Tabela 25). Os demais eixos representaram variações da $SQ_{G \times E}$ mais preponderantemente ricas em ruídos. Assim, pelo critério de Cornelius et al. (1992), os modelos AMMI4 (PG e PO) e AMMI1 (%OL) foram selecionados, como aqueles que melhor descrevem o padrão inerente à interação G x E. No caso da %OL, vale esclarecer que, embora pelo critério de Gollob (1968), o modelo selecionado fosse o AMMI2, pelo critério de Cornelius et al. (1992), o ponto de parada para a seleção do modelo é aquele no qual o resíduo do CPI mostre não significância; neste caso, o modelo selecionado é o AMMI1.

Para o caráter PG, nota-se pelo *biplot* AMMI1 (Figura 10a) que 18 linhagens (64% das LP) superaram a média das testemunhas ($MT = 2.384 \text{ Kg/ha}$). Dessas, destacaram-se as cinco melhores para PG em ordem decrescente de estabilidade: L26 =

USP 94-1086, L2 = USP 93-1042, L10 = USP 93-1101, L21 = USP 94-1044 e L25 = USP 94-1081, como mostram seus escores no *biplot* AMMI2 (Figura 10b) e as estimativas de $A/\text{linhagem}$ preditas pelo modelo AMMI4, apresentadas na Tabela 29. As linhagens 26, 2 e 10, por apresentarem interações mais baixas com os ambientes, podem ser indicadas para os três locais. As linhagens 21 e 25, por terem interagido mais com os ambientes, e de forma positiva, respondem melhor a ambientes favoráveis como Anhembi e ESALQ, como mostram as médias obtidas pelos ambientes relacionados com esses locais (Tabela 29). No *biplot* AMMI2 (Figura 10b), distinguiu-se três grupos de linhagens com magnitudes mais semelhantes para a interação G x E: grupo 1 (linhagens mais estáveis): L1, L2, L7, L8, L9, L10, L11, L13, L14, L15, L16, L19, L23, L24 e L27; grupo 2 (linhagens com estabilidades intermediárias): L21 e L26; e grupo 3 (linhagens instáveis): L4, L6, e L28. As linhagens 3, 5, 12, 17, 18, 20, 22 e 25 não formaram grupos, com as linhagens 3, 5 e 22 apresentando maior instabilidade em relação às demais LP. Isto mostra que 53% das linhagens foram estáveis com os ambientes. Distinguiu-se três grupos de ambientes com interações mais similares: grupo 1 (ambientes mais estáveis): AN97, AR97, AR98, AR99, ES98; grupo 2 (ambientes com estabilidades intermediárias): AR96 e ES99; e grupo 3 (ambientes mais instáveis): AN98, ES96 e ES97. Os ambientes AN96 e AN99 foram divergentes e instáveis em relação aos demais ambientes.

O *biplot* AMMI1 (Figura 11a) mostra que dez linhagens (36% das LP) foram superiores à média das testemunhas (MT = 21,62%) em %OL. Destacaram-se as cinco com maiores %OL em ordem decrescente de estabilidade: L3 = USP 93-1043, L4 = USP 93-1044, L15 = USP 93-1188, L2 = USP 93-1042 e L20 = 94-1024, como mostram seus escores no *biplot* AMMI1 (Figuras 11a) e as estimativas de $A/\text{linhagem}$ preditas pelo modelo AMMI1, apresentadas na Tabela 30. As linhagens 3, 4 e 15, por apresentaram interações mais baixas com os ambientes, podem ser indicadas para os três locais. As linhagens 2 e 20, por terem interagido mais com os ambientes, e de forma positiva, respondem melhor a ambientes favoráveis para a %OL (p. ex. o local Anhembi), como mostram as médias obtidas pelos ambientes relacionados com esses locais (Tabela 30). No *biplot* AMMI1, distinguiu-se quatro grandes grupos de linhagens com

comportamentos mais semelhantes para a interação G x E: grupo 1 (linhagens mais estáveis): L3, L4, L5, L7, L9, L12, L13, L14, L19, L21, L24, L25, L26, L27 e L28; grupos 2 e 3 (linhagens com estabilidades intermediárias): L6, L7, L22 e L23; e L1, L2, L8, L10, L15 e L20, respectivamente; e grupo 4 (linhagens mais instáveis): L11 e L16. Isto mostra que 53% das linhagens foram estáveis com os ambientes. Distinguiu-se dois grupos de ambientes com interações mais similares: grupo 1 (ambientes estáveis): AN96, AN97, AN98, AR97, AR98, AR99, ES96, ES97 e ES98; e o grupo 2 (ambientes instáveis): AN99 e ES99. Os ambiente AR96 foi dissimilar e imprevisível em relação aos demais.

O *biplot* AMMI1 (Figura 12a) mostra que 17 linhagens (61% das LP) superaram a média das testemunhas (MT = 516 Kg/ha) em PO. Dessas 17, destacaram-se as cinco melhores para PO em ordem decrescente de estabilidade: L2 = USP 93-1042, L19 = USP 94-1012, L10 = USP 93-1101, L26 = 94-1086 e L17 = USP 93-1203, como mostram seus escores no *biplot* AMMI2 (Figura 12b) e as estimativas de A/linhagem preditas pelo modelo AMMI4, apresentadas na Tabela 31. As linhagens 2, 19 e 10, apresentarem interações mais baixas com os ambientes, podendo ser indicadas para os três locais. As linhagens 21 e 25, por terem interagido mais com os ambientes, e de forma positiva, respondem melhor a ambientes favoráveis como Anhembi e ESALQ, sendo que a L17 responde melhor no local Anhembi; já a L26 respondeu igualmente favorável ao local ESALQ e não desapontou no local Areão, como mostram as médias obtidas pelos ambientes relacionados com esses locais (Tabela 31). No *biplot* AMMI2 (Figura 12b), distinguiu-se quatro grupos de linhagens com magnitudes mais semelhantes para a interação G x E: grupo 1 (linhagens mais estáveis): L1, L2, L7, L8, L10, L11, L13, L14, L15, L16, L19, L21, L23, L24 e L27; grupos 2 e 3 (linhagens com estabilidades intermediárias): L4, L6, L18, L20 e L28; e L12 e L22, respectivamente; e grupo 4 (linhagens instáveis): L17 e L26. As linhagens 3, 5, 9 e 25 não formaram grupos, sendo as linhagens 3 e 5 mais dissimilares e instáveis em relação às demais LP. Isto evidencia que 53% das LP foram estáveis com os ambientes. Distinguiu-se três grupos de ambientes com interações mais similares: grupo 1 (ambientes mais estáveis): AN97, AR96, AR97, AR99 e ES98; grupo 2 (ambientes com estabilidades

intermediárias): AN98, ES96 e ES97; e grupo 3 (ambientes mais instáveis): AR98 e ES99. Os ambientes AN96 e AN99 foram divergentes e mais instáveis em relação aos demais, com AN96 apresentando a maior instabilidade do grupo. O agrupamento de ambientes foi semelhante ao obtido para a PG.

Os resultados mostraram que as LP reuniram uma porcentagem igual de linhagens (53%) com alta estabilidade para os três caracteres. Das cinco linhagens superiores em PO, três (L2, L10 e L26) também o foram para PG e somente uma (L2) foi superior em %OL. Essa maior influência de PG sobre a PO, concorda com os resultados obtidos por Soldini (1998), o qual concluiu em seu trabalho que os incrementos para PO dependem muito mais das frequências alélicas para PG do que da %OL. Soldini (1993), Laínez-Mejía (1996) e Rocha (1998) também encontraram resultados semelhantes aos obtidos no presente trabalho.

4.5.3.2 Linhagens semiprecoces

A análise da interação G x E pela ACP mostrou que apenas os quatro primeiros CPIs foram significativos ($P < 0,01$) para PG e PO, e somente os dois primeiros CPIs para a %OL. Para PG e PO, os quatro eixos juntos explicaram 68% e 69%, respectivamente, da $SQ_{G \times E}$; já no caso da %OL, os dois primeiros CPIs explicaram juntos 53% da $SQ_{G \times E}$ (Tabela 26). Os demais eixos representaram variações da $SQ_{G \times E}$ mais preponderantemente ricas em ruídos. Assim, pelo critério de Cornelius et al. (1992), como a partir do resíduo AMMI4 (PG e PO) e AMMI1 (%OL) não foi obtido significância, os modelos selecionados foram AMMI4 (PG e PO) e AMMI1 (%OL). Esses resultados foram semelhantes aos obtidos pelas LP; no entanto, para PG e PO, o modelo AMMI4 explicou mais da interação G x E, quando comparado às LP.

Observa-se pelo *biplot* AMMI1 (Figura 13a) que nenhuma linhagem superou a média das testemunhas ($MT = 2.928 \text{ Kg/ha}$) em PG. No entanto, 26 linhagens (68% das LSP) foram superiores à média das linhagens ($ML = 2.383 \text{ Kg/ha}$); entre essas, destacaram-se cinco superiores em PG, em ordem decrescente de estabilidade: L18 = USP 93-2316, L35 = USP 93-2897, L7 = USP 93-2002, L10 = USP 93-2084 e L2 = USP

93-1106, como mostram seus escores no *biplot* AMMI2 (Figura 13b) e as estimativas de A_i /linhagem preditas pelo modelo AMMI4, apresentadas na Tabela 32. As linhagens 18, 35 e 7, por apresentarem interações mais baixas com os ambientes, podem ser indicadas para os três locais. As linhagens 2 e 10, por terem interagido mais com os ambientes e de forma positiva, respondem melhor a ambientes favoráveis como o local Anhembi, como mostram as médias obtidas pelos ambientes relacionados com esses locais (Tabela 32). No *biplot* AMMI2 (Figura 13b), distinguiu-se seis grupos de linhagens com magnitudes mais semelhantes para a interação G x E: grupo 1 (linhagens mais estáveis): L3, L4, L5, L6, L7, L8, L11, L14, L18, L19, L20, L21, L23, L24, L26, L29, L31, L32, L33, L35 e L36; grupos 2, 3, 4 e 5 (linhagens com estabilidades intermediárias): L1, L6 e L38; L12, L15 e L16; L10 e L22; e L28 e L37, respectivamente; e o grupo 6 (linhagens instáveis): L27 e L30. As linhagens 2, 9, 13, 25 e 34 não formaram grupos, sendo as linhagens 25 e 34 mais dissimilares e instáveis em relação às demais LSP. Isto evidencia que 55% das LSP foram estáveis com os ambientes. Distinguiu-se três grupos de ambientes com interações de mesma magnitude: grupo 1 (ambientes mais estáveis): AN98, AR96 e ES96; grupo 2 (ambientes com estabilidades intermediárias): ES97 e ES98; e grupo 3 (ambientes instáveis): AN97 e AR97. Os ambientes AN96, AN99, AR98 e AR99 não formaram grupos, sendo que AN96 e AN99 foram os mais divergentes e instáveis em relação aos demais ambientes deste CM.

O *biplot* AMMI1 (Figura 11b) mostra que apenas três (8% das LSP) foram superiores à média das testemunhas ($MT = 21,44\%$) em %OL. Estas três linhagens são as seguintes em ordem decrescente de estabilidade: L24 = USP 93-2667, L22 = USP 93-2565 e L2 = USP 93-1106, como mostram seus escores no *biplot* AMMI1 (Figura 11b) e as estimativas de A_i /linhagem preditas pelo modelo AMMI1, apresentadas na Tabela 33. As linhagens 22 e 24, por apresentarem interações mais baixas com os ambientes, podem ser indicadas para os três locais. No entanto, a L2, por ter interagido mais com os ambientes, e de forma positiva, responde melhor a ambientes favoráveis para a %OL como AN97, AR98 e ES98, como mostram as médias preditas para esses ambientes na Tabela 33 e as adaptações mostradas no *biplot* AMMI1 (Figura 11b). Distinguiu-se quatro grupos de linhagens com magnitudes mais semelhantes para a interação G x E:

grupo 1 (linhagens mais estáveis): L3, L6, L8, L10, L11, L12, L18, L19, L20, L27, L29, L30, L33, L36 e L38; grupos 2 e 3 (linhagens com estabilidades intermediárias): L5, L9, L14, L15, L16, L17, L23, L28, L31, L34, L35 e L37; L7, L12, L13, L22, L23, L24 e L26, respectivamente; e o grupo 4 (linhagens instáveis): L1 e L21. As linhagens 2 e 4 foram as mais divergentes e instáveis em relação às demais LSP. Isto mostra que 39% das LSP foram estáveis com os ambientes. Distinguiu-se três grupos de ambientes com interações mais similares: grupo 1 (ambientes mais estáveis): AN96, AR96, AR97, AR99, ES96, ES97 e ES98; grupo 2 (ambientes mais instáveis): AN99 e ES99; e grupo 3: AN97, AN98 e AR98 (linhagens com estabilidades intermediárias).

O *biplot* AMMI1 (Figura 14a) mostra que, a exemplo da PG, nenhuma linhagem superou a média das testemunhas (MT = 626 Kg/ha) em PO. No entanto, 20 linhagens (53% das LSP) apresentaram médias acima da média das linhagens (ML = 493 Kg/ha). Dessas, destacaram-se as cinco melhores para PO em ordem decrescente de estabilidade: L11 = USP 93-2103, L18 = USP 93-2316, L8 = USP 93-2027, L10 = 93-2084 e L2 = USP 93-1106, como mostram seus escores no *biplot* AMMI2 (Figura 14b) e as estimativas de A_i /linhagem preditas pelo modelo AMMI4, apresentadas na Tabela 34. As linhagens 11, 18 e 8, por apresentarem interações mais baixas com os ambientes, podem ser indicadas para os três locais; já as linhagens 10 e 2, respondem melhor aos ambientes ESALQ e Anhembi, respectivamente, como mostram as médias preditas pelos ambientes relacionados com esses locais (Tabela 34). No *biplot* AMMI2 (Figura 14b), distinguiu-se quatro grupos de linhagens com magnitudes mais semelhantes para a interação G x E: grupo 1 (linhagens mais estáveis): L3, L7, L8, L11, L14, L17, L19, L20, L23, L24, L29, L30, L31, L32, L36; grupos 2 e 3 (linhagens com estabilidades intermediárias): L1, L2, L4, L6, L12, L15, L21, L33, L35 e L38; L5, L10, L18, L22, L26, L27, L28 e L37, respectivamente; e o grupo 4 (linhagens instáveis): L9 e L13. As linhagens 16, 25 e 34 foram mais dissimilares e instáveis em relação às demais LSP. Isto indica que 39% das LSP foram estáveis com ambientes. Distinguiu-se quatro grupos de ambientes com magnitudes para a interação G x E mais similares: grupo 1 (ambientes mais estáveis): AR96 e ES96; grupos 2 e 3: AN98 e AR98; AN97 e AR97, respectivamente; e o grupo 4 (ambientes instáveis): ES97 e ES98. Os ambientes AN96,

AN99, AR99 e ES99 foram divergentes, sendo os ambientes AN96 e AN99, os mais instáveis em relação aos demais ambientes deste CM.

4.5.3.3 Linhagens intermediárias

A análise da interação G x E pela ACP mostrou que apenas os dois primeiros CPIs foram significativos ($P < 0,01$) para os três caracteres. Para PG e PO, os quatro eixos juntos explicaram 44% e 60%, respectivamente, da $SQ_{G \times E}$; já no caso da %OL, os dois primeiros CPIs explicaram juntos 46% da $SQ_{G \times E}$ (Tabela 27). Os demais eixos representaram variações da $SQ_{G \times E}$ mais preponderantemente ricas em ruídos. Assim, pelo critério de Cornélius et al. (1992), como a partir do resíduo AMMI1 (PG) e AMMI2 (%OL e PO) não foi obtida significância, os modelos selecionados foram AMMI1 (PG) e AMMI2 (%OL e PO). Esses modelos são, portanto, aqueles que melhor descrevem a interação G x E padrão.

O *biplot* AMMI1 (Figura 15a) mostra que 14 linhagens (52% das LI) foram superiores à média das testemunhas ($MT = 2.177 \text{ Kg/ha}$); entre essas, destacaram-se as cinco melhores para PG em ordem decrescente de estabilidade: L12 = USP 93-5082, L13 = USP 93-5243, L17 = USP 93-5549, L6 = USP 93-2722 e L15 = USP 93-5539, como mostram seus escores no *biplot* AMMI1 (Figura 15a) e as estimativas de A_i /linhagem preditas pelo modelo AMMI1 apresentadas na Tabela 35. As linhagens 12, 13 e 17, por apresentarem interações mais baixas com os ambientes, podem ser indicadas para os três locais. A L6 é melhor indicada para o local ESALQ e a L15 responde melhor ao local Areão, como mostram as médias preditas para os ambientes associados com esses locais na Tabela 35 e as adaptações mostradas no *biplot* AMMI1 (Figura 15a). Distinguiu-se três grupos de linhagens com comportamentos mais similares para a interação G x E: grupo 1 (linhagens mais estáveis): L1, L3, L4, L5, L8, L9, L10, L11, L12, L13, L16, L18, L19, L20, L21, L22, L25 e L27; grupo 2 (linhagens com estabilidades intermediárias): L14, L17, L23, L24 e L26; e o grupo 3 (linhagens instáveis): L2, L6 e L15. A L7 foi a mais divergente e instável em relação às demais LI. Isto indica que 67% das LI foram estáveis com ambientes. Distinguiu-se dois grupos de

ambientes com interações mais similares (ambientes estáveis): AN97, AN98, AN99, AR97, AR98, AR99, ES96 e ES97; e o grupo 2 (ambientes com estabilidades intermediárias): AR96 e AN97. Os ambientes AN96, ES98 e ES99 não formaram grupos e foram os mais dissimilares e instáveis deste CM.

Para o caráter %OL, o *biplot* AMMI1 (Figura 16a) mostra que, com exceção da L9, todas as demais (99% das LI) superaram a média das testemunhas (MT = 18,80%). Entre essas, destacaram-se as cinco que apresentaram maior %OL em ordem decrescente de estabilidade: L15 = USP 93-5539, L18 = USP 93-5552, L26 = USP 93-5680, L25 = USP 93-5843 e L23 = 93-5690, como mostram seus escores no *biplot* AMMI2 (Figura 16b) e as estimativas de A/linhagem preditas pelo modelo AMMI2, apresentadas na Tabela 36. As linhagens 15, 18 e 26, por apresentarem menor interação com os ambientes, podem ser recomendadas para os três locais. A L23 tende a ser mais adaptada ao local Areão, enquanto a L25 responde melhor aos locais Anhembi ou ESALQ (Figura 16b e Tabela 36). Distinguiu-se cinco grupos de linhagens com magnitudes para a interação G x E mais similares: grupo 1 (linhagens mais estáveis): L2, L4, L7, L8, L11, L12, L15, L18, L21, L22, L24, L26 e L27; grupos 2, 3 e 4 (linhagens com estabilidades intermediárias): L5, L6, L13 e L16; L10 e L20; L9 e L19, respectivamente; e o grupo 5: L1 e L14 (linhagens instáveis). As linhagens 3, 17, 23 e 25 não formaram grupos, sendo as linhagens 23 e 25 as mais divergentes e instáveis em relação às demais LI (Figura 16b). Isto evidencia que 48% das LI foram estáveis com os ambientes. No geral, os ambientes foram muito divergentes entre si; no entanto, distinguiu-se dois grupos com magnitudes mais similares para a interação G x E: grupo 1: AR96 e ES97, e o grupo 2: AN96 e AR98 1 (ambientes com estabilidades intermediárias). Os demais ambientes não formaram grupos, sendo AN97, AN99, AR97, ES96, ES98 e ES99 dissimilares entre si. O ambiente ES98 foi o mais estável, enquanto que os demais foram os mais instáveis dentre todos os ambientes deste CM.

O *biplot* AMMI1 (Figura 17a) mostra que 24 linhagens (89% das LI) superaram a média das testemunhas (MT = 412 Kg/ha) para PO. Entre essas, destacaram-se as cinco melhores para PO em ordem decrescente de estabilidade: L13 = USP 93-5243, L12 = USP 93-5082, L17 = USP 93-5549, L6 = 93-2722 e L15 = USP 93-5539, como

mostram seus escores no *biplot* AMMI2 (Figura 17b) e as estimativas de A/linhagem apresentadas na Tabela 37. As linhagens 12, 13 e 17, por apresentarem interações mais baixas com os ambientes, podem ser indicadas para os três locais. As L6 e 15 respondem bem à melhoria do ambiente, sendo mais bem indicadas para o local Anhembi. A L15 apresentou a melhor adaptação com o local Areão, como mostram as médias preditas para os ambientes associados com esses locais na Tabela 37 e as adaptações mostradas no *biplot* AMMI2 (Figura 17b). No *biplot* AMMI2 (Figura 17b), distinguiu-se seis grupos de linhagens com magnitudes mais similares para a interação G x E: grupo 1 (linhagens mais estáveis): L4, L8, L10, L11, L12, L13, L18, L20 e L22 ; grupos 2, 3, 4 e 5 1 (ambientes com estabilidades intermediárias): L1, L2, L6, L9 e L27; L5, L16, L19, L21 e L25; L3 e L17; L23 e L24, respectivamente; e o grupo 6: L14 e L26 (linhagens instáveis). As linhagens 7 e 15 foram as mais divergentes e instáveis em relação às demais LI. Isto mostra que 33% das LI foram estáveis com os ambientes. Distinguiu-se um grande grupo de ambientes com magnitude similar para a interação G x E (ambientes mais estáveis): AN96, AN98, AN99, AR96, AR97, AR99, ES96 e ES97. Os ambientes AN97, AR98, ES96, ES98 e ES99 não formaram grupos, sendo AR98, ES98 e ES99 os mais dissimilares e instáveis em relação aos demais ambientes deste CM.

Observa-se que a complexidade da interação G x E para a %OL (modelo AMMI2) foi altamente influente sobre a PO (modelo AMMI2), quando comparada à PG (modelo AMMI1). Como consequência, o número de linhagens estáveis para PO foi menor do que para PG.

4.5.3.4 Linhagens semitardias

A análise da interação G x E pela ACP mostrou que apenas o primeiro CPI foi significativo ($P < 0,01$) para os três caracteres, explicando 39% (PG e PO) e 38% (%OL), respectivamente, da $SQ_{G \times E}$ (Tabela 28). Os cinco eixos remanescentes representaram variações da $SQ_{G \times E}$ mais preponderantemente ricas em ruídos. Assim, pelo critério de Cornelius et al. (1992), como a partir do resíduo AMMI1 não foi obtida

significância, o modelo selecionado para os três caracteres foi o AMMI1, como sendo aquele que melhor descreve a interação G x E padrão.

O *biplot* AMMI1 (Figura 15b) mostra que quatro linhagens (57% das LST) foram superiores à média das testemunhas ($MT = 1.788 \text{ Kg/ha}$), destacando-se na seguinte ordem decrescente de estabilidade: L6 = USP 93-5684, L4 = USP 93-5419, L5 = USP 93-5513 e L2 = USP 93-5263, como mostram seus escores no *biplot* AMMI1 (Figura 15b) e as estimativas de A_i /linhagem preditas pelo modelo AMMI1 apresentadas na Tabela 38. As linhagens 4 e 6, por apresentarem interações mais baixas com os ambientes, podem ser indicadas para os três locais. As linhagens 2 e 5 apresentaram adaptações a ambientes particulares. A L2 é mais indicada para o local Anhembi (AN96 e AN99) e a L5 responde melhor ao local Areão (AR97, AR98 e AR99), como mostram as médias preditas para os ambientes associados com esses locais na Tabela 38 e as adaptações apresentadas no *biplot* AMMI1 (Figura 15b). Distinguiu-se três grupos de linhagens com magnitudes mais semelhantes para a interação G x E: grupo 1 (linhagens mais estáveis): L1 e L6; grupo 2 (linhagens mais instáveis): L3 e L5; e grupo 3: L4 e L7 1 (linhagens com estabilidades intermediárias). A L2 manteve-se isolada em relação às demais LST, apresentando-se instável. Distinguiu-se um grande grupo de ambientes com interações similaridades (ambientes mais estáveis): AN97, AN99, AR96, AR97, AR98, AR99, ES96, ES97, ES97 e ES99. Os ambientes AN96, AN98, AN99 e ES98 foram dissimilares e os mais instáveis em relação aos demais deste CM.

Para o caráter %OL, o *biplot* AMMI1 (Figura 18a) mostra que quatro linhagens (57% das LST) foram superiores à média das testemunhas ($MT = 20,15\%$). Essas linhagens podem ser classificadas na seguinte ordem decrescente de estabilidade: L6 = USP 93-5684, L4 = USP 93-5419, L5 = USP 93-5513 e L7 = USP 93-5802, como mostram seus escores no *biplot* AMMI1 (Figura 18a) e as estimativas de A_i /linhagem preditas pelo modelo AMMI1, apresentadas na Tabela 38. As linhagens 4 e 6, por apresentarem interações mais baixas com os ambientes, podem ser indicadas para os três locais. As linhagens 3 e 7 apresentaram adaptações positivas com ambientes particulares. A L3 é melhor indicada para o local ESALQ (adaptações mais altas com os ambientes ES97 e ES98) e a L7 responde melhor ao local Areão (adaptações mais altas

com os ambientes AR97, AR98 e AR99), como mostram as médias preditas para os ambientes associados com esses locais na Tabela 38 e as adaptações mostradas no *biplot* AMMI1 (Figura 18a). Distinguiu-se dois grupos de linhagens com interação G x E similares: grupos 1 e 2 (linhagens com estabilidades intermediárias): L4 e L5; L1 e L7, respectivamente. As linhagem 2, 3 e 6 foram dissimilares para a interação G x E, com a L6 exibindo alta previsibilidade e as linhagens 2 e 3, alta instabilidade. Distinguiu-se três grupos de ambientes com interações similares: grupo 1 (ambientes mais estáveis): AN96, AR96, AR97, AR99, ES97 e ES98; grupo 2 (ambientes com estabilidades intermediárias): AN99, ES96 e AR98; e o grupo 3 (ambientes mais instáveis): AN97 e ES99. O ambiente AN98 foi dissimilar quanto à interação G x E em relação aos demais grupos de ambientes.

O *biplot* AMMI1 (Figura 18b) mostra que todas as sete linhagens, ou seja, 100% foram superiores à média das testemunhas para PO (MT = 364 Kg/ha). Entre essas, destacaram-se as cinco melhores para PO em ordem decrescente de estabilidade: L6 = USP 93-5684, L1 = USP 93-2521, L4 = USP 93-5419, L5 = USP 93-5513 e L2 = 93-5263, como mostram seus escores no *biplot* AMMI1 (Figura 18b) e as estimativas de A_i /linhagem preditas pelo modelo AMMI1, apresentadas na Tabela 38. As linhagens 1, 4 e 6, por apresentarem interações mais baixas com os ambientes, podem ser indicadas para os três locais. As L2 e L5 foram mais bem adaptadas ao local Anhembi, como mostram as médias preditas para os ambientes associados com esses locais na Tabela 38 e as adaptações mostradas no *biplot* AMMI1 (Figura 18b). Distinguiu-se dois grupos de linhagens com magnitudes mais semelhantes para a interação G x E: grupo 1 (linhagens mais estáveis): L1, L4 e L6; e o grupo 2: L2 e L7 (linhagens instáveis). As linhagens 3 e 5 ficaram isoladas, sendo a L3 mais divergente e instável em relação às demais LST. Distinguem-se três grupos de ambientes com interações mais similares: grupo 1 (ambientes mais estáveis): AR96, AR98, AR99, ES97 e ES99; e os grupo 2 e 3 (ambientes com estabilidades intermediárias): AN97 e ES98; AN99 e AR97, respectivamente. Os ambientes AN96 e AN98 foram divergentes e os mais instáveis deste CM.

4.5.3.4 Análise AMMI para os quatro ciclos de maturação

No geral, os *biplots* AMMI1 (Figuras 10a, 11a, 11b, 12a, 13a, 14a, 15a, 15b, 16a, 17a, 18a e 18b) referentes aos três caracteres e aos quatro CM, mostraram que os ambientes apresentaram maior variabilidade do que as linhagens, tanto em efeitos principais quanto multiplicativos (variação para efeitos principais e multiplicativos são visualizados nos sentidos horizontal e vertical do gráfico, respectivamente). Isso confirma os resultados para as magnitudes das SQ evidenciados pela ANAVA (Tabela 20) com relação a essas fontes de variação.

Os ambientes associados com o local Anhembi apresentaram altos valores de escores para PG e PO, mostrando que este local interagiu fortemente com os anos, principalmente no ano agrícola 1996/97 (LP, LSP e LST), mas também nos anos de 1998/99 (LST) e 1999/00 (LSP); os ambientes associados com o local Areão apresentaram escores mais próximos de zero, evidenciando que este local interagiu pouco com os anos, sendo então mais previsível (estável); os ambientes relacionados com o local ESALQ mostraram comportamento intermediário (Figuras 10b, 12b, 13b, 14b, 15b e 18b). As estimativas para A_i /local (Tabelas 29, 31, 32 e 34) preditas pelo modelo AMMI4 (LP e LSP) e pelo modelo AMMI1 (LST) (Tabela 38) confirmam maior média e maior interação para o local Anhembi e menores valores de média e de interação para o local Areão; o local ESALQ apresentou estimativas intermediárias de média e interação.

Resultados diferentes foram obtidos para as LI, para as quais os ambientes associados com o local Anhembi foram os mais estáveis e também apresentaram as médias mais altas para PG e PO, enquanto que os ambientes associados com os locais ESALQ mostraram interações altas, principalmente ES98 e ES99, e apresentaram médias intermediárias; os ambientes associados com o local Areão exibiram interações intermediárias e médias baixas (Figuras 15a e 17b). As estimativas para A_i /local (Tabelas 35 e 37) preditas pelos modelos AMMI1 (PG) e AMMI2 (PO) confirmam maior média e menor interação para o local Anhembi, maior interação e média intermediária para o local ESALQ e menor média e interação intermediária para o local

Areão. Observou-se que os ambientes associados com o local Anhembi reuniram estabilidade com adaptabilidade, diferentemente do que ocorreu com as LP, LSP e LST, as quais sempre associaram alta adaptabilidade (médias altas) com baixa estabilidade (interações altas).

Para a %OL, os ambientes associados com o local Anhembi apresentaram os mais altos valores de escores para as LSP, LI e LST, mostrando que este local interagiu fortemente com os anos, principalmente nos anos agrícolas de 1996/97 (LSP), 1997/98 (LST) e 1999/00 (LSP e LI); os ambientes associados com o local Areão apresentaram escores mais próximos de zero, evidenciando que este local interagiu pouco com os anos, sendo, portanto, mais previsível com os anos agrícolas; os ambientes associados com o local ESALQ apresentaram interações intermediárias (Figuras 11b, 16b e 18a). As estimativas de A_i/local preditas pelos modelos AMMI1 (LSP e LST) e AMMI2 (LI) (Tabelas 33, 36 e 38) confirmam médias alta (LSP e LI) e intermediária (LST) e interação intermediária para o local ESALQ; maior interação e médias baixas (LI e LST) e intermediária (LSP) para o local Anhembi; o local Areão apresentou menores estimativas de interação e médias variáveis baixa (LSP), intermediária (LI) e alta (LST). Para as LP, os ambientes associados com o local Areão apresentaram os mais altos valores de escores para a %OL, mostrando que este local interagiu fortemente com os anos, principalmente nos anos agrícolas de 1996/97 e 1997/98; os ambientes associados com o local Anhembi apresentaram escores mais próximos de zero, evidenciando que este local interagiu pouco com os anos, sendo então mais previsível com os anos agrícolas; os ambientes associados com o local ESALQ apresentaram interações intermediárias (Figura 11a). As estimativas de A_i/local preditas pelo modelo AMMI1 (Tabela 30) confirmam maior média e maior interação para o local Areão e menor média e interação para o local Anhembi. Observou-se que o local Areão apresentou interação alta e positiva e o local Anhembi interação baixa e negativa, resultados esses, diferentes daqueles obtidos para as LSP, LI e LST, para as quais o local Areão sempre esteve associado com interações baixas e o local Anhembi com interações altas.

Os resultados para as LP e LSP relacionados aos caracteres PG e PO, cujo modelo selecionado foi o AMMI4, foram diferentes dos encontrados por Zobel et al.

(1988), Gauch & Zobel (1990) e Ariyo (1998) para o caráter PG, nos quais os modelos selecionados foram AMMI1, AMMI2 e AMMI1, respectivamente. Tais resultados, são mais parecidos com os obtidos para as LI e LST; no entanto, nesses trabalhos, a maior porcentagem de variação da $SQ_{G \times E}$ padrão foi concentrada nos primeiros CPIs (71, 70 e 86%, respectivamente). Os resultados do presente trabalho foram mais concordantes com aquele obtido por Sneller & Dombek (1995), no qual o CPI1 explicou apenas 23% da $SQ_{G \times E}$ para PG. Resultados sobre o uso da análise AMMI para o caráter %OL para a cultura da soja não foram encontrados na literatura consultada.

Pelos resultados dos trabalhos antes citados, o padrão adjacente à interação G x E foi alto nos primeiros eixos, ao contrário dos resultados obtidos no presente trabalho, no qual o padrão se mostrou baixo e distribuído em mais de dois eixos, nos casos das LP e LSP. Essa distribuição em mais de dois eixos pode sugerir maior complexidade da interação G x E, relativamente as LI e LST. Segundo Romagosa & Fox (1993), modelos que incluem altas dimensões ou muitos eixos da ACP estão muito associados com ruídos, porque a falta de habilidade preditiva, pode em alguns casos ser um artefato para aplicar modelos para situações além do limite de sua capacidade para explicar a interação G x E. Seguindo este mesmo raciocínio, Sharma et al. (1998) comentam que a seleção de modelos que incluem muitos CPIs pode sugerir a presença de uma variação complexa e multidimensional para a interação G x E; no entanto, pode envolver muito mais ruídos do que propriamente interações complexas entre genótipos e ambientes. Lavoranti et al (2001) comentam que, a princípio, a representação gráfica em *biplot* desses resultados não se justificaria, devido à proporção relativamente baixa da $SQ_{G \times E}$ explicada pelos primeiros eixos singulares. Entretanto, este autor argumenta que, teoricamente, a análise AMMI apresenta como característica principal a captação da maior parte do padrão nos primeiros CPIs.

Com base nas argumentações dos autores citados acima, as interpretações do presente trabalho foram feitas considerando a variação padrão concentrada no CPI1 e/ou CPI2. Neste caso, utilizou-se das médias e interações preditas pelo modelo AMMI4 (LP e LSP) para confirmar as adaptações específicas e as estabilidades observadas nos *biplots* AMMI1 e AMMI2. O parâmetro A_i foi estimado com base no modelo AMMI

selecionado com o objetivo de confirmar as estabilidades mostradas nos gráficos. Para as LI e LST, isto não era extremamente necessário, já que a porção significativa da interação padrão se concentrava no máximo no CPI2. Neste caso, a interpretação com base nos *biplots* AMM11 e AMMI2 atendia perfeitamente o propósito do método. Como uma forma de padronização, adotou-se esse critério para todos os CM.

O baixo número de repetições por ambientes pode ter contribuído para uma baixa precisão nas estimativas das médias das linhagens em cada ambiente, influenciando o resíduo da ANAVA com efeitos não relacionados com o fenômeno da interação G x E, o que pode resultar numa $SQ_{G \times E}$ contendo mais ruído do que padrão.

Em um trabalho conduzido com ervilha por Taye et al. (2000), foram utilizadas médias obtidas de duas repetições e o modelo selecionado foi o AMMI5. Os resultados evidenciaram que a interação complexa requeria no mínimo dois eixos para explicar uma considerável variação da interação G x E. Esta complexidade pode estar associada com a natureza da cultura, características ambientais e base genética obtida a partir de diferentes fontes. Segundo esses autores, a adição do CPI3 poderia contribuir para a acurácia das estimativas da produtividade de grãos, porém, este não seria imprescindível como os dois primeiros eixos considerados para suficiente dimensionalidade na análise gráfica; ademais, o CPI3 complica a observação gráfica visual do efeito da interação G x E. Com base em métodos usados para selecionar ótima dimensionalidade, os resultados indicaram que os CPIs 4 e 5 não apresentavam real contribuição em representar a interação G x E, sendo maior contribuição atribuível a ruídos. Também relataram que as somas de quadrados obtidas a partir dos CPIs 6 e 7 foram compostas puramente pelo componente ruído; assim, concluíram que as somas de quadrados que compreendiam do terceiro ao sétimo eixo poderiam ser somadas e classificadas como ruído, já que elas não tiveram real poder preditivo.

Quando a $SQ_{G \times E}$ contém mais ruído do que padrão, e o padrão importante se concentra nos primeiros CPIs, a análise AMMI torna-se mais efetiva do que as demais metodologias, já que a análise descarta essa variação G x E preponderantemente rica em ruídos; variação essa, sem interesse agrônômico e que só contribui para diminuir a acurácia das estimativas das interações e respostas dos genótipos com os ambientes. Em

um trabalho conduzido com a cultura do milho por Crossa et al. (1990), estes concluíram que médias preditas pelo modelo AMMI a partir de duas repetições foram tão precisas quanto aquelas estimadas pela ANAVA com base no modelo completo (AMMIF) e a partir de cinco repetições. Gauch & Zobel (1988) comentam que no uso do processo “posdictivo” (uso de testes de hipóteses, como por exemplo, o teste F_{Gollub}) existe o perigo de selecionar um grande número de eixos e de superajustar os dados. Em particular, o modelo AMMIF completo foi encontrado ser um pobre preditor do grupo de validação, segundo a abordagem da validação cruzada. Em geral, o critério de validação cruzada mostrou que dados relacionados à interação $G \times E$ são melhor descritos pelos modelos AMMI contendo um ou dois termos multiplicativos; neste sentido, Romagosa & Fox (1993) recomendam o uso da validação cruzada como uma estratégia mais preditiva para a seleção de modelos da família AMMI.

4.6 Comparações entre as metodologias

As estimativas dos coeficientes de correlação de Spearman aplicados às ordens crescentes para os parâmetros de estabilidade (ω_i , s^2d_i , R^2 e A_i) e ordens decrescentes para os parâmetros de adaptabilidade (m_i e b_i), para cada par de parâmetros, são apresentadas nas Tabelas 39 e 40. Os resultados mostraram que a maioria das correlações estimadas apresentou significância ($P < 0,01$), evidenciando um alto grau de associação no conjunto dos parâmetros considerados. No caso das LST, ocorreram estimativas de correlações altas ($r > 0,50$), no entanto, sem exibir significância. Isso talvez possa ser explicado pelo baixo número de graus de liberdade considerado no teste da hipótese de que os dois parâmetros fossem independentes, para o referido CM.

Analisando as correlações entre os diversos parâmetros e a média para PG e PO (m_i), observou-se que a mais alta delas ocorreu com b_i . Os valores foram maiores para as LI ($r = 0,62$ e $0,66$, respectivamente) e menores para as LSP ($r = 0,17$ e $0,31$, respectivamente). Valores intermediários foram encontrados para as LP ($r = 0,21$ e $0,22$, respectivamente) e LST ($0,32$ e $0,28$, respectivamente). Essa tendência positiva de associação entre m_i e b_i era esperada, uma vez que o parâmetro b_i eleva-se à medida que

a linhagem possui valores médios de PG e PO maiores na maioria dos ambientes. O parâmetro m_i apresentou associação baixa com os parâmetros de estabilidade (ω_i , s^2d_i , R^2 e A_i), sendo que em vários casos ocorreu associação negativa (LST). Isto sugere que a seleção simultânea para alta PG e PO e estabilidade, no geral, torna-se difícil, mas não impossível; realmente, no presente trabalho, várias linhagens associaram adaptação ampla com alta previsibilidade.

O parâmetro de estabilidade que mais apresentou tendência de associação positiva com m_i foi R^2 , seguido de A_i . Para PG, m_i apresentou as mais baixas associações com os parâmetros ω_i ($r = -0,64$ a $0,15$) e s^2d_i ($r = -0,64$ a $0,15$). Segundo Duarte (1988), considerando que ω_i é usado isoladamente, a sua não associação linear com m_i indica a possibilidade de uso conjunto dos dois parâmetros, no sentido de aumentar a segurança da utilização do método prático da ecovalência. Resultados semelhantes foram obtidos por outros autores. Dashiell et al. (1994), estudando a correlação entre parâmetros de adaptabilidade (m_i e b_i) e estabilidade (s^2d_i) para PG em soja, também encontraram resultados semelhantes entre m_i e os parâmetros b_i ($r = 0,50$) e s^2d_i ($r = 0,03$). Em outro estudo com soja, Miranda (1999) também obteve baixa estimativa para o coeficiente de correlação entre m_i e ω_i ($r = 0,02$). Observa-se que para PO, as estimativas do coeficiente de correlação entre m_i e os parâmetros de estabilidade foram mais altas do que para PG, exceto para as LST. Isto indica que a probabilidade de selecionar linhagens com alta PO e alta estabilidade é maior do que no caso de PG, principalmente para as LP e LI.

Resultados diferentes em relação às associações dos parâmetros com m_i foram observados para o caráter %OL. Este apresentou associação positiva com b_i (LP e LI) e negativa com a maioria dos parâmetros de estabilidade, principalmente com ω_i , s^2d_i e A_i . Isto sugere que, para este grupo de linhagens, selecionar para adaptabilidade e estabilidade com base nesses parâmetros para a %OL é mais difícil do que para os caracteres PG e PO. A baixa associação entre esses parâmetros indica que a utilização de ambos será mais informativa na identificação e seleção de linhagens que reúnam adaptabilidade e estabilidade para a %OL.

Entre as estimativas de correlação de b_i e os parâmetros de estabilidade (ω_i , s^2d_i , R^2 e A_i), destacam-se como fortes e positivas para PG e PO, apenas aquelas com R^2 , nas LI ($r = 0,78$; e $0,89$; respectivamente); já para a %OL, houve destaque apenas nas LST ($r = 0,93$). Associações baixas, positivas (LI e LST) e negativas (LP e LSP) para PG e PO, foram observadas entre b_i e os parâmetros s^2d_i e A_i . Para a %OL, a maioria dos CM apresentaram correlações negativas entre b_i e os parâmetros s^2d_i e A_i . Segundo Duarte (1988), o parâmetro R^2 sugerido por Pinthus (1973) não é adequado para selecionar para estabilidade, já que este é linearmente associado ao parâmetro b_i . Os resultados do presente trabalho corroboram com essa afirmação, evidenciando que entre R^2 e s^2d_i , este último é mais adequado como parâmetro de medida de estabilidade.

Correlações altas, positivas e significativas foram observadas entre os parâmetros de estabilidade ω_i , s^2d_i , R^2 e A_i para a maioria das estimativas dos caracteres e CM. O parâmetro ω_i apresentou maior associação com s^2d_i para os caracteres PG, PO ($r = 0,91$ a $1,00$) e %OL ($r = 0,41$ a $0,99$), em todos os CM, sugerindo que esses dois parâmetros são fortemente correlacionados. De acordo com Becker (1981), a magnitude da ecovalência geralmente depende principalmente da magnitude do quadrado médio dos desvios; assim, é esperado que a s^2d_i e ω_i sejam altamente correlacionados. Portanto, recomenda-se o uso de um desses parâmetros como medida da estabilidade agronômica. Como s^2d_i é um parâmetro associado à regressão, garante maiores informações a respeito do comportamento individual de cada genótipo e é preferível em relação ao parâmetro ω_i , por ser este menos informativo.

Correlações entre ω_i e R^2 geralmente foram altas para os três caracteres em todos os CM ($r = 0,54$ a $0,89$), exceto para a %OL nas LST; já entre ω_i e A_i , as correlações variaram de $0,59$ a $0,91$, sendo não significativa apenas para PO nas LST. Associações altas e significativas também foram observadas entre s^2d_i e R^2 ($r = 0,62$ a $0,90$) e entre s^2d_i e A_i ($r = 0,56$ a $0,89$), neste último caso, exceto para a %OL e a PO nas LST. O parâmetro R^2 apresentou estimativas de $r > 0,50$ e significativas com A_i , apresentando uma média de $r = 0,60$, exceto para PG nas LI e %OL nas LST, que apresentaram correlações baixas e não significativas.

Observou-se que as correlações entre A_i com ω_i e s^2d_i , no geral, foram positivas, altas, significativas, e de certa forma similares. Observa-se que nos casos em que o modelo AMMI selecionado foi maior (AMMI4), as correlações tenderam a ser mais altas. Uma explicação, no caso de A_i (AMMI4) e ω_i , é que as estimativas preditas por esse modelo são mais próximas daquelas estimadas pela ecovalência. Ambas, foram estimadas com base na $SQ_{G \times E}$; no entanto, no cálculo da ecovalência é considerada a $SQ_{G \times E}$ total, enquanto no cálculo de A_i (AMMI4) considera-se apenas a parte que contém a maior parte do padrão adjacente à interação $G \times E$, representando a porção verdadeiramente importante da $SQ_{G \times E}$. Assim, modelos que englobam muitos componentes da ACP tendem a se aproximar do modelo completo ($SQ_{G \times E}$ total), que é a base de cálculo da ecovalência. No caso de A_i (AMMI4) e s^2d_i , essa explicação é válida em parte, já que a obtenção de s^2d_i também envolve a $SQ_{G \times E}$, mas também engloba a SQ de ambientes (E). Nota-se que não houve uma tendência em termos de magnitude para as correlações entre A_i com ω_i ou s^2d_i . Para os diferentes caracteres e CM, ora a correlação foi maior entre A_i e ω_i , ora foi maior entre A_i e s^2d_i , ora ela foi baixa, como a observada para %OL nas LST.

Segundo Gauch & Zobel (1989), Crossa et al. (1990), Crossa et al. (1991) e Nachit et al. (1992), o ordenamento dos genótipos em cada ambiente estimado por modelos que englobam poucos eixos da ACP, por exemplo AMMI1, foi diferente daquele que englobava todos os eixos (AMMIF). Esses autores, trabalhando com culturas diferentes (trigo, soja e milho), encontraram que a porcentagem para diferenças no ordenamento dos genótipos foi sempre maior em modelos reduzidos, quando comparados com o ordenamento realizado com médias não ajustadas (modelo completo), estimadas com base na $SQ_{G \times E}$ total. No presente trabalho, observou-se também essa tendência, já que nos casos em que os modelos eram mais reduzidos, a correlação entre A_i e os parâmetros estimados com base na $SQ_{G \times E}$ total (s^2d_i e ω_i) foram sempre mais baixas, como mostram as estimativas entre A_i com s^2d_i e ω_i em todos os caracteres nas LP, LSP e LI (Tabelas 39 e 40).

Lin et al. (1986) apontaram que o uso de parâmetros pertencentes a diferentes conceitos pode levar a diferentes ordenamentos de genótipos em termos de sua estabilidade. Os resultados de correlações observadas entre os parâmetros ω_i , s^2d_i e A_i indicaram que estes ordenam as linhagens de forma similar, evidenciando que pertencem a um mesmo tipo de conceito em termos de estabilidade. De fato, Lin et al. (1986) sugeriram que a s^2d_i apresenta estabilidade tipo 3 (alta confiabilidade de resposta estimada). Duarte & Zimmermann (1995) comentam que a estabilidade avaliada pela ecovalência, não somente reflete a estabilidade tipo 2, como sugerido por Lin et al. (1986), mas também reflete o conceito de estabilidade tipo 3. Em relação ao parâmetro A_i , por ser estimado da mesma forma que ω_i , este também pode refletir a estabilidade tipo 3, diferindo apenas na vantagem adicional deste avaliar melhor o padrão subjacente à interação G x E.

Os resultados mostraram que a interação G x E foi mais bem explicada pela análise AMMI do que pelas metodologias da ecovalência (Wricke & Weber, 1986) e de Eberhart & Russel. No caso de AMMI e Eberhart & Russel, os resultados mostraram que a regressão linear (RL) explicou pouco da interação G x E, como mostram as estimativas de R^2 apresentadas na Tabela 20. A interação explicada pelos CPIs 1 da análise AMMI foi sempre maior do que aquela explicada pela fonte de variação G x E linear em todos os caracteres e CM (Tabelas 25, 26, 27 e 28), concordando com os resultados obtidos por: Zobel et al. (1988) em soja; Nachit et al. (1992), Yau (1995) e Annicchiarico (1997b) em trigo; Fox et al. (1990) em triticales; Argiller et al. (1994) em milho; e Pereira & Costa (1998) em batata. Em todos esses trabalhos, ficou evidenciado que a análise AMMI foi mais eficiente em explicar a interação G x E nos primeiros eixos da ACP do que a toda a variação G x E explicada pela regressão. De acordo com Yau (1995), a efetividade da análise de regressão linear para análise da interação G x E também decresce à medida que o número de dados aumenta.

O método AMMI também foi superior aos métodos da ecovalência (Wricke & Weber, 1986) e de Eberhart & Russel em relação à facilidade de interpretação e pelo ganho em acurácia para as estimativas da interação G x E e, conseqüentemente, para as médias dos ambientes. Como os modelos AMMI selecionados descartam a variação

presente na $SQ_{G \times E}$ rica em ruídos e considerando que os resultados do presente trabalho evidenciaram que existia mais ruído do que padrão na estrutura dos dados, acredita-se que as interações preditas pelos modelos AMMI foram adequadas e que aquelas preditas pela ANAVA para os métodos da ecovalência (Wricke & Weber, 1986) e de Eberhart & Russel (1966) foram sub ou superajustadas, dependendo da interação individual de cada linhagem com os ambientes. Segundo Nachit et al. (1992), em um estudo conduzido com genótipos de ervilha em vários ambientes, após eliminar a variação aleatória, o modelo AMMI selecionado estimou de forma mais precisa as médias dentro de ambientes do que as médias não ajustadas; e o aumento em precisão foi equivalente ao aumento do número de repetições por um fator de 3,7. Consequentemente, o ganho em acurácia pode ser usado para reduzir os custos por reduzir o número de repetições, incluir mais tratamentos no experimento ou melhorar a eficiência de seleção de genótipos superiores (Crossa, 1990).

É importante ressaltar que o volume de dados a serem analisados por AMMI dever ser tal que não prejudique a interpretação na análise gráfica em *biplot*. Neste estudo, observou-se que a interpretação foi mais fácil para as LI e LST (menor número de linhagens), quando comparado às LP e LSP (maior número de linhagens). Nestas, o maior número de pontos no *biplot* prejudicou a distinção entre genótipos e ambientes e de suas relações adaptativas.

No que diz respeito à avaliação da estabilidade, a análise AMMI foi eficiente, mesmo nos casos para os quais o modelo selecionado incluía mais de dois eixos da ACP e a interpretação gráfica foi realizada com base em modelos reduzidos (AMMI1 ou AMMI2), de acordo com as considerações feitas por Lavoranti et al., 2001. Com relação às relações adaptativas, estas foram melhor compreendidas quando se associou a visualização gráfica por modelos reduzidos (LP e LSP) com as estimativas preditas pelos modelos AMMI selecionados, pelo uso do parâmetro A_i para linhagens, ambientes e locais.

4.7 Considerações finais

As diferenças significativas encontradas para a interação linhagens 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 as linhagens testadas encontrarão, quando recomendadas como cultivares.

Com base nas médias dos doze ambientes, das dez linhagens superiores em PG, 50% também o foram em PO, mas com ordens de classificação diferentes para os dois caracteres. Estas linhagens mostraram ausência ou baixa intensidade de sintomas de CHS (Rocha, 1998) e são relatadas a seguir, juntamente com suas genealogias, CM e médias para PG:

USP 93-5243	FT 81-2.706 x PI 371610	LI	2.940 Kg/ha
USP 94-1086	Década x FT 81-1835	LP	2.894 Kg/ha
USP 93-2722	IAC-12 x GO 81-11.646	LI	2.812 Kg/ha
USP 93-2316	Bossier x GO 81-11.646	LSP	2.952 Kg/ha
USP 93-1106	Primavera x FT 81-1835	LSP	2.726 Kg/ha
USP 93-2084	Bossier x Viçosa	LSP	2.710 Kg/ha
USP 94-1044	Coker 136 x Hale 321	LP	2.708 Kg/ha
USP 93-5082	GO 81-11.646 x SOC 81-228	LI	2.668 Kg/ha
USP 93-2897	GO 81-11.646 x FT 81-2706	LSP	2.634 Kg/ha
USP 93-1042	IAC-Foscarin-31 x Primavera	LP	2.629 Kg/ha

É interessante notar que esses cruzamentos já estavam entre os selecionados como de alto potencial para produção de genótipos superiores nos trabalhos conduzidos por Freire Filho (1988), Krieger (1992) e Zimback (1992). Esses resultados evidenciam que a predição dos melhores cruzamentos em gerações precoces pode antecipar aqueles que fornecerão os melhores genótipos em gerações avançadas de endogamia. Conforme observações feitas por Triller & Toledo (1996), quando esta predição é feita no começo do programa, os cruzamentos menos promissores podem ser descartados antes que sejam

conduzidos os experimentos finais de produtividade, os quais têm custo elevado. Das dez linhagens identificadas como superiores por Rocha (1998) no ano agrícola 1996/97, quatro foram comuns às dez antes citadas (USPs 93-5243, 93-2316, 94-1086 e 93-5082). Isto evidencia que estas linhagens reúnem adaptabilidade e estabilidade fenotípica, pois apresentaram as maiores médias e as mantiveram nos diversos ambientes. Dessas, duas pertencem ao CM intermediário e as outras duas aos CM precoce e semiprecoce.

A probabilidade de obtenção de linhagens superiores é função da frequência gênica da população, significando que melhores linhagens são mais facilmente obtidas em populações básicas formadas através da recombinação de cultivares elites. De fato, das dez linhagens mais produtivas, nove tiveram origem a partir de cruzamentos envolvendo parentais adaptados. No entanto, a LI USP 93-5243 que apresentou alta adaptabilidade e estabilidade, pertence a um cruzamento misto (FT 81-2.706 x PI 371.610)(Apêndice 1). As similaridades observadas para os grupos de linhagens que apresentavam alta estabilidade na análise gráfica em *biplot* AMMI, também evidenciaram a presença de algumas linhagens advindas de cruzamentos mistos.

Vello (1985) comenta que, apesar do efeito negativo que os parentais exóticos possam exercer na média da população resultante de cruzamentos mistos, é possível obter genótipos superiores mesmo nestes cruzamentos, desde que o parental exótico apresente boa adaptação ao ambiente de cultivo. Provavelmente, as referidas linhagens devem ter concentrado, com o avanço das gerações, maior número de genes para adaptação vindos do parental adaptado, em detrimento ao parental exótico; no entanto, este último pode ter contribuído com genes para estabilidade. Tal resultado concorda com aquele obtido por Rocha (1998).

Os efeitos de ambientes foram mais importantes em magnitude do que os efeitos da interação G x E, e esta mais importante do que os efeitos de linhagens, para a variação total de tratamentos. Comparativamente, as LSP apresentaram magnitudes maiores do que os demais CM, enquanto as LST exibiram menores estimativas para a interação G x E para PG e PO. Resultados contrários foram observados para o caráter %OL, para a qual as LSP apresentaram menor magnitude e os demais CM mostraram maiores estimativas para a interação G x E (Tabela 20). A alta concentração de

linhagens por CM apresentando baixos escores para a interação G x E e que superaram a média das testemunhas para as LI, relativamente as LP, LSP e LST (*biplots* AMMI), sugere que as LI concentraram maior quantidade de genes para estabilidade e adaptabilidade do que os demais CM. Isto explica em parte, porque o local Anhembi foi mais estável para este grupo e se mostrou instável para os demais CM. Alta estabilidade para as LI também foram obtidas em outros materiais em trabalhos conduzidos por Soldini (1993), Laínez-Mejía (1996) e Rocha (1998).

Os ambientes associados com os locais Anhembi (principalmente) e ESALQ foram mais favoráveis para a adaptabilidade das linhagens, mas se mostraram muito instáveis, ao passo que os ambientes relacionados com o local Areão foram desfavoráveis para a adaptabilidade, mas favorável para a estabilidade, exceto para as LI, para os caracteres PG e PO. Para a %OL, o local Areão tendeu a ser mais favorável, comparativamente os locais Anhembi e ESALQ.

Dentre os fatores bióticos e abióticos que podem ter contribuído para a interação G x E, a presença do CHS e a pluviosidade parece 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 1996/97 foi associado com estresse ambiental para os locais ESALQ e Areão, principalmente para PG e PO, devido à grande infestação pelo CHS, considerado por Rocha (1998) um fator que deve ter contribuído para a baixa adaptabilidade das linhagens nesses locais nos quais ocorreu infestação e alta adaptabilidade no local Anhembi, no qual não ocorreu a doença. Os *biplots* AMMI mostraram que os ambientes associados com este ano agrícola foram os mais instáveis, sugerindo que este estresse ambiental contribuiu de forma intensa para a interação G x E. O baixo índice pluviométrico observado neste ano em relação aos demais anos, também pode ter contribuído como um fator de estresse adicional. Segundo Annicchiarico (1997b), ambientes localizados em regiões tropicais são mais propensos à ocorrência de estresses ambientais, o que pode sugerir padrões adaptativos de genótipos bastante complexos; provavelmente, tais padrões sejam melhor descritos por um método analítico multivariado.

As linhagens apresentaram comportamento para %OL diferente de PG e PO. Das cinco melhores linhagens em PG e PO, apenas uma também o foi para a %OL, dentro de CM, exceto para as LST, que das sete, três foram também ricas em %OL. No entanto, o maior número de linhagens se destacando em PG, %OL e PO nas LST, pode ter ocorrido mais em função do baixo número de linhagens do que devido a uma tendência do CM. Das dez linhagens superiores em PG, apenas duas foram comuns e também se destacaram entre as dez melhores em %OL, ambas pertencentes às LP (USP 93-1042 , com 22,42%) e LSP (USP 94-1044, com 22,33%). Para este grupo de linhagens, o teor de óleo decresceu com o aumento do CM. Resultados similares foram obtidos por Rocha (1998). Este caráter também apresentou interação G x E menos complexa, quando comparado aos caracteres PG e PO, já que suas magnitudes para a $SQ_{G \times E}$ foram sempre menores e os modelos selecionados na análise AMMI sempre envolveram um baixo número de eixos (CPI1 ou no máximo o CPI2).

A análise de correlação mostrou que os parâmetros que avaliam a estabilidade (ω_i , s^2d_i e A_i) para as três metodologias comparadas ordenaram as linhagens de forma similar, com pequenas mudanças no ordenamento de poucas linhagens determinada principalmente pelo parâmetro A_i , já que este apresentou magnitudes menores para os coeficientes de correlação obtidos com ω_i e s^2d_i , comparado com aqueles obtidos entre ω_i e s^2d_i , de forma que as correlações não foram tão perfeitas ($r = 1,00$), mas podem ser consideradas altas, sugerindo que estes parâmetros pertencem a um mesmo conceito de estabilidade, provavelmente o conceito tipo 3 preconizado por Lin et al. (1986).

Os baixos valores percentuais explicados pelos componentes principais em relação à $SQ_{G \times E}$ têm sido, em muitos casos, motivo de conclusões equivocadas, no sentido da análise ter limitações para a interpretação e não ser efetiva. É pertinente comentar que a ACP utilizada para diagnosticar a interação G x E na análise AMMI apresenta uma abordagem um pouco diferente daquela comumente verificada para estudos de divergência entre genótipos. O conceito de padrão e ruído inerente à análise AMMI é a grande diferença neste enfoque e deve ser melhor explorado, pois em certos casos, um baixo percentual explicado pelo CPI pode ser suficiente e importante, quando a variação que este explica contém a maior parte do padrão e a variação remanescente

(não significativa) é rica em ruídos. É bom lembrar que, nem tudo que está dentro da $SQ_{G \times E}$ é importante para explicar o padrão adjacente à interação $G \times E$; isto depende muito da precisão experimental na obtenção das médias utilizadas para a análise, principalmente do nível de influência de fatores micro-ambientais, que pode determinar uma menor ou maior presença de ruídos nos dados; como também da estrutura da interação $G \times E$ determinada pelos genótipos com os ambientes.

Os resultados do presente trabalho mostraram que mesmo explicando abaixo de 50% (LI e LST) da variação total da $SQ_{G \times E}$, esta variação mostrou ser importante em termos de padrão, sendo suficiente para descrever o comportamento dos genótipos com os ambientes. No caso das LP e LSP, para as quais a seleção recaiu muito em cima de modelos que englobavam quatro CPIs, o uso de modelos reduzidos (CPI1 e CPI2) e a interpretação pelos *biplots* AMMI1 e AMMI2 foi suficiente para descrever o comportamento da interação padrão para este grupo de linhagens e ambientes, sendo que suas relações adaptativas foram melhor interpretadas com o auxílio das médias e interações preditas pelos modelos AMMI selecionados.

Os resultados da análise de correlação entre os parâmetros que avaliam a estabilidade foram similares quanto ao ordenamento das linhagens. No entanto, as metodologias diferiram quanto à precisão, explicação e informação sobre a interação $G \times E$ e a adaptabilidade das linhagens com os ambientes.

O método da ecovalência pode ser usado com o auxílio das médias 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, sendo indicado principalmente quando se dispõe de poucos genótipos e ambientes.

O método de Eberhart & Russel (1966) baseado na regressão linear é indicado quando o objetivo é avaliar a adaptabilidade e a estabilidade e, simultaneamente, obter informações adicionais sobre recomendações de genótipos para determinados ambientes. Este método é eficiente quando o comportamento dos materiais tende a ser linear com os ambientes. Para casos onde isso não ocorra, Lin et al. (1986) reiteram que o modelo de regressão linear para estimar a estabilidade não é apropriado e outras alternativas devem

ser investigadas. Isto foi confirmado no presente trabalho. Gauch (1990) comenta que a vantagem da regressão linear sobre outros métodos diminui com o tamanho do grupo de dados. Segundo Duarte & Vencovsky (1999), a despeito das críticas feitas por diversos autores a esse método com relação à falta de independência entre a variável dependente (média do caráter) e o índice ambiental (Lin et al., 1986 e Crossa, 1990), essa pressuposição do método parece não ter muita relevância quando o número de genótipos é grande. No presente trabalho, este aspecto pode ter tido maior relevância para as LST, nas quais o número de linhagens era relativamente baixo.

O uso da análise AMMI é recomendado para estudos de adaptabilidade e estabilidade, com um interesse adicional na identificação de relações importantes no discernimento das verdadeiras causas da interação $G \times E$ em si (Duarte & Vencovsky, 1999). Isto é particularmente importante quando não se têm medidas sobre variáveis ambientais externas que contribuem para as interações $G \times E$ (Vargas et al., 2001). Vários autores têm recomendado o método AMMI para analisar experimentos regionais e internacionais, os quais envolvem muitos dados (Zobel et al., 1988; Gauch, 1990 e Yau, 1995). No entanto, este método tem mostrado também ser eficiente mesmo nos casos em que o número de genótipos é baixo (Ariyo, 1998). Neste sentido, no presente trabalho, isso foi comprovado, particularmente, no caso das LST. Este método foi mais informativo, pois explicou melhor a interação $G \times E$ e as relações adaptativas das linhagens com os ambientes de forma mais precisa e específica, quando comparado aos métodos da ecovalência e de regressão linear de Eberhart & Russel (1966). Assim, os objetivos do presente trabalho foram melhor atendidos pelo método AMMI.

5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nesta pesquisa permitem as seguintes conclusões:

- a) O efeito de ambientes foi mais importante do que o efeito da interação genótipos x ambientes (G x E), e este mais importante do que o efeito de genótipos (linhagens).
- b) A magnitude da interação G x E para a produtividade de grãos (PG) e a produtividade de óleo (PO) foi maior do que para a porcentagem de óleo (%OL), indicando que este último caráter foi mais estável.
- c) As linhagens precoces e semiprecoces foram mais adaptadas, mas exibiram interações G x E mais complexas e foram mais instáveis do que as linhagens intermediárias e semitardias.
- d) As linhagens intermediárias associaram alta adaptabilidade com estabilidade média para PG e PO, ao contrário das linhagens precoces, semiprecoces e semitardias, nas quais a alta adaptabilidade esteve sempre associada com baixa estabilidade.
- e) Os anos agrícolas associados com o local Anhembi e ESALQ foram mais favoráveis que os ambientes relacionados com o local Areão, mas estes apresentaram maior previsibilidade (estabilidade).
- f) A seleção de linhagens com média e previsibilidade altas foi mais difícil para a %OL do que para PG e PO, em decorrência das correlações negativas entre as médias e os parâmetros de estabilidade; a utilização desses parâmetros em conjunto mostrou-se mais eficiente na seleção simultânea para adaptabilidade e estabilidade;

- g) A seleção para estabilidade deve envolver apenas um dos parâmetros; já a seleção simultânea para adaptabilidade e estabilidade requer associar um parâmetro de estabilidade com outro de adaptabilidade.
- h) As metodologias foram similares quanto ao ordenamento das linhagens; no entanto, diferiram quanto à precisão, explicação e informação sobre a interação $G \times E$ e a adaptabilidade das linhagens.
- i) O método da ecovalência pode ser utilizado para selecionar para estabilidade e, quando associado com a média, também para adaptabilidade, sempre que o melhorista não esteja interessado em obter informações adicionais sobre recomendações de genótipos para ambientes específicos.
- j) A regressão linear de Eberhart & Russel foi mais influenciada pelos efeitos ambientais do que pelos efeitos da interação $G \times E$, não explicando satisfatoriamente o comportamento das linhagens.
- l) O padrão adjacente à interação $G \times E$ foi baixo e a presença de ruídos foi alta, evidenciando que apenas parte da variação total observada para a interação $G \times E$ foi importante para explicar o comportamento das linhagens.
- m) A interpretação gráfica da análise AMMI através dos *biplots* AMMI1 e AMMI2, para modelos que incluem mais de dois eixos, foi eficiente em explicar a estabilidade das linhagens e os ambientes; no entanto, a adaptabilidade foi melhor compreendida com o auxílio das médias preditas para linhagens e ambientes pelo modelo selecionado.
- n) O método AMMI foi mais eficiente do que os métodos da ecovalência e da regressão linear de Eberhart & Russel, pois permitiu analisar com mais detalhes os efeitos da interação $G \times E$, ganhando por essa via, precisão e melhorando o processo de seleção.
- o) As linhagens que reuniram mais adaptabilidade com estabilidade para PG e PO dentro de cada ciclo de maturação foram: USP 94-1086 (precoce), USP 93-2316 (semiprecoce), USP 93-5243 (intermediária) e USP 93-5684 (semitardia).

ANEXOS

Tabela 1. Testemunhas Precoces: quadrados médios obtidos na análise de variância conjunta, média geral e coeficiente de variação (C.V.) referentes aos caracteres número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembí), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Fontes de Variação		GL	Quadrados Médios						
			NDM	APM	Ac ^a	VA ^a	PG	%OL	PO
			dias	cm	nota	nota	Kg/ha	%	Kg/ha
ANOS AGRÍCOLAS: 1996/97, 1997/98 e 1998/99									
Conjuntos (C)/L/A	:		5,83 ^{ns}	35,71 ^{ns}	0,0074 ^{ns}	0,0253 ^{ns}	86248 ^{ns}	2,5926 ^{ns}	4501 ^{ns}
Anos (A)	:		291,52 ^{ns}	713,27 ^{ns}	0,0294 ^{ns}	0,1873 ^{ns}	6711132 ^{ns}	21,8376 ^{ns}	342026 ^{ns}
Locais (L)	:		214,08 ^{ns}	3322,94**	0,1022 ^{ns}	0,2375 ^{ns}	13371419 ^{ns}	16,3161 ^{ns}	551800 ^{ns}
Testemunhas (T)	:		895,69**	11309,01**	0,3896**	1,0667**	12334979**	2,5607 ^{ns}	607637**
C x T	:		2,86 ^{ns}	83,86 ^{ns}	0,0038 ^{ns}	0,0018 ^{ns}	163746 ^{ns}	0,6490 ^{ns}	4088 ^{ns}
A x L	:		409,23**	1080,30**	0,0552 ^{ns}	0,0754 ^{ns}	3110677*	23,7249**	120592 ^{ns}
T x A	:		30,87 ^{ns}	465,88**	0,0157 ^{ns}	0,0287 ^{ns}	617766 ^{ns}	0,6061 ^{ns}	31865 ^{ns}
T x L	:		26,57 ^{ns}	154,27 ^{ns}	0,0093 ^{ns}	0,0788 ^{ns}	240127 ^{ns}	2,6781 ^{ns}	17031 ^{ns}
T x A x L	1:		43,36**	79,63 ^{ns}	0,0233 ^{ns}	0,0521 ^{ns}	659035**	2,3489*	38233**
Resíduo médio	9:		3,86	57,81	0,0131	0,0333	159567	1,1965	7759
Média Geral			119,98	89,64	1,32	3,35	2042	22,07	447
C.V. (%)			1,64	8,54	8,56	9,38	19,56	4,96	19,70
ANO AGRÍCOLA: 1999/00									
Conjuntos (C)/L	:		4,64 ^{ns}	300,58 ^{ns}	0,0186 ^{ns}	0,0025 ^{ns}	4713 ^{ns}	7,8116 ^{ns}	1553 ^{ns}
Locais (L)	:		375,64**	2406,08*	0,2539*	0,0507*	12639894**	24,2774 ^{ns}	775207**
Testemunhas (T)	:		98,74**	4222,92**	0,1682**	0,0419**	79877 ^{ns}	2,4637 ^{ns}	1458 ^{ns}
C x T	:		2,52 ^{ns}	24,05 ^{ns}	0,0152 ^{ns}	0,0128 ^{ns}	195069 ^{ns}	4,0598 ^{ns}	7589 ^{ns}
T x L	:		20,62**	164,83*	0,0232 ^{ns}	0,0119 ^{ns}	254248 ^{ns}	9,2411 ^{ns}	20026 ^{ns}
Resíduo médio	3:		5,59	61,88	0,0165	0,0091	166999	10,2953	13178
Média Geral			122,10	104,21	1,74	3,45	2704	21,09	579
C.V. (%)			1,94	7,55	8,65	4,80	15,11	5,21	19,81

a: análise realizada com dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$, com x = 1 a 5.

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

Tabela 2. Testemunhas Semiprecoces: quadrados médios obtidos na análise de variância conjunta, média geral e coeficiente de variação (C.V.) referentes aos caracteres número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembí), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios						
		NDM	APM	Ac ^a	VA ^a	PG	%OL	PO
		Dias	Cm	nota	nota	Kg/ha	%	Kg/ha
ANOS AGRÍCOLAS: 1996/97, 1997/98 e 1998/99								
Conjuntos (C)/L/A	1	2,28 ^{ns}	73,33 ^{ns}	0,0053 ^{ns}	0,0109 ^{ns}	184377 ^{ns}	0,5522 ^{ns}	7063 ^{ns}
Anos (A)	2	1303,45*	4340,72 ^{ns}	0,0349 ^{ns}	0,0240 ^{ns}	3754968 ^{ns}	18,7554 ^{ns}	258999 ^{ns}
Locais (L)	2	855,62 ^{ns}	869,63 ^{ns}	0,1001 ^{ns}	0,0704 ^{ns}	20620118 ^{ns}	5,6975 ^{ns}	817526 ^{ns}
Testemunhas (T)	3	438,59**	22366,00**	0,0653 ^{ns}	0,0848 ^{ns}	768733 ^{ns}	19,2259*	77029 ^{ns}
C x T	6	1,39 ^{ns}	77,96 ^{ns}	0,0029 ^{ns}	0,0113 ^{ns}	205668 ^{ns}	0,6329 ^{ns}	5753 ^{ns}
A x L	4	124,97**	1388,21**	0,0562 ^{ns}	0,0990 ^{ns}	5738062 ^{ns}	39,6775**	193422 ^{ns}
T x A	6	42,89 ^{ns}	283,76*	0,0144 ^{ns}	0,1740 ^{ns}	2569588 ^{ns}	2,8215 ^{ns}	195603 ^{ns}
T x L	6	10,78 ^{ns}	167,05 ^{ns}	0,0145 ^{ns}	0,0240 ^{ns}	1603330 ^{ns}	0,7749 ^{ns}	73973 ^{ns}
T x A x L	12	16,31**	64,17 ^{ns}	0,0219**	0,1389**	2253599**	1,3995**	98906**
Resíduo médio	13	2,73	55,02	0,0056	0,0128	210256	0,5163	10341
Média Geral		130,55	78,94	1,13	3,95	2861	20,81	596
C.V. (%)		1,27	9,40	5,88	5,38	16,03	3,45	17,06
ANO AGRÍCOLA: 1999/00								
Conjuntos (C)/L	1	4,33 ^{ns}	10,56 ^{ns}	0,0129 ^{ns}	0,0089 ^{ns}	205672 ^{ns}	0,2971 ^{ns}	7303 ^{ns}
Locais (L)	2	567,75**	1674,77*	0,0463 ^{ns}	0,1293*	18949209**	35,2499**	1058754**
Testemunhas (T)	3	387,64**	5071,02**	0,0391*	0,0142*	821116**	12,1571**	60896**
C x T	6	1,86 ^{ns}	33,58 ^{ns}	0,0135 ^{ns}	0,0042 ^{ns}	33036 ^{ns}	1,3050 ^{ns}	8468 ^{ns}
T x L	6	13,14**	168,60 ^{ns}	0,0173 ^{ns}	0,0096 ^{ns}	617925**	1,4435 ^{ns}	56365**
Resíduo médio	3	2,85	82,57	0,0128	0,0046	137662	1,7623	10702
Média Geral		129,12	92,27	1,26	3,80	2677	21,01	574
C.V. (%)		1,31	9,85	8,58	3,26	13,86	6,32	18,03

a: análise realizada com dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$, com x = 1 a 5.

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

Tabela 3. Testemunhas Intermediárias: quadrados médios obtidos na análise de variância conjunta (Anos agrícolas: 1996/97, 1997/98, 1998/99 e 1999/00), média geral e coeficiente de variação (C.V.) referentes aos caracteres número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembí), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios					
--------------------	----	------------------	--	--	--	--	--

		NDM	APM	Ac ^a	VA ^a	PG	%OL	PO
		dias	Cm	nota	nota	Kg/ha	%	Kg/ha
Conjuntos (C)/L/A	1	7,06 ^{ns}	34,57 ^{ns}	0,0088 ^{ns}	0,0183 ^{ns}	349238 ^{ns}	1,4741 ^{ns}	16601 ^{ns}
Anos (A)	2	957,58*	5509,77*	0,3656 ^{ns}	0,0446 ^{ns}	180326 ^{ns}	54,3215 ^{ns}	50404 ^{ns}
Locais (L)	2	400,42 ^{ns}	4098,68 ^{ns}	0,4328*	0,0495 ^{ns}	13826173 ^{ns}	10,8351 ^{ns}	484150 ^{ns}
Testemunhas (T)	2	1404,03**	7708,83**	0,2425**	0,1148 ^{ns}	1798344 ^{ns}	81,3013**	110630 ^{ns}
C x T	6	2,72 ^{ns}	39,81 ^{ns}	0,0054 ^{ns}	0,0130 ^{ns}	292881 ^{ns}	0,1762 ^{ns}	11074 ^{ns}
A x L	6	147,48*	927,40**	0,0791*	0,1612**	5824487**	14,1805**	256575**
T x A	6	70,08 ^{ns}	297,40*	0,0208 ^{ns}	0,1279**	1975192**	2,2467 ^{ns}	69170**
T x L	6	73,69 ^{ns}	44,61 ^{ns}	0,0288 ^{ns}	0,0121 ^{ns}	497797 ^{ns}	3,2110 ^{ns}	23982 ^{ns}
T x A x L	18	44,59**	89,61 ^{ns}	0,0277*	0,0348**	250851 ^{ns}	1,8015*	12823 ^{ns}
Resíduo médio	147	5,76	78,90	0,0162	0,0141	233935	1,0552	8733
Média Geral		138,95	90,30	1,50	3,36	2177	18,80	412
C.V. (%)		1,73	9,84	9,06	6,06	22,22	5,46	22,68

a: análise realizada com dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$, com x = 1 a 5.

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

ns: não significativo pelo teste F.

Tabela 4. Testemunhas Semitardias: quadrados médios obtidos na análise de variância conjunta (Ano agrícola: 1996/97), média geral e coeficiente de variação (C.V.) referentes aos caracteres número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96 (Anhembi), 12/11/96 (Areão), 06/11/96 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios						
		NDM	APM	Ac ^a	VA ^a	PG	%OL	PO
		dias	Cm	nota	nota	Kg/ha	%	Kg/ha
Conjuntos (C)/L	3	4,69 ^{ns}	144,27 ^{ns}	0,0514 ^{ns}	0,0317 ^{ns}	13522 ^{ns}	0,3339 ^{ns}	1454 ^{ns}
Locais (L)	2	100,02*	1144,27 ^{ns}	0,1044 ^{ns}	0,1956 ^{ns}	7447413**	0,4343 ^{ns}	270937**
Testemunhas (T)	3	32,30**	1075,69**	0,0623**	0,0216 ^{ns}	795951*	3,0744*	31265*
C x T	3	0,41 ^{ns}	26,39 ^{ns}	0,0138 ^{ns}	0,0103 ^{ns}	120845 ^{ns}	0,0136 ^{ns}	4452 ^{ns}
L x T	6	20,21**	47,05 ^{ns}	0,0123 ^{ns}	0,0057 ^{ns}	364929 ^{ns}	1,5599 ^{ns}	16507 ^{ns}
Resíduo médio	30	2,28	40,80	0,0132	0,0178	240134	0,8691	9486
Média Geral		142,98	92,29	1,47	2,91	1637	19,25	316
C.V. (%)		1,06	6,92	8,23	7,27	29,94	4,84	30,77

a: análise realizada com dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$, com x = 1 a 5.

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

ns: não significativo pelo teste F.

Tabela 5. Linhagens Precoces: quadrados médios obtidos na análise de variância individual em blocos ao acaso, média geral e coeficiente de variação (C.V.) referentes aos caracteres número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios						
		NDM	APM	Ac ^a	VA ^a	PG	%OL	PO
		dias	cm	nota	nota	Kg/ha	%	Kg/ha
Ambiente: ANHEMBI 96/97								
Repetições (R)	1	6,15 ^{ns}	279,36**	0,0081 ^{ns}	0,1801**	523221**	8,8512**	175306**
Linhagens (G)	42	5,59**	118,04**	0,0206*	0,0933**	1056186**	2,2250**	49341**
Resíduo	42	2,65	26,97	0,0106	0,0119	282026	0,6632	12970
Média Geral		120,17	88,89	1,52	2,62	2181	21,12	462
C.V.(%)		1,37	5,84	7,31	6,23	24,35	3,85	24,65
Ambiente: AREÃO 96/97								
Repetições (R)	1	24,60**	615,12**	0,0116 ^{ns}	0,0396 ^{ns}	69086 ^{ns}	95,1092**	5408 ^{ns}
Linhagens (G)	42	11,29**	268,15**	0,0528**	0,0427**	121235**	3,7009 ^{ns}	8184**
Resíduo	42	2,10	44,28	0,0199	0,0204	54318	2,6584	2810
Média Geral		119,23	97,44	1,64	3,28	1493	21,55	324
C.V.(%)		1,18	6,83	9,71	7,37	15,61	7,56	16,37
Ambiente: ESALQ 96/97								
Repetições (R)	1	15,07 ^{ns}	61,96 ^{ns}	0,0052 ^{ns}	0,0622 ^{ns}	76056 ^{ns}	0,1507 ^{ns}	6596 ^{ns}
Linhagens (G)	42	35,20**	288,67**	0,0871**	0,1218**	1139216**	3,7074**	49168**
Resíduo	42	5,14	49,77	0,0361	0,0382	252956	0,5710	9797
Média Geral		125,49	103,27	2,01	2,75	2476	19,33	483
C.V.(%)		1,81	6,83	12,13	10,98	20,87	3,91	20,47
Ambiente: ANHEMBI 97/98								
Repetições (R)	1	9,60 ^{ns}	721,06**	0,0046 ^{ns}	0,0142 ^{ns}	77221 ^{ns}	0,2857 ^{ns}	2980 ^{ns}
Linhagens (G)	29	18,17**	180,54**	0,0289**	0,0307 ^{ns}	228979**	1,9966**	16709**
Resíduo	29	4,05	59,89	0,0113	0,0173	91770	0,6032	6231
Média Geral		113,36	106,73	1,46	3,76	2676	22,59	606
C.V.(%)		1,77	7,25	7,63	6,40	11,32	3,44	13,01
Ambiente: AREÃO 97/98								
Repetições (R)	1	9,60 ^{ns}	224,27 ^{ns}	0,0060 ^{ns}	0,000017 ^{ns}	43740 ^{ns}	0,3420 ^{ns}	3269 ^{ns}
Linhagens (G)	29	19,12**	222,25**	0,0461*	0,017838 ^{ns}	187488 ^{ns}	2,2208**	9560 ^{ns}
Resíduo	29	4,36	73,02	0,0234	0,010800	149156	0,5375	6199
Média Geral		129,70	115,80	1,62	3,35	2504	20,90	523
C.V.(%)		1,61	7,38	10,57	5,31	15,42	3,51	15,04
Ambiente: ESALQ 97/98								
Repetições (R)	1	0,42 ^{ns}	138,02 ^{ns}	0,0019 ^{ns}	0,0174 ^{ns}	344284 ^{ns}	0,1793 ^{ns}	13086 ^{ns}
Linhagens (G)	29	5,60**	283,89**	0,0457**	0,0210**	757900**	1,9679**	32298**
Resíduo	29	1,04	99,43	0,0113	0,0086	252433	0,6049	9252
Média Geral		127,82	112,98	1,58	3,62	2877	21,07	604
C.V.(%)		0,80	8,82	7,40	4,57	17,46	3,69	15,91
Ambiente: ANHEMBI 98/99								
Repetições (R)	1	0,16 ^{ns}	4482,10**7	0,6012**	0,0513 ^{ns}	337125 ^{ns}	4,5201*	23253 ^{ns}
Linhagens (G)	27	9,54 ^{ns}	483,89*	0,0631 ^{ns}	0,0411 ^{ns}	546144 ^{ns}	2,6211**	20899 ^{ns}
Resíduo	27	8,79	228,56	0,0343	0,0321	476989	0,7419	16851
Média Geral		126,73	114,33	1,96	3,02	2451	19,35	473
C.V.(%)		2,34	13,22	11,95	9,61	27,66	4,45	27,41
Ambiente: AREÃO 98/99								
Repetições (R)	1	56,00**	297,16 ^{ns}	0,0160 ^{ns}	0,1353 ^{ns}	184288 ^{ns}	0,6007 ^{ns}	10876 ^{ns}
Linhagens (G)	27	26,57**	257,31*	0,0107 ^{ns}	0,0669 ^{ns}	431384**	1,9401**	21038**
Resíduo	27	5,70	128,60	0,0067	0,0661	140982	0,4235	7740
Média Geral		132,28	94,73	1,20	3,23	1449	22,66	328
C.V.(%)		1,80	11,97	6,30	13,42	25,92	2,87	26,85
Ambiente: ESALQ 98/99								
Repetições (R)	1	5,16*	18,28 ^{ns}	0,00003 ^{ns}	0,0038 ^{ns}	391950 ^{ns}	0,9568 ^{ns}	12221 ^{ns}
Linhagens (G)	27	10,01**	173,37 ^{ns}	0,04638**	0,0386**	336445**	1,3240**	17411**
Resíduo	27	1,01	115,06	0,01290	0,0129	116697	0,3650	5484
Média Geral		131,80	126,32	1,95	3,15	2400	22,01	528
C.V.(%)		0,76	8,49	7,30	5,39	14,23	2,74	14,02
Ambiente: ANHEMBI 99/00								
Repetições (R)	1	7,87 ^{ns}	30,01 ^{ns}	0,0482 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	1942587**	1,0560 ^{ns}	80276*
Linhagens (G)	27	25,67**	289,57**	0,0488**	0,0208**	408499*	3,0790 ^{ns}	20739 ^{ns}
Resíduo	27	5,35	78,24	0,0186	0,0062	179538	2,0357	12622
Média Geral		121,44	127,37	1,92	3,33	3535	22,68	801
C.V.(%)		1,90	6,94	8,81	4,03	11,98	6,29	14,03
Ambiente: AREÃO 99/00								
Repetições (R)	1	3,50 ^{ns}	120,07 ^{ns}	0,0076 ^{ns}	0,0013 ^{ns}	6590 ^{ns}	3,5550 ^{ns}	20 ^{ns}
Linhagens (G)	27	35,08**	273,29**	0,0358**	0,0105 ^{ns}	475387 ^{ns}	0,0071**	18028 ^{ns}
Resíduo	27	6,80	78,44	0,0124	0,0119	266548	1,2757	10315
Média Geral		123,82	107,86	1,46	3,71	2410	20,09	483
C.V.(%)		2,10	8,21	8,00	5,32	21,41	5,62	21,02
Ambiente: ESALQ 99/00								
Repetições (R)	1	23,14**	66,45 ^{ns}	7,0991 ^{ns}	0,0233 ^{ns}	348075 ^{ns}	3,5250 ^{ns}	26893 ^{ns}
Linhagens (G)	27	26,26**	371,87**	0,0879**	0,0142 ^{ns}	243098*	3,8143 ^{ns}	13372 ^{ns}
Resíduo	27	2,36	88,63	0,0244	0,0084	126967	2,1170	7064
Média Geral		129,96	137,12	2,56	3,31	1947	22,25	433
C.V.(%)		1,18	6,86	9,01	4,70	18,30	6,54	19,38

a: análise realizada com dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$, com x = 1 a 5.

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

ns: não significativo pelo teste F.

Tabela 6. Linhagens Semiprecoces: quadrados médios obtidos na análise de variância individual em blocos ao acaso, média geral e coeficiente de variação (C.V.) referentes aos caracteres número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios						
		NDM	APM	Ac ^a	VA ^a	PG	%OL	PO
		dias	cm	Nota	nota	Kg/ha	%	Kg/ha
Ambiente: ANHEMBI 96/97								
Repetições (R)	1	40,01**	0,51 ^{ns}	0,1576**	0,0849*	238989 ^{ns}	0,1600 ^{ns}	10855 ^{ns}
Linhagens (G)	62	8,81**	637,69**	0,0285**	0,0801**	919512**	1,9307**	33878**
Resíduo	62	2,07	22,52	0,0078	0,0123	201977	0,8597	8964
Média Geral		123,64	83,87	1,50	3,20	2460	20,15	493
C.V.(%)		1,16	5,66	6,27	5,80	18,27	4,60	19,21
Ambiente: AREÃO 96/97								
Repetições (R)	1	10,86 ^{ns}	216,07 ^{ns}	0,0028 ^{ns}	0,4718**	425548 ^{ns}	26,1853**	2338 ^{ns}
Linhagens (G)	62	36,74**	597,16**	0,0287**	0,0666**	193620*	1,7485*	7011*
Resíduo	62	4,28	75,75	0,0095	0,0274	107391	0,9891	4379
Média Geral		128,66	88,13	1,41	3,20	1485	19,00	282
C.V.(%)		1,61	9,87	7,08	8,66	22,07	5,23	23,48
Ambiente: ESALQ 96/97								
Repetições (R)	1	36,70**	928,28**	0,0188 ^{ns}	0,0210 ^{ns}	1348502*	51,0225**	149577**
Linhagens (G)	62	134,57**	664,92**	0,1050**	0,1226**	1694078**	3,0478**	68550**
Resíduo	62	5,00	92,54	0,0196	0,0197	206242	0,5240	8552
Média Geral		133,20	94,43	1,94	2,77	2244	19,61	444
C.V.(%)		1,68	10,19	9,09	7,84	20,24	3,69	20,80
Ambiente: ANHEMBI 97/98								
Repetições (R)	1	2,33 ^{ns}	377,19**	0,0045 ^{ns}	0,0096 ^{ns}	9483 ^{ns}	9,1608**	10693 ^{ns}
Linhagens (G)	41	18,52**	261,85**	0,0247**	0,0335*	310126*	2,6305**	16512*
Resíduo	41	2,77	51,55	0,0101	0,0165	184799	0,2276	9186
Média Geral		128,64	99,12	1,47	3,62	2717	21,86	594
C.V.(%)		1,29	7,24	7,20	6,34	15,44	2,18	16,14
Ambiente: AREÃO 97/98								
Repetições (R)	1	10,01*	867,86**	0,0112 ^{ns}	0,0059 ^{ns}	741096*	2,8050*	44812*
Linhagens (G)	41	6,83**	323,77**	0,0401**	0,0199**	406235**	1,5987**	18497**
Resíduo	41	1,52	78,83	0,0101	0,0094	156905	0,4803	6905
Média Geral		132,27	107,88	1,37	3,39	2368	20,10	477
C.V.(%)		0,93	8,23	7,41	4,93	16,73	3,45	17,41
Ambiente: ESALQ 97/98								
Repetições (R)	1	3,05 ^{ns}	312,43 ^{ns}	0,0053 ^{ns}	0,0048 ^{ns}	55800 ^{ns}	7,4882**	15520 ^{ns}
Linhagens (G)	41	12,61**	443,43**	0,0432**	0,0320**	421950 ^{ns}	1,7933**	19856*
Resíduo	41	1,39	129,31	0,0082	0,0088	255452	0,3737	10494
Média Geral		138,19	102,33	1,45	3,83	2914	20,50	597
C.V.(%)		0,88	11,11	6,53	4,52	17,34	2,98	17,14
Ambiente: ANHEMBI 98/99								
Repetições (R)	1	11,84 ^{ns}	60,84 ^{ns}	0,0660 ^{ns}	0,0660 ^{ns}	22237 ^{ns}	12,8495**	13355 ^{ns}
Linhagens (G)	37	34,92**	480,89**	0,0467**	0,0467**	425336*	2,2541**	16471*
Resíduo	37	11,49	207,60	0,0177	0,0177	226004	0,6191	9072
Média Geral		133,52	108,50	3,56	2,95	2556	18,31	469
C.V.(%)		2,54	13,28	7,19	7,20	18,60	4,30	20,31
Ambiente: AREÃO 98/99								
Repetições (R)	1	0,01 ^{ns}	308,01 ^{ns}	0,0472*	0,0371 ^{ns}	381201 ^{ns}	1,6124 ^{ns}	13436 ^{ns}
Linhagens (G)	37	36,08**	574,33**	0,0270**	0,0422**	428981**	1,1955*	21471**
Resíduo	37	5,50	96,07	0,0095	0,0124	172096	0,6063	8296
Média Geral		140,43	103,56	1,37	3,72	2103	21,98	462
C.V.(%)		1,67	9,46	7,15	5,44	19,72	3,54	19,72
Ambiente: ESALQ 98/99								
Repetições (R)	1	22,12*	3,37 ^{ns}	0,0088 ^{ns}	0,0103 ^{ns}	486000 ^{ns}	3,0922**	12725 ^{ns}
Linhagens (G)	37	45,97**	628,23**	0,0323**	0,0203**	302077 ^{ns}	0,6225*	15363 ^{ns}
Resíduo	37	3,68	136,83	0,0085	0,0055	254740	0,3001	12528
Média Geral		138,85	112,42	1,87	3,11	2501	22,07	552
C.V.(%)		1,38	10,40	6,00	3,90	20,18	2,48	20,28
Ambiente: ANHEMBI 99/00								
Repetições (R)	1	0,64 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,0863*	4,6688 ^{ns}	224161 ^{ns}	7,8529**	643 ^{ns}
Linhagens (G)	37	63,37**	603,17**	0,0729**	0,0204**	853594**	3,6903**	44940**
Resíduo	37	4,10	133,26	0,0179	0,0064	105774	0,9682	6162
Média Geral		129,28	116,68	1,81	3,55	2852	21,86	625
C.V.(%)		1,57	9,89	8,87	3,98	11,40	4,50	12,56
Ambiente: AREÃO 99/00								
Repetições (R)	1	0,01 ^{ns}	212,22 ^{ns}	0,0358*	2,7373 ^{ns}	305055 ^{ns}	0,4335 ^{ns}	9158 ^{ns}
Linhagens (G)	37	30,74**	454,23**	0,0325**	0,0173*	308787*	1,5008*	12312**
Resíduo	37	2,04	55,25	0,0056	0,0086	149285	0,6971	5640
Média Geral		129,49	102,46	1,40	3,38	1590	20,07	319
C.V.(%)		1,10	7,25	5,47	4,71	24,29	4,16	23,57
Ambiente: ESALQ 99/00								
Repetições (R)	1	6,37 ^{ns}	84,21 ^{ns}	0,0082 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	601284 ^{ns}	1,3770 ^{ns}	33306 ^{ns}
Linhagens (G)	37	66,62**	519,93**	0,0556**	0,0179*	466430**	3,0919*	24720**
Resíduo	37	7,12	113,99	0,0188	0,0096	172750	1,5184	9532
Média Geral		140,65	122,92	2,03	3,20	1775	22,63	402
C.V.(%)		1,90	8,69	8,68	5,11	23,41	5,44	24,30

a: análise realizada com dados transformados para $\sqrt{x+Q5}$, com $x = 1$ a 5.

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

ns: não significativo pelo teste F.

Tabela 7. Linhagens Intermediárias: quadrados médios obtidos na análise de variância individual em blocos ao acaso, média geral e coeficiente de variação (C.V.) referentes aos caracteres número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Fontes de Variação		GL	Quadrados Médios						
			NDM	APM	Ac ^a	VA ^a	PG	%OL	PO
			dias	cm	nota	nota	Kg/ha	%	Kg/ha
Ambiente: ANHEMBI 96/97									
Repetições (R)	1	2,00 ^{ns}	43,11 ^{ns}	0,1419**	0,0718*	1674 ^{ns}	5,9512*	5343 ^{ns}	
Linhagens (G)	48	4,31 ^{ns}	571,39**	0,0436**	0,0346**	605236*	1,6132 ^{ns}	21022**	
Resíduo	48	3,42	43,11	0,0176	0,0170	341386	1,1757	10349	
Média Geral		133,82	91,38	1,86	3,09	2550	17,63	449	
C.V.(%)		1,38	7,18	8,70	6,91	22,90	6,15	22,63	
Ambiente: AREÃO 96/97									
Repetições (R)	1	1,02 ^{ns}	44,45 ^{ns}	0,0020 ^{ns}	0,0363 ^{ns}	59759 ^{ns}	5,4780*	5586 ^{ns}	
Linhagens (G)	48	45,36**	621,00**	0,0394*	0,0757**	538055**	2,7569**	20748**	
Resíduo	48	3,50	146,74	0,0211	0,0181	167424	0,7607	6632	
Média Geral		137,55	79,45	1,45	2,79	1354	18,73	257	
C.V.(%)		1,36	15,25	10,46	7,47	30,21	4,66	31,07	
Ambiente: ESALQ 96/97									
Repetições (R)	1	25,51*	493,88*	0,0770 ^{ns}	0,0739 ^{ns}	153 ^{ns}	25,3675**	12157 ^{ns}	
Linhagens (G)	48	74,02**	584,21**	0,1124**	0,0920**	1251793**	2,2161**	53260**	
Resíduo	48	4,76	77,73	0,0277	0,0235	157093	0,4537	6546	
Média Geral		139,73	94,08	2,05	2,42	2429	19,40	474	
C.V.(%)		1,56	9,37	10,55	9,06	16,32	3,47	17,05	
Ambiente: ANHEMBI 97/98									
Repetições (R)	1	14,02 ^{ns}	96,27 ^{ns}	0,0447*	0,0447*	238140 ^{ns}	19,3347**	43022*	
Linhagens (G)	29	12,44 ^{ns}	274,56**	0,0174*	0,0174*	427114*	1,4846 ^{ns}	19989*	
Resíduo	29	8,53	95,09	0,0084	0,0084	192771	0,9327	8413	
Média Geral		139,12	104,83	1,32	1,32	2287	20,08	461	
C.V.(%)		2,10	9,30	6,82	6,82	19,19	4,81	19,91	
Ambiente: Areão 97/98									
Repetições (R)	1	7,35 ^{ns}	336,07 ^{ns}	0,0072 ^{ns}	0,0350 ^{ns}	405082 ^{ns}	3,8355 ^{ns}	27869 ^{ns}	
Linhagens (G)	29	51,11**	336,87*	0,0395**	0,0216*	464708 ^{ns}	2,5841*	19907 ^{ns}	
Resíduo	29	9,80	169,86	0,0141	0,0105	290664	1,0840	11879	
Média Geral		143,15	110,67	1,44	3,14	1822	19,64	359	
C.V.(%)		2,19	11,78	8,57	5,37	29,60	5,30	30,38	
Ambiente: ESALQ 97/98									
Repetições (R)	1	1,07 ^{ns}	88,82 ^{ns}	0,0517 ^{ns}	0,0149 ^{ns}	37750 ^{ns}	0,0008 ^{ns}	2151 ^{ns}	
Linhagens (G)	29	15,13**	774,92**	0,0707**	0,0215**	636280**	1,7351**	28871**	
Resíduo	29	1,65	89,19	0,0153	0,0075	261277	0,2337	10322	
Média Geral		139,37	115,78	1,72	3,70	2925	20,61	603	
C.V.(%)		0,92	8,16	8,36	4,23	17,47	2,34	16,84	
Ambiente: ANHEMBI 98/99									
Repetições (R)	1	18,96 ^{ns}	1075,57**	0,0769*	0,0010 ^{ns}	152801 ^{ns}	0,0193 ^{ns}	5938 ^{ns}	
Linhagens (G)	26	68,37**	395,14**	0,1043**	0,0373*	368465 ^{ns}	1,7943**	14773 ^{ns}	
Resíduo	26	10,85	65,27	0,0169	0,0165	304001	0,6794	12488	
Média Geral		145,63	115,13	2,37	3,04	2238	19,69	440	
C.V.(%)		2,26	7,02	7,75	6,87	24,63	4,18	25,35	
Ambiente: AREÃO 98/99									
Repetições (R)	1	58,07**	647,57*	0,0177 ^{ns}	0,0149 ^{ns}	1036118*	4,9565**	32143 ^{ns}	
Linhagens (G)	26	48,53**	480,62**	0,0551**	0,0524**	649253**	0,9467*	31331**	
Resíduo	26	2,38	101,03	0,0092	0,0189	172382	0,4687	7771	
Média Geral		150,96	115,20	1,66	3,39	2316	21,91	506	
C.V.(%)		1,02	8,72	6,57	7,00	17,93	3,12	17,41	
Ambiente: ESALQ 98/99									
Repetições (R)	1	1,50 ^{ns}	2,67 ^{ns}	0,0293 ^{ns}	0,0084 ^{ns}	154668 ^{ns}	0,3834 ^{ns}	6490 ^{ns}	
Linhagens (G)	26	52,13**	824,07**	0,0508**	0,0424**	823668 ^{ns}	1,0418*	40078 ^{ns}	
Resíduo	26	6,77	97,90	0,0094	0,0061	448887	0,5123	23824	
Média Geral		148,05	128,04	2,31	2,93	2329	22,09	515	
C.V.(%)		1,76	7,73	5,84	4,24	28,76	3,24	29,97	
Ambiente: ANHEMBI 99/00									
Repetições (R)	1	4,74*	58,07 ^{ns}	0,0057 ^{ns}	0,0018 ^{ns}	137007 ^{ns}	6,2220*	188 ^{ns}	
Linhagens (G)	26	32,65**	625,20**	0,0828**	0,0160 ^{ns}	331099*	2,9525*	18861*	
Resíduo	26	1,05	89,77	0,0135	0,0094	152402	1,2633	7820	
Média Geral		137,85	125,30	2,11	3,38	2957	22,11	654	
C.V.(%)		0,74	7,56	7,26	4,94	13,20	5,08	13,52	
Ambiente: AREÃO 99/00									
Repetições (R)	1	2,16 ^{ns}	66,67 ^{ns}	0,0018 ^{ns}	0,0274*	709557**	12,0417**	55002**	
Linhagens (G)	26	13,43**	416,19**	0,0348**	0,0157*	319249**	2,6294*	14227**	
Resíduo	26	2,61	76,40	0,0108	0,0063	89515	1,3088	4687	
Média Geral		133,22	113,33	1,65	3,48	1783	20,51	366	
C.V.(%)		1,21	7,71	7,13	3,98	16,77	5,58	18,68	
Ambiente: ESALQ 99/00									
Repetições (R)	1	18,96 ^{ns}	109,80 ^{ns}	0,0775*	0,0760 ^{ns}	212817 ^{ns}	11,0795**	24343*	
Linhagens (G)	26	27,08**	618,17 ^{ns}	0,0875**	0,0411 ^{ns}	692871**	2,3318**	26769**	
Resíduo	26	5,35	351,10	0,0168	0,0219	145874	0,7984	5302	
Média Geral		147,81	133,22	2,99	2,88	1585	20,29	320	
C.V.(%)		1,56	14,01	6,98	8,09	24,10	4,40	22,77	

a: análise realizada com dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$, com $x = 1$ a 5 .

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

ns: não significativo pelo teste F.

Tabela 8. Linhagens Semitardias: quadrados médios obtidos na análise de variância individual em blocos ao acaso, média geral e coeficiente de variação (C.V.) referentes aos caracteres número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios						
		NDM dias	APM cm	Ac ^a nota	VA ^a nota	PG Kg/ha	%OL %	PO Kg/ha
Ambiente: ANHEMBI 96/97								
Repetições (R)	1	10,24 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,0015 ^{ns}	0,0038 ^{ns}	550466 ^{ns}	5,0796**	11365 ^{ns}
Linhagens (G)	32	24,81**	199,24**	0,0434**	0,0370**	627923*	2,9461**	27733**
Resíduo	32	3,43	28,50	0,0175	0,0154	336451	0,3730	11089
Média Geral		142,18	101,44	1,94	3,04	2285	18,50	425
C.V.(%)		1,30	5,26	8,53	6,62	25,00	3,30	24,77
Ambiente: AREÃO 96/97								
Repetições (R)	1	4,91 ^{ns}	1230,68**	0,0190 ^{ns}	0,1092*	596600**	0,0662 ^{ns}	20415**
Linhagens (G)	32	111,64**	439,80**	0,0388**	0,1231**	353094**	2,2772 ^{ns}	14987**
Resíduo	32	6,16	87,71	0,0126	0,0204	36335	1,5860	1427
Média Geral		142,15	85,98	1,54	2,22	769	19,09	149
C.V.(%)		1,74	10,89	7,89	8,78	24,75	6,60	25,33
Ambiente: ESALQ 96/97								
Repetições (R)	1	3,41 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,00008 ^{ns}	0,0004 ^{ns}	376518 ^{ns}	18,5606**	37672*
Linhagens (G)	32	100,90**	196,19**	0,06526*	0,0633**	1857660**	2,8907**	81151**
Resíduo	32	3,81	69,91	0,03538	0,0108	181058	0,8665	8483
Média Geral		144,89	101,29	2,46	1,98	1582	19,54	316
C.V.(%)		1,35	8,25	11,00	6,65	26,90	4,84	29,18
Ambiente: ANHEMBI 97/98								
Repetições (R)	1	4,00 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,0090 ^{ns}	0,0262*	209306 ^{ns}	0,2970 ^{ns}	11277 ^{ns}
Linhagens (G)	7	12,86**	233,96*	0,0051 ^{ns}	0,0348**	1034749*	1,4688**	42797*
Resíduo	7	1,43	46,25	0,0090	0,0022	261635	0,1844	8392
Média Geral		146,00	101,87	1,12	3,41	2491	19,34	483
C.V.(%)		0,82	6,67	7,48	2,41	20,54	2,22	18,97
Ambiente: AREÃO 97/98								
Repetições (R)	1	33,06*	18,06 ^{ns}	7,8886**	0,0214 ^{ns}	31064 ^{ns}	0,1936 ^{ns}	723 ^{ns}
Linhagens (G)	7	9,56 ^{ns}	163,42 ^{ns}	0,0221 ^{ns}	0,0283 ^{ns}	418638*	0,9469*	18570**
Resíduo	7	3,49	146,78	0,0284	0,0318	61875	0,1713	2292
Média Geral		157,19	106,69	1,37	2,25	826	19,39	162
C.V.(%)		1,19	11,35	12,38	10,81	30,13	2,13	29,49
Ambiente: ESALQ 97/98								
Repetições (R)	1	3,06 ^{ns}	105,06 ^{ns}	0,0839*	0,0148 ^{ns}	194701 ^{ns}	1,2432 ^{ns}	4074 ^{ns}
Linhagens (G)	7	45,99**	298,92 ^{ns}	0,0156 ^{ns}	0,0101 ^{ns}	293544*	1,0080 ^{ns}	13492*
Resíduo	7	2,49	79,49	0,0099	0,0041	72519	0,5002	3077
Média Geral		151,81	114,44	1,84	3,69	2782	21,22	589
C.V.(%)		1,04	7,79	6,52	3,13	9,68	3,33	9,41
Ambiente: ANHEMBI 98/99								
Repetições (R)	1	4,57 ^{ns}	23,14 ^{ns}	0,0016 ^{ns}	0,0107 ^{ns}	959445*	0,4322 ^{ns}	37781*
Linhagens (G)	6	25,12**	320,98 ^{ns}	0,0239*	0,0157*	415574*	0,5517 ^{ns}	17556*
Resíduo	6	2,07	99,98	0,0054	0,0024	87036	0,3513	3072
Média Geral		156,14	121,28	2,18	3,25	1989	20,83	413
C.V.(%)		0,92	8,24	4,51	2,52	14,83	2,84	13,42
Ambiente: AREÃO 98/99								
Repetições (R)	1	1,78 ^{ns}	138,28 ^{ns}	0,1103*	0,1273*	303850 ^{ns}	0,1400 ^{ns}	11553 ^{ns}
Linhagens (G)	6	10,81**	423,07 ^{ns}	0,0196 ^{ns}	0,0167 ^{ns}	348774 ^{ns}	1,0980 ^{ns}	15977 ^{ns}
Resíduo	6	0,09	330,12	0,0144	0,0156	263488	0,4710	14810
Média Geral		160,21	110,57	1,39	4,03	1978	21,64	429
C.V.(%)		0,61	16,43	8,76	5,88	25,94	3,17	28,36
Ambiente: ESALQ 98/99								
Repetições (R)	1	5,78 ^{ns}	87,50 ^{ns}	0,00004 ^{ns}	0,0048 ^{ns}	391114 ^{ns}	1,5180 ^{ns}	289923 ^{ns}
Linhagens (G)	6	19,31**	512,95**	0,03309 ^{ns}	0,0203 ^{ns}	346506 ^{ns}	0,2574 ^{ns}	13533 ^{ns}
Resíduo	6	0,45	43,67	0,03206	0,0306	364531	0,4320	18065
Média Geral		159,78	126,64	1,71	3,50	2777	21,84	606
C.V.(%)		0,42	5,22	12,11	8,78	21,74	3,01	22,17
Ambiente: ANHEMBI 99/00								
Repetições (R)	1	0,28 ^{ns}	301,78 ^{ns}	0,0016 ^{ns}	0,0009 ^{ns}	54375 ^{ns}	0,0501*	142 ^{ns}
Linhagens (G)	6	1,90 ^{ns}	559,17*	0,0249 ^{ns}	0,0085 ^{ns}	229402 ^{ns}	0,8858 ^{ns}	10508 ^{ns}
Resíduo	6	0,62	108,12	0,0105	0,0085	254127	0,4832	10604
Média Geral		145,57	123,50	1,89	3,53	2707	21,74	587
C.V.(%)		0,54	8,42	6,63	4,59	18,62	3,20	17,53
Ambiente: AREÃO 99/00								
Repetições (R)	1	14,00 ^{ns}	1,14 ^{ns}	0,0480 ^{ns}	0,0125 ^{ns}	212545 ^{ns}	3,1969 ^{ns}	4549 ^{ns}
Linhagens (G)	6	23,95*	450,48**	0,0267 ^{ns}	0,0419 ^{ns}	552208 ^{ns}	3,1064 ^{ns}	26448*
Resíduo	6	5,00	38,48	0,0340	0,0185	154382	1,5530	3704
Média Geral		146,86	116,71	1,75	3,25	2022	20,35	410
C.V.(%)		1,52	5,31	12,37	7,05	19,43	6,12	14,85
Ambiente: ESALQ 99/00								
Repetições (R)	1	0,07 ^{ns}	1,94 ^{ns}	0,0072 ^{ns}	0,0163 ^{ns}	12302 ^{ns}	0,2524 ^{ns}	430 ^{ns}
Linhagens (G)	6	26,14*	411,07**	0,0115 ^{ns}	0,0267 ^{ns}	126950 ^{ns}	2,9458 ^{ns}	5615 ^{ns}
Resíduo	6	5,57	10,50	0,0068	0,0434	64806	1,3564	3117
Média Geral		156,68	122,43	2,14	2,68	997	19,11	192
C.V.(%)		1,50	2,65	5,08	11,75	25,52	6,09	29,08

a: análise realizada com dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$, com x = 1 a 5.

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

ns: não significativo pelo teste F.

Tabela 9. Linhagens Precoces e Semiprecoces: quadrados médios obtidos na análise de variância conjunta/ano em blocos ao acaso, média geral e coeficiente de variação (C.V.%) referentes aos caracteres número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembí), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Fontes de Variação		GL	Quadrados Médios						
			NDM dias	APM cm	Ac ^a nota	VA ^a Nota	PG Kg/ha	%OL %	PO Kg/ha
LINHAGENS PRECOCES									
ANO 96/97									
Locais (L)	2	978,40**	4494,03*	0,5296**	0,8683 ^{ns}	21888619*	118,7168 ^{ns}	645730*	
Repetições (R)/ L	2	15,27**	318,81**	0,0083 ^{ns}	0,0939**	1792451**	34,7037**	62433**	
Linhagens (G)	42	22,46**	458,78**	0,1045**	0,1328**	775439**	4,7747**	37891**	
G x L	84	14,81**	108,04**	0,0280 ^{ns}	0,0625**	770599**	2,4293**	34399**	
Resíduo	126	3,27	40,34	0,0222	0,0235	196433	1,2975	8525	
Média Geral		121,63	96,53	1,72	2,88	2050	20,67	423	
C.V. (%)		1,49	6,58	10,09	8,41	21,62	5,51	21,82	
ANO 97/98									
Locais (L)	2	4791,27**	1292,00 ^{ns}	0,0475*	0,1536*	2082853*	52,2684**	134644*	
Repetições (R)/ L	2	6,53 ^{ns}	361,12**	0,0042 ^{ns}	0,0105 ^{ns}	1555081 ^{ns}	0,2690 ^{ns}	6445 ^{ns}	
Linhagens (G)	25	23,41**	444,06**	0,0700**	0,0223*	549400**	5,3096**	31343**	
G x L	58	9,74**	120,91*	0,0254*	0,0237**	312484**	0,4378 ^{ns}	13612**	
Resíduo	87	3,15	77,45	0,0153	0,0122	164453	0,5819	7227	
Média Geral		123,62	111,84	1,55	3,57	2686	21,52	578,13	
C.V. (%)		1,43	7,87	8,69	5,49	15,10	3,54	14,70	
ANO 98/99									
Locais (L)	2	530,08*	14241,68 ^{ns}	1,1720 ^{ns}	0,0371 ^{ns}	17854716**	172,1281**	602212**	
Repetições (R)/ L	2	20,44*	1599,20**	0,2058**	0,0635 ^{ns}	304455 ^{ns}	2,0259*	15450 ^{ns}	
Linhagens (G)	27	29,53**	492,98**	0,0704**	0,0341 ^{ns}	491013**	4,3946**	21004**	
G x L	54	8,29*	210,80 ^{ns}	0,0249 ^{ns}	0,0563*	411480*	0,7453 ^{ns}	19172**	
Resíduo	81	5,17	157,41	0,0180	0,0363	239085	0,5101	10025	
Média Geral		130,27	111,80	1,70	3,13	2100	21,34	443,19	
C.V. (%)		1,74	11,22	9,13	10,05	23,28	3,35	22,59	
ANO 99/00									
Locais (L)	2	1082,00**	12437,75**	1,6356**	0,1813*	37410852**	107,4087**	2228233**	
Repetições (R)/ L	2	11,50 ^{ns}	72,18 ^{ns}	0,0186 ^{ns}	0,0082 ^{ns}	760812*	1,4814 ^{ns}	35377*	
Linhagens (G)	27	71,38**	561,94**	0,0888**	0,0271**	606186**	8,4746**	27550**	
G x L	54	7,81*	186,40**	0,0419**	0,0092 ^{ns}	262467 ^{ns}	0,9964 ^{ns}	12424 ^{ns}	
Resíduo	81	4,84	81,77	0,0185	0,0088	191145	1,8107	10009	
Média Geral		125,07	124,12	1,98	3,45	2630	21,67	572	
C.V. (%)		1,76	7,28	8,73	4,74	16,62	6,21	17,48	
LINHAGENS SEMIPRECOCES									
ANO 96/97									
Locais (L)	2	2883,30**	3553,06 ^{ns}	0,9731*	0,6173 ^{ns}	33015055**	41,7948 ^{ns}	1539394*	
Repetições (R)/ L	2	29,19**	381,62**	0,0597**	0,1926**	671013**	25,7893**	54257**	
Linhagens (G)	62	103,60**	1655,59**	0,1127**	0,1679**	1554989**	3,8974**	60540**	
G x L	124	38,26**	122,09**	0,0247**	0,0507**	626110**	1,4148**	24450**	
Resíduo	186	3,79	63,60	0,0123	0,0198	171870	0,7910	7298	
Média Geral		128,50	88,81	1,62	3,06	2063	19,59	406	
C.V. (%)		1,51	8,98	7,69	7,52	20,10	4,54	21,02	
ANO 97/98									
Locais (L)	2	485,87**	1550,30 ^{ns}	0,0358 ^{ns}	0,2362**	6433873*	71,1900*	393879*	
Repetições (R)/ L	2	5,13*	519,16**	0,0070 ^{ns}	0,0068 ^{ns}	268793 ^{ns}	6,4847**	23675 ^{ns}	
Linhagens (G)	42	31,11**	770,70**	0,0776**	0,0475**	508069**	4,8829**	25499**	
G x L	84	3,42**	129,17*	0,0152**	0,0189**	312789**	0,5698*	14683**	
Resíduo	122	1,89	86,56	0,0095	0,0115	196118	0,3606	8862	
Média Geral		131,37	103,11	1,43	3,61	2666	20,82	556	
C.V. (%)		1,05	9,02	7,05	5,31	16,61	2,88	16,92	
ANO 98/99									
Locais (L)	2	995,72**	1496,40*	1,0815*	0,8052*	4198188*	346,8097**	177859*	
Repetições (R)/ L	2	11,32 ^{ns}	124,07 ^{ns}	0,0595**	0,0378*	233247 ^{ns}	5,6497**	12203 ^{ns}	
Linhagens (G)	37	103,30**	1235,10**	0,0604**	0,0566**	636817**	2,5806**	29236**	
G x L	74	6,84 ^{ns}	224,17*	0,0259**	0,0263**	231374 ^{ns}	0,7607*	10580 ^{ns}	
Resíduo	111	6,89	146,83	0,0137	0,0119	228590	0,5327	10403	
Média Geral		137,60	108,16	2,27	3,26	2394	20,78	496	
C.V. (%)		1,91	11,20	8,02	5,64	19,97	3,51	20,56	
ANO 99/00									
Locais (L)	2	3222,11**	8358,03**	0,8469*	0,1503**	35315989**	131,2519**	1903571**	
Repetições (R)/ L	2	2,34 ^{ns}	98,88 ^{ns}	0,0434*	0,0002 ^{ns}	376834 ^{ns}	3,2212*	14370 ^{ns}	
Linhagens (G)	37	142,05**	1285,38**	0,1241**	0,0345**	838472**	5,8391**	41843**	
G x L	74	9,34**	145,98*	0,0185 ^{ns}	0,0106 ^{ns}	395169**	1,2220 ^{ns}	20065**	
Resíduo	111	4,42	100,84	0,0141	0,0082	142603	1,0612	7111	
Média Geral		133,14	114,02	1,75	3,37	2072	21,52	448	
C.V. (%)		1,58	8,81	7,99	4,61	18,22	4,79	18,81	

a: análise realizada com dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$, com $x = 1$ a 5.

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

ns: não significativo pelo teste F.

Tabela 10. Linhagens Intermediárias e Semitardias: quadrados médios obtidos na análise de variância conjunta/ano em blocos ao acaso, média geral e coeficiente de variação (C.V.%) referentes aos caracteres número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembí), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Fontes de Variação		GL	Quadrados Médios						
			NDM	APM	Ac ^a	VA ^a	PG	%OL	PO
			dias	Cm	nota	nota	Kg/ha	%	Kg/ha
LINHAGENS INTERMEDIÁRIAS									
ANO 96/97									
Locais (L)	2	877,81**	5940,72*	0,9419*	0,9399*	42485439**	77,8481 ^{ns}		1394732**
Repetições (R)/ L	2	9,51 ^{ns}	193,81 ^{ns}	0,0736*	0,0607*	20436 ^{ns}	12,1859**		7601 ^{ns}
Linhagens (G)	48	75,87**	1482,98**	0,1393**	0,1179**	1482783**	4,5244**		58381**
G x L	96	23,91**	146,81**	0,0280 ^{ns}	0,0422**	456246**	1,0360 ^{ns}		18339**
Resíduo	144	3,89	89,19	0,0221	0,0196	221965	0,7975		7752
Média Geral		137,03	88,30	1,79	2,77	2111	18,59		394
C.V. (%)		1,44	10,69	9,94	7,80	22,31	4,80		22,37
ANO 97/98									
Locais (L)	2	306,44**	1801,10*	0,2740 ^{ns}	0,3171 ^{ns}	18427543**	14,3741 ^{ns}		905009**
Repetições (R)/ L	2	7,48 ^{ns}	173,72 ^{ns}	0,0345*	0,0395**	226991 ^{ns}	7,7237**		24347 ^{ns}
Linhagens (G)	25	55,42**	1115,75**	0,0744**	0,0467**	947779**	3,5475**		40692**
G x L	58	11,63**	135,30 ^{ns}	0,0266**	0,0146*	290162 ^{ns}	1,1282*		14038 ^{ns}
Resíduo	87	6,66	118,05	0,0126	0,0095	248237	0,7502		10205
Média Geral		140,54	110,43	1,50	3,46	2345	20,11		474
C.V. (%)		1,84	9,84	8,00	4,92	21,25	4,31		21,30
ANO 98/99									
Locais (L)	2	385,04*	2981,71 ^{ns}	0,8052*	0,1999*	130188 ^{ns}	96,3600**		88856 ^{ns}
Repetições (R)/ L	2	126,18*	575,27**	0,0413*	0,0081 ^{ns}	447863 ^{ns}	1,7864*		14857 ^{ns}
Linhagens (G)	26	146,95**	1307,52**	0,1528**	0,0828**	771761**	2,6260**		36958**
G x L	52	11,04*	196,16**	0,0287**	0,0247*	534812*	0,5784 ^{ns}		24612*
Resíduo	78	6,67	88,06	0,0119	0,0139	308423	0,5535		14694
Média Geral		148,22	119,46	2,12	3,12	2294	21,23		487
C.V. (%)		1,74	7,85	6,80	6,21	24,20	3,50		24,87
ANO 99/00									
Locais (L)	2	3002,74**	5668,34**	2,1748**	0,4133*	30046000**	53,2618 ^{ns}		1784202**
Repetições (R)/ L	2	7,90 ^{ns}	78,18 ^{ns}	0,0284 ^{ns}	0,0351*	381944 ^{ns}	9,7810**		28314**
Linhagens (G)	26	60,25**	1444,65**	0,1414**	0,0373**	484413**	3,8117**		24351**
G x L	52	6,46**	107,45 ^{ns}	0,0318**	0,0177 ^{ns}	410721**	2,0509**		17074**
Resíduo	78	3,00	172,42	0,0137	0,0125	136394	1,1235		6212
Média Geral		139,63	124,11	2,25	3,25	2105	20,97		446
C.V. (%)		1,24	10,58	7,14	5,80	17,55	5,05		17,67
LINHAGENS SEMITARDIAS									
ANO 96/97									
Locais (L)	2	163,65*	5203,48*	1,3480**	1,7846**	38518810**	17,8682 ^{ns}		1293874**
Repetições (R)/ L	2	6,19 ^{ns}	410,48**	0,0069 ^{ns}	0,0378 ^{ns}	468228 ^{ns}	7,9177**		21727*
Linhagens (G)	32	160,97**	660,45**	0,0722**	0,1313**	1732836**	5,0415**		74646**
G x L	64	38,19**	87,39 ^{ns}	0,0376**	0,0461**	553000**	1,5365*		24623**
Resíduo	96	4,48	62,04	0,0218	0,0155	183792	0,9545		7096
Média Geral		143,07	96,24	1,98	2,41	1542	19,04		296
C.V. (%)		1,47	8,18	9,46	7,38	27,80	5,13		28,46
ANO 97/98									
Locais (L)	2	500,89**	642,77*	0,2645 ^{ns}	0,7058**	17827655**	18,4126**		791015**
Repetições (R)/ L	2	13,37**	41,12 ^{ns}	0,0310 ^{ns}	0,0208 ^{ns}	145024 ^{ns}	0,0578 ^{ns}		5358 ^{ns}
Linhagens (G)	7	55,24**	487,76**	0,0098 ^{ns}	0,0194 ^{ns}	502563**	2,8287**		26740**
G x L	14	6,59*	104,27 ^{ns}	0,0165 ^{ns}	0,0269 ^{ns}	622184**	0,2976 ^{ns}		24060**
Resíduo	21	2,47	90,84	0,0157	0,0127	132010	0,2853		4587
Média Geral		151,67	107,67	1,45	3,11	2033	19,98		412
C.V. (%)		1,04	8,85	9,05	5,97	17,87	2,67		16,45
ANO 98/99									
Locais (L)	2	70,07*	937,50*	0,2482 ^{ns}	0,1321 ^{ns}	2938587 ^{ns}	3,9645 ^{ns}		160777 ^{ns}
Repetições (R)/ L	2	4,05*	82,98 ^{ns}	0,0373 ^{ns}	0,0476 ^{ns}	551470 ^{ns}	0,6967 ^{ns}		26109 ^{ns}
Linhagens (G)	6	37,37**	1005,39**	0,0364 ^{ns}	0,0229 ^{ns}	584877 ^{ns}	0,8520 ^{ns}		22799 ^{ns}
G x L	12	8,93**	125,80 ^{ns}	0,0230 ^{ns}	0,0149 ^{ns}	262988 ^{ns}	0,5276 ^{ns}		12133 ^{ns}
Resíduo	18	1,16	157,92	0,0173	0,0162	238352	0,4181		11982
Média Geral		158,71	119,50	1,76	3,59	2248	21,44		483
C.V. (%)		0,68	10,52	8,80	6,31	21,72	3,02		22,67
ANO 99/00									
Locais (L)	2	527,31**	186,31 ^{ns}	0,0629 ^{ns}	0,1971*	10367788**	24,2990*		549213**
Repetições (R)/ L	2	4,78 ^{ns}	100,98 ^{ns}	0,0189 ^{ns}	0,0099 ^{ns}	93074 ^{ns}	2,4998 ^{ns}		1707 ^{ns}
Linhagens (G)	6	28,60**	1219,598**	0,0270 ^{ns}	0,0441 ^{ns}	322909 ^{ns}	3,6585*		20260*
G x L	12	11,70*	100,56 ^{ns}	0,0180 ^{ns}	0,0165 ^{ns}	292825 ^{ns}	1,6397 ^{ns}		11155 ^{ns}
Resíduo	18	3,73	52,36	0,0171	0,0235	157772	1,1309		5808
Média Geral		149,74	120,88	1,93	3,15	1909	20,40		396
C.V. (%)		1,29	5,99	8,42	8,05	20,81	5,21		19,22

a: análise realizada com dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$, com x = 1 a 5.

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

ns: não significativo pelo teste F.

Tabela 11. Quadrados médios obtidos na análise de variância conjunta geral, em blocos ao acaso, média geral e coeficiente de variação (C.V.) para os caracteres número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios						
		NDM dias	APM cm	Ac ^a nota	VA ^a nota	PG Kg/ha	%OL %	PO Kg/ha
LINHAGENS PRECOCES								
(Repetições/Anos)/Locais	1	14,78**	538,97**	0,0616**	0,0309 ^{ns}	588859**	7,7826**	24884**
Anos (A)	2	2029,44 ^{ns}	18525,82 ^{ns}	0,5006 ^{ns}	0,8510**	14980232 ^{ns}	22,8603 ^{ns}	907580 ^{ns}
Locais (L)	3	4362,68 ^{ns}	15156,18 ^{ns}	1,7342 ^{ns}	0,1382 ^{ns}	36899291 ^{ns}	3,5079 ^{ns}	1900523 ^{ns}
Linhagens (G)	4	77,87**	1277,14**	0,2504**	0,1057**	1028336**	15,4753**	49574**
G x A	3	19,22**	240,91**	0,0275 ^{ns}	0,0306 ^{ns}	3338777 ^{ns}	1,9220**	15302 ^{ns}
G x L	6	10,04 ^{ns}	165,59 ^{ns}	0,0338 ^{ns}	0,0377 ^{ns}	296986 ^{ns}	1,1586 ^{ns}	15070 ^{ns}
A x L	6	892,93**	5356,07**	0,0527**	0,1463*	14837083**	127,7497**	614351**
G x A x L	18	8,04**	150,37**	0,0284**	0,0329**	419853**	0,9710 ^{ns}	18904**
Resíduo médio	30	3,90	88,94	0,0175	0,0190	190768	1,0550	8744
Média Geral		125,35	111,60	1,75	3,29	2421	21,38	517
C.V. (%)		1,57	8,45	8,91	7,11	18,04	4,80	18,09
LINHAGENS SEMIPRECOCES								
(Repetições/Anos)/locais	1	11,93**	248,47**	0,0368**	0,0230*	384948*	7,5940**	26433**
Anos (A)	2	2746,90 ^{ns}	24107,35*	0,8207 ^{ns}	0,4503 ^{ns}	15246491 ^{ns}	155,5308 ^{ns}	607845 ^{ns}
Locais (L)	3	5567,37*	5212,71 ^{ns}	1,6750*	0,1229 ^{ns}	48408745*	74,9739 ^{ns}	2278416 ^{ns}
Linhagens (G)	4	278,58**	4077,24**	0,2909**	0,1376**	890999**	11,9530**	43553**
G x A	12	21,18**	186,63 ^{ns}	0,0208 ^{ns}	0,0367**	493454**	1,3559**	23016**
G x L	18	9,41*	212,56*	0,0206 ^{ns}	0,0244 ^{ns}	449908*	1,0809*	20292*
A x L	18	756,99**	3081,35**	0,2449**	0,3808**	8723832**	165,7772**	496155**
G x A x L	24	6,68**	143,66**	0,0192**	0,0237**	310317**	0,7818 ^{ns}	13942**
Resíduo médio	40	4,04	98,20	0,0117	0,0129	183164	0,7037	8376
Média Geral		132,90	103,55	1,74	3,40	2383	20,68	493
C.V. (%)		1,51	9,57	7,51	5,76	17,95	4,06	18,56
LINHAGENS INTERMEDIÁRIAS								
Repetições/Anos)/Locais	1	11,25*	243,59*	0,0329*	0,0235 ^{ns}	280269 ^{ns}	5,1841**	17180*
Anos (A)	2	3472,92 ^{ns}	30701,05**	1,7424 ^{ns}	0,6570 ^{ns}	3560410 ^{ns}	193,2496 ^{ns}	77553 ^{ns}
Locais (L)	3	1337,76 ^{ns}	8878,30*	2,7362*	0,2826 ^{ns}	26612257 ^{ns}	34,1233 ^{ns}	1009513 ^{ns}
Linhagens (G)	4	215,37**	4711,38**	0,4506**	0,1969**	1442905**	11,1466**	65729**
G x A	12	24,39**	179,81*	0,0329 ^{ns}	0,0322**	363114 ^{ns}	1,3178 ^{ns}	15883 ^{ns}
G x L	18	9,89 ^{ns}	190,45*	0,0279 ^{ns}	0,0256 ^{ns}	267866 ^{ns}	1,1963 ^{ns}	11722 ^{ns}
A x L	18	1007,79**	1207,92**	0,3833**	0,2918**	15286769**	62,0917**	878245**
G x A x L	18	10,88**	122,92 ^{ns}	0,0291**	0,0199*	428034**	1,1491**	19308**
Resíduo médio	30	5,04	119,11	0,0157	0,0145	253856	0,7534	10664
Média Geral		141,45	111,43	1,94	3,20	2302	20,29	468
C.V. (%)		1,59	9,79	8,11	6,29	21,88	4,28	22,05
LINHAGENS SEMITARDIAS								
(Repetições/Anos)/Locais	1	6,52**	119,37 ^{ns}	0,0190 ^{ns}	0,0228 ^{ns}	300955 ^{ns}	1,1294 ^{ns}	10442 ^{ns}
Anos (A)	2	1209,05*	5967,59**	0,2928 ^{ns}	0,2562 ^{ns}	2039992 ^{ns}	29,8443 ^{ns}	83147 ^{ns}
Locais (L)	3	994,35*	1680,41 ^{ns}	0,4229 ^{ns}	0,0326 ^{ns}	12951701 ^{ns}	3,4712 ^{ns}	538199 ^{ns}
Linhagens (G)	4	144,26**	3155,39**	0,0643*	0,0420 ^{ns}	496177 ^{ns}	10,3680**	24155 ^{ns}
G x A	12	21,70*	149,70 ^{ns}	0,0225 ^{ns}	0,0324 ^{ns}	427357 ^{ns}	1,5699*	19444 ^{ns}
G x L	18	21,68 ^{ns}	129,86 ^{ns}	0,0198 ^{ns}	0,0354 ^{ns}	778236 ^{ns}	1,2410 ^{ns}	31012 ^{ns}
A x L	18	178,26**	348,31 ^{ns}	0,1048*	0,2916**	8441654**	17,8333**	414495**
G x A x L	18	10,93**	110,24 ^{ns}	0,0186 ^{ns}	0,0231 ^{ns}	505024*	0,7733 ^{ns}	21687*
Resíduo médio	30	2,32	96,89	0,0146	0,0161	315803	0,7194	13176
Média Geral		151,34	111,36	1,74	3,20	2158	20,33	442
C.V. (%)		1,00	8,84	8,11	6,63	26,04	4,17	25,95

a: análise realizada com dados transformados para $\sqrt{x+0,5}$, com x = 1 a 5.

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

ns: não significativo pelo teste F.

Tabela 12. Linhagens Precoces: médias para os caracteres número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO); % da média de PG de cada linhagem individual sobre a média geral de PG das linhagens (%PGI) e testemunhas (%PGt). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

N	Nº USP	NDM	APM	Ac	VA	PG	%OL	PO	%PG	
		dias	cm	nota	nota	Kg/ha	%	Kg/ha	%PGI	%PGt
1	93-1002	123,29	108,46	1,67	3,12	2118	21,67	461	0,87	0,88
2	93-1042	127,83*	123,83*	2,12*	3,14	2629	22,39	590*	1,08	1,10
3	93-1043	128,08*	123,42*	1,92	3,25	2541	22,34	561	1,05	1,06
4	93-1044	124,29	102,92	1,42	3,79	2353	22,29	525	0,97	0,99
5	93-1050	125,29	110,71	2,10*	2,94*	2238	21,73	491	0,92	0,94
6	93-1051	125,33*	103,04	1,23*	3,75	2284	21,32	484	0,94	0,96
7	93-1069	124,33	101,75*	1,50	3,46	2150	21,56	461	0,89	0,90
8	93-1072	129,54*	112,87	1,64	3,17	2055*	21,50	441*	0,85	0,86
9	93-1077	124,62	93,71*	1,27*	3,60	2470	21,34	526	1,02	1,03
10	93-1101	123,62	112,17	1,67	3,41	2617	21,61	565	1,08	1,10
11	93-1107	123,42	104,50	1,21*	3,77	2331	20,91	482	0,96	0,98
12	93-1109	123,46	107,83	1,44	3,69	2586	20,75	539	1,07	1,08
13	93-1122	123,12	112,79	2,00*	3,04*	2257	21,54	486	0,93	0,95
14	93-1187	126,08*	106,29	2,00*	3,23	2436	20,35*	492	1,00	1,02
15	93-1188	127,00*	116,46*	2,25*	2,92*	2441	22,45	546	1,01	1,02
16	93-1195	127,75*	111,83	1,50	3,42	2378	22,15	523	0,98	0,99
17	93-1203	127,08*	114,04	1,81	3,19	2578	22,04	566	1,06	1,08
18	94-1004	124,83	123,33*	1,73	3,04*	2513	21,55	540	1,04	1,05
19	94-1012	127,37*	119,21*	1,96*	3,27	2560	22,26	569	1,06	1,07
20	94-1024	124,96	110,62	2,10*	3,00	2255	22,45	510	0,93	0,94
21	94-1044	127,12*	113,04	1,39	3,54	2708*	20,69	555	1,12	1,13
22	94-1055	124,58	107,08	1,96*	2,96*	1967*	21,12	417*	0,69	0,70
23	94-1061	123,17	104,71	1,31*	3,48	2415	20,50*	491	0,99	1,01
24	94-1070	125,67*	122,12*	1,89	3,19	2534	21,52	547	1,05	1,06
25	94-1081	126,62*	115,62*	2,04*	3,00*	2587	20,42*	529	1,07	1,08
26	94-1086	123,29	110,37	1,83	3,29	2894*	20,65	596*	1,19	1,21
27	94-1087	124,17	113,83	1,89	3,23	2497	20,29*	511	1,03	1,05
28	94-1097	124,00	118,33*	2,04*	3,1	2404	19,26*	461	0,99	1,01
Ml ¹		125,35	111,60	1,75	3,29	2421	21,39	517		
TESTEMUNHAS										
IAC-Foscarin-31		126,00	112,50	1,84	3,2	2454	21,65	535		
Primavera		121,15	105,02	1,39	3,7	2315	21,60	497		
Mt ²		123,57	108,76	1,62	3,4	2384	21,62	516		

*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

1: Média geral das linhagens.

2: Média geral das testemunhas.

Tabela 13. Linhagens Semiprecoces: médias para os caracteres número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agronômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO); % da média de PG de cada linhagem individual sobre a média geral de PG das linhagens (%PGI) e testemunhas (%PGt). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

N	Nº USP	NDM	APM	Ac	VA	PG	%OL	PO	%PG	
		dias	cm	nota	nota	Kg/ha	%	Kg/ha	%PGI	%PGt
1	93-1052	129,25	110,45	1,60	3,27*	2325*	20,51*	478*	0,97	0,79
2	93-1106	128,96	114,12	1,71	3,33*	2726	21,54	586	1,14	0,93
3	93-1115	131,71	109,37	1,46	3,48	2444*	20,90	509*	1,02	0,83
4	93-1125	127,83*	113,25	1,35	3,62	2318*	21,42	494*	0,97	0,79
5	93-1202	132,37*	117,67	1,89*	3,21*	2331*	18,54*	433*	0,98	0,80
6	93-1211	128,25	119,54	1,85	3,33*	2611	19,61*	511*	1,09	0,99
7	93-2002	135,58*	121,54	1,92*	3,25*	2364*	20,95	494*	0,99	0,81
8	93-2027	135,46*	97,21	1,56	3,54	2590	21,04	547*	1,09	0,88
9	93-2072	135,58*	86,58	1,46	3,23*	2130*	20,73*	442*	0,89	0,73
10	93-2084	134,33*	85,17	1,29	3,58	2710	21,00	571	1,14	0,92
11	93-2103	137,37*	83,83	1,14	4,04	2582	21,08	546*	1,08	0,88
12	93-2104	127,29*	114,79	1,85	3,31*	2444*	20,52*	499*	1,02	0,83
13	93-2250	135,25*	105,67	1,69	3,17*	2260*	21,07	475*	0,95	0,77
14	93-2255	128,62	92,42	1,21	4,00	2435*	21,04	513*	1,02	0,83
15	93-2294	128,54	91,96	1,46	3,48*	2342*	20,97	492*	0,98	0,80
16	93-2302	129,12	92,79	1,31	3,75	2492*	20,85	524*	1,04	0,85
17	93-2306	128,37	95,33	1,37	3,73	2336*	21,05	493*	0,98	0,80
18	93-2316	132,12*	85,00	1,23	3,92	2809	20,01*	561	1,18	0,96
19	93-2415	138,12*	111,75	1,83	3,08*	1970*	20,36*	399*	0,83	0,67
20	93-2475	134,83*	113,79	2,10*	3,00*	2474*	19,97*	492*	1,04	0,84
21	93-2475	128,83	123,50	2,10*	3,12*	2581	19,82*	511*	1,08	0,88
22	93-2525	137,37*	111,75	1,96*	3,21*	2242*	21,90	494*	0,94	0,76
23	93-2565	131,25	109,87	1,96*	3,02*	2121*	19,51*	414*	0,88	0,72
24	93-2667	138,17*	98,25	1,94*	3,04	2055*	21,46	440*	0,86	0,70
25	93-2680	132,21*	76,25	1,17	3,52	2403*	20,73*	499*	1,01	0,82
26	93-2693	135,29*	113,17	1,77	3,27*	2348*	21,42	506*	0,98	0,80
27	93-2697	133,00*	87,37	1,17	3,87	2541*	20,29*	519*	1,07	0,87
28	93-2695	137,33*	123,62	2,06*	3,02*	2338*	19,32*	451*	0,98	0,80
29	93-2727	136,87*	91,58	1,44	3,46*	2204*	21,38	471*	0,92	0,75
30	93-2756	134,62*	83,04	1,10	3,75	2269*	20,97	477*	0,95	0,77
31	93-2781	133,62*	90,92	1,25	3,64	2143*	19,68*	422*	0,90	0,73
32	93-2790	129,75	112,67	1,71	3,31*	2431*	20,80	509*	1,02	0,83
33	93-2857	136,83*	108,08	1,42	3,64	2353*	20,59*	484*	0,99	0,80
34	93-2858	135,04*	108,50	1,73	3,04*	2106*	20,89	437*	0,88	0,72
35	93-2897	128,75	112,46	1,85	3,27*	2634	20,38*	539*	1,10	0,90
36	93-2905	133,96*	106,17	1,60	3,39*	2479*	20,86	517*	1,04	0,85
37	93-2916	135,62*	101,92	1,48	3,58	2375*	21,26	508*	1,00	0,81
38	94-1017	132,67*	113,54	2,42*	2,85*	2241*	21,30	478*	0,94	0,76
Mt ¹		132,90	103,55	1,74	3,40	2383	21,68	493		
TESTEMUNHAS										
FT-2000		133,25	110,52	1,22	3,87	2819	21,29	594		
FT-Iramaia		125,78	57,63	1,01	4,19	3038	21,60	657		
Mt ²		129,52	84,07	1,11	4,03	2928	21,44	626		

*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

1: Média geral das linhagens; 2: Média geral das testemunhas.

Tabela 14. Linhagens Intermediárias: médias para os caracteres número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO); % da média de PG de cada linhagem individual sobre a média geral de PG das linhagens (%PGI) e testemunhas (%PGt). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

N	Nº USP	NDM	APM	Ac	VA	PG	%OL	PO	%PG	
		dias	cm	nota	nota	Kg/ha	%	Kg/ha	%PGI	%PGt
1	93-2258	142,87*	94,29	1,39	3,42	2148	20	429	0,93	0,99
2	93-2266	142,00	125,33*	1,98	3,10	2102	20	429	0,91	0,96
3	93-2514	140,96	109,17*	2,15	3,04	2185	19	428	0,95	1,00
4	93-2530	143,04*	95,54	1,54	3,29	2195	19	432	0,95	1,01
5	93-2643	144,37*	100,17	1,94	3,19	2299	20	460	1,00	1,05
6	93-2722	143,21*	91,67	1,19	4,10*	2812	19	555*	1,22	1,29
7	93-2725	145,83*	108,04*	1,98	2,89	1859	19	368	0,81	0,85
8	93-2753	143,04*	104,83*	1,44	3,29	2018	19	393	0,88	0,93
9	93-2802	142,50	113,54*	1,73	3,33	2137	18	402	0,93	0,98
10	93-2825	144,71*	129,12*	2,14	3,02	2096	20	425	0,91	0,96
11	93-2870	142,92*	113,67*	1,92	3,21	2233	19	447	0,97	1,02
12	93-5082	144,29*	95,54	1,56	3,54	2668	20	542*	1,16	1,22
13	93-5243	136,37	92,62	1,42	3,69	2940	19	569*	1,28	1,35
14	93-5423	143,29*	98,46	1,60	3,50	2426	20	491*	1,05	1,11
15	93-5539	140,92	123,25*	2,15	3,21	2533	21	541*	1,10	1,16
16	93-5544	146,21*	130,42*	2,39	2,94	2190	20	448	0,95	1,01
17	93-5549	137,96	84,42	2,08	3,29	2629	20	541*	1,14	1,21
18	93-5552	136,58	126,29*	2,73	2,67*	2189	21	461	0,95	1,00
19	93-5582	135,92	114,29*	2,58	2,79*	2291	20	474	0,99	1,05
20	93-5585	142,83*	117,00*	1,60	3,44	2128	20	436	0,92	0,98
21	93-5586	137,33	115,42*	2,75	2,67*	2147	20	451	0,93	0,99
22	93-5597	138,42	115,96*	2,56	2,67*	2244	20	473	0,97	1,03
23	93-5690	142,04	118,50*	1,96	3,02	2216	21	462	0,96	1,02
24	93-5692	138,96	103,42*	1,47	3,62*	2461	20	500*	1,07	1,13
25	93-5843	141,46	132,29*	2,23	3,02	2393	21	509*	1,04	1,10
26	93-5860	137,58	134,29*	2,37	2,96	2414	21	528*	1,05	1,11
27	93-5884	143,62*	121,00*	1,58	3,62*	2202	20	444	0,96	1,01
MI ¹		141,45	111,43	1,94	3,20	2302	20	468		
TESTEMUNHAS										
1	IAC-4	143,78	95,85	1,80	3,23	2094	19	412		
2	IAC-12	132,89	78,68	1,29	3,64	2591	19	509		
3	IAC-100	133,05	76,15	1,32	3,46	2115	16	346		
4	Stewart	146,07	110,50	1,63	3,12	1908	19	381		
Mt ²		138,95	90,30	1,51	3,36	2177	18	412		

*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

1: Média geral das linhagens; 2: Média geral das testemunhas.

Tabela 15. Linhagens Semitardias: médias para os caracteres número de dias para maturidade (NDM), altura da planta na maturidade (APM), acamamento (Ac), valor agrônômico (VA), produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO); % da média de PG de cada linhagem individual sobre a média geral de PG das linhagens (%PGI) e testemunhas (%PGt). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

N	Nº USP	NDM	APM	Ac	VA	PG	%OL	PO	%PG	
		dias	cm	nota	nota	Kg/ha	%	Kg/ha	%PGI	%PGt
1	93-2521	150,29*	112,21	1,60*	3,21	2047	19,71*	409	0,95	1,14
2	93-5263	152,21*	119,54*	1,79	3,17	2088	19,47*	411	0,97	1,17
3	93-5391	154,50*	95,46*	1,64*	3,31	2166*	21,15*	463*	1,00	1,21
4	93-5419	151,25*	101,83	1,73	3,19	2268*	20,75	472*	1,05	1,27
5	93-5513	153,58*	115,75	1,56*	3,48*	2380*	19,80	474*	1,10	1,33
6	93-5684	150,54*	129,33*	2,00	3,12	2204*	20,59	459*	1,02	1,23
7	93-5802	147,04*	105,42	1,87	2,96	1951	20,82	407	0,90	1,09
MI ¹		151,34	111,36	1,74	3,20	2158	20,33	442		
TESTEMUNHAS										
1	IAC-4	147,37	99,23	1,92	3,20	2109	20,22	429		
2	IAC-11	146,63	104,73	1,72	2,77	1650	20,30	339		
3	Stewart	149,07	117,60	1,80	3,08	1605	19,94	323		
Mt ²		147,69	107,19	1,81	3,02	1788	20,15	364		

*: Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Dunnett.

1: Média geral das linhagens; 2: Média geral das testemunhas.

Tabela 16. Linhagens Precoces: média, ecovalência (ω) e porcentagem da ecovalência ($\% \omega$) para os caracteres produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

N	Nº USP	PG (Kg/ha)			%OL			PO (Kg/ha)		
		Média	ω_i	$\% \omega_i$	Média	ω_i	$\% \omega_i$	Média	ω_i	$\% \omega_i$
1	93-1002	2118	36871	3,312	21,6	13,37	3,5	461	168349	3,2
2	93-1042	2629	24111	2,170	22,3	17,56	4,6	590	106413	2,0
3	93-1043	2541	75941	6,835	22,3	5,57	1,4	561	346901	6,7
4	93-1044	2353	33903	3,051	22,2	8,24	2,1	525	189552	3,7
5	93-1050	2238	53447	4,811	21,7	11,54	3,0	491	261852	5,1
6	93-1051	2284	53951	4,856	21,3	15,08	4,0	484	240166	4,6
7	93-1069	2150	19304	1,738	21,5	17,38	4,6	461	105694	2,0
8	93-1072	2055	42840	3,856	21,5	15,59	4,1	441	195057	3,8
9	93-1077	2470	23466	2,112	21,3	13,29	3,5	526	113311	2,2
10	93-1101	2617	22617	2,036	21,6	12,45	3,5	565	107775	2,1
11	93-1107	2331	31572	2,841	20,9	28,79	7,6	482	164355	3,2
12	93-1109	2586	54851	4,937	20,7	8,29	2,2	539	274075	5,3
13	93-1122	2257	36326	3,270	21,5	7,15	1,5	486	174712	3,4
14	93-1187	2436	69166	6,226	20,3	7,150	1,5	492	308040	6,0
15	93-1188	2441	19464	1,752	22,4	11,38	3,0	546	74402	1,4
16	93-1195	2378	13002	1,170	22,1	32,25	8,5	523	65013	1,2
17	93-1203	2578	35480	3,194	22,0	16,90	4,5	566	131273	2,5
18	94-1004	2513	53886	4,850	21,5	16,85	4,4	540	203186	3,9
19	94-1012	2560	24456	2,201	22,2	10,60	2,8	569	037920	2,6
20	94-1024	2255	30073	2,707	22,4	22,16	5,5	510	179765	3,5
21	94-1044	2708	49864	4,488	20,6	12,59	3,5	555	165129	3,2
22	94-1055	1967	53798	4,842	21,1	8,97	2,5	417	274132	5,3
23	94-1061	2415	23133	2,082	20,5	13,94	3,7	491	87480	1,7
24	94-1070	2534	53401	4,807	21,5	11,01	2,5	547	291086	5,6
25	94-1081	2587	65744	5,918	20,4	10,05	2,6	529	295717	5,7
26	94-1086	2894	29953	2,696	20,6	9,46	2,5	596	142588	2,7
27	94-1087	2497	21552	1,940	20,7	5,12	1,5	511	103247	2,0
28	94-1097	2404	58788	5,291	19,2	12,69	3,5	461	208454	4,0

Tabela 17. Linhagens Intermediárias: média, ecovalência (ω) e porcentagem da ecovalência ($\% \omega$) para os caracteres produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

N	Nº USP	PG (Kg/ha)			%OL			PO (Kg/ha)		
		Média	ω_i	$\% \omega_i$	Média	ω_i	$\% \omega_i$	Média	ω_i	$\% \omega_i$
1	93-2258	2148	72753	6	20,13	11,790	3,4	429	312898	6
2	93-2266	2102	51446	4	20,34	7,255	2,1	429	234464	4
3	93-2514	2185	31397	2	19,40	20,147	5,8	428	186377	3
4	93-2530	2195	38043	3	19,68	9,273	2,6	432	171983	3
5	93-2643	2299	23098	2	20,04	10,009	2,9	460	106264	2
6	93-2722	2812	34054	3	19,63	10,262	2,9	555	157862	3
7	93-2725	1859	75837	6	19,80	8,109	2,3	368	332283	6
8	93-2753	2018	34849	3	19,35	2,204	0,6	393	155867	3
9	93-2802	2137	26306	2	18,90	4,737	1,3	402	117924	2
10	93-2825	2096	40471	3	20,04	18,061	5,2	425	188992	3
11	93-2870	2233	39807	3	19,93	9,493	2,7	447	169362	3
12	93-5082	2668	29288	2	20,31	4,350	1,2	542	129376	2
13	93-5243	2940	36650	3	19,41	15,712	4,5	569	118140	2
14	93-5423	2426	61110	5	20,21	13,048	3,7	491	249417	5
15	93-5539	2533	48795	4	21,39	10,945	3,1	541	226316	4
16	93-5544	2190	42095	3	20,45	18,309	5,3	448	168908	3
17	93-5549	2629	36288	3	20,52	13,631	3,9	541	149361	3
18	93-5552	2189	22127	2	21,08	8,286	2,4	461	113273	2
19	93-5582	2291	398	3	20,73	9,292	2,6	474	1656	3
20	93-5585	2128	246	2	20,36	13,758	3,9	436	1107	2
21	93-5586	2147	251	2	20,84	8,149	2,3	451	1241	2
22	93-5597	2244	379	3	20,03	5,716	1,6	473	1666	3
23	93-5690	2216	704	6	21,07	37,330	10,8	462	2909	5
24	93-5692	2461	421	3	20,25	11,918	3,4	500	1696	3
25	93-5843	2393	296	2	21,07	30,181	8,7	509	1722	3
26	93-5860	2414	478	4	21,76	13,853	4,0	528	2399	4
27	93-5884	2202	281	2	20,25	18,440	5,3	444	1313	2

Tabela 18. Linhagens Semiprecoces: média, ecovalência (ω) e porcentagem da ecovalência ($\% \omega$) para os caracteres produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembí), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

N	Nº USP	PG (Kg/ha)			%OL			PO (Kg/ha)		
		Média	ω_i	$\% \omega_i$	Média	ω_i	$\% \omega_i$	Média	ω_i	$\% \omega_i$
1	93-1052	232	6964636	4,4	20,5	23	5,	478	3123	4,3
2	93-1106	272	9692789	6,1	21,5	22	5,	586	4054	5,6
3	93-1119	244	1377573	0,8	20,9	4	1,	509	562	0,7
4	93-1125	231	1930692	1,2	21,4	24	6,	494	940	1,3
5	93-1202	233	4197494	2,6	18,5	8	2,	433	1714	2,3
6	93-1211	261	3835536	2,4	19,6	6	1,	511	1724	2,4
7	93-2002	236	1630635	1,0	20,9	12	3,	494	739	1,0
8	93-2027	259	2379637	1,5	21,0	5	1,	547	1013	1,4
9	93-2072	212	7619006	4,8	20,7	15	4,	442	3679	5,1
10	93-2084	271	4954350	3,1	21,0	5	1,	571	2569	3,5
11	93-2103	258	2882917	1,8	21,0	5	2,	546	1450	2,0
12	93-2104	244	3584553	2,2	20,5	11	2,	499	1476	2,0
13	93-2250	226	5166060	3,2	21,0	10	2,	475	2594	3,6
14	93-2259	243	2850107	1,8	21,0	8	2,	513	1369	1,9
15	93-2294	234	3219333	2,0	20,9	5	2,	492	1619	2,2
16	93-2302	249	5290775	3,3	20,8	16	4,	524	2754	3,8
17	93-2306	233	765689	0,4	21,0	13	3,	493	520	0,7
18	93-2316	280	2069610	1,3	20,0	11	2,	561	887	1,2
19	93-2419	197	2227864	1,4	20,3	8	2,	399	1016	1,4
20	93-2475	247	2412585	1,5	19,9	5	1,	492	913	1,2
21	93-2479	258	1412612	0,9	19,8	8	2,	511	587	0,8
22	93-2529	224	2846395	1,8	21,9	14	3,	494	1121	1,5
23	93-2565	212	4341994	2,7	19,5	17	4,	414	1867	2,6
24	93-2667	205	3855226	2,4	21,4	21	5,	440	2189	3,0
25	93-2680	240	14818950	9,4	20,7	5	1,	499	6058	8,4
26	93-2693	234	7713140	4,9	21,4	8	2,	506	3400	4,7
27	93-2697	254	5258725	3,3	20,2	3	0,	519	2418	3,3
28	93-2699	233	3323977	2,1	19,3	6	1,	451	1568	2,1
29	93-2727	220	1647056	1,0	21,3	3	0,	471	704	0,9
30	93-2756	226	4295891	2,7	20,9	13	3,	477	1566	2,1
31	93-2781	214	1748412	1,1	19,6	12	3,	422	826	1,1
32	93-2790	243	3569380	2,2	20,8	5	1,	509	1904	2,6
33	93-2857	235	2222997	1,4	20,5	5	2,	484	1230	1,7
34	93-2858	210	11102073	7,0	20,8	7,1	1,7	4	4402	6,1
35	93-2897	263	3353023	2,1	20,3	6,3	1,5	5	1485	2,0
36	93-2909	247	1644024	1,0	20,8	4,1	1,0	5	780	1,0
37	93-2916	237	3495801	2,2	21,2	10,7	2,6	5	1878	2,6
38	94-1017	224	5255394	3,3	21,3	8,4	2,0	4	2800	3,9

Tabela 19. Linhagens Semitardias: média, ecovalência (ω) e porcentagem da ecovalência ($\% \omega$) para os caracteres produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembí), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

N	Nº USP	PG (Kg/ha)			%OL			PO (Kg/ha)		
		Média	ω_i	$\% \omega_i$	Média	ω_i	$\% \omega_i$	Média	ω_i	$\% \omega_i$
1	93-2521	2047	2002617	5,686	19,71	8,541	11,8	409	74266	4
2	93-5263	2088	5305558	15,064	19,47	9,186	12,7	411	194592	12
3	93-5391	2166	8071843	22,918	21,15	15,185	21,1	463	375138	24
4	93-5419	2268	5907209	16,772	20,75	7,562	10,5	472	250892	16
5	93-5513	2380	7015792	19,919	19,80	9,954	13,8	474	277224	18
6	93-5684	2204	1416419	4,021	20,59	6,355	8,8	459	83645	5
7	93-5802	1951	5501267	15,619	20,82	15,132	21,0	407	248031	16

Tabela 20. Análise de variância para os caracteres produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO), segundo a metodologia de Eberhart & Russel (1966). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios					
		PG (Kg/ha)	R ^{2a} %	% OL %	R ^{2a} %	PO (Kg/ha)	R ^{2a} %
LINHAGENS PRECOCES							
Linhagens (G)	27	1028336**	8,01	15,47**	25,56	49574**	8,03
Ambientes (E)	11	18887434**	59,94	76,55**	51,53	928172**	61,27
G x E	297	374065**	32,05	1,26**	22,90	17224**	30,70
E/G	308	1035257**		3,95**		49758**	
E linear	1	207761776**	65,00	842,09**	69,22	10209891**	66,62
G x E linear	27	317553*	2,69	0,73 ^{ns}	1,62	13953*	2,46
Desvio combinado (E/G)	280	366155**	32,15	1,27*	29,22	16925**	30,92
Resíduo médio	324	190768		1,05		8744	
LINHAGENS SEMIPRECOCES							
Linhagens (G)	37	890999**	8,57	11,95**	18,00	43553**	8,89
Ambientes (E)	11	17718178**	50,65	146,47**	65,59	850664**	51,64
G x E	407	385643**	40,79	0,99**	16,40	17572**	39,47
E/G	418	841763**		4,82**		39495**	
E linear	1	194899959**	55,39	1611,20**	79,97	9357303**	56,68
G x E linear	37	209793**	2,21	1,07 ^{ns}	1,96	9703**	2,17
Desvio combinado (E/G)	380	392617**	42,40	0,96 ^{ns}	18,11	17875**	41,14
Resíduo médio	444	91582		0,35		4188	
LINHAGENS INTERMEDIÁRIAS							
Linhagens (G)	26	1442905**	12,41	11,15**	17,53	65729**	12,13
Ambientes (E)	11	14147851**	51,50	92,78**	61,71	683741**	53,38
G x E	286	381207**	36,08	1,20**	20,75	16995**	34,49
E/G	297	891083**		4,59**		41689**	
E linear	1	155626360**	58,80	1020,54**	74,86	7521156**	60,74
G x E linear	26	369826**	3,63	1,23**	2,34	18682**	3,93
Desvio combinado (E/G)	270	368184**	37,56	1,16**	22,97	16203**	35,33
Resíduo médio	312	126928		0,38		5332	
LINHAGENS SEMITARDIAS							
Linhagens (G)	6	493897*	2,45	10,33**	18,39	23917**	2,62
Ambientes (E)	11	7523829**	68,43	18,46**	60,26	346960**	69,85
G x E	66	533647*	29,12	1,09*	21,35	22785*	27,52
E/G	77	1532244**		3,57**		69095**	
E linear	1	82762117**	70,15	203,12**	73,89	3816566**	71,73
G x E linear	6	328911 ^{ns}	1,67	1,70**	3,71	12396 ^{ns}	1,40
Desvio combinado (E/G)	70	474960**	28,18	0,88 ^{ns}	22,40	20420**	26,87
Resíduo médio	72	158032		0,36		6599	

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

a: %SQ_{Tratamentos}/SQ_G, SQ_E e SQ_{GxE}; %SQ_{GxE}/SQ_{GxE linear}.

obs: os quadrados médios estão multiplicados pelo número de repetições.

Tabela 21. Linhagens Precoces: média, coeficiente de regressão (b_i), variância dos desvios da regressão (S^2d_i) e coeficiente de determinação (R^2) para os caracteres produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembí), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

N	Nº USP	PG (Kg/ha)				%OL				PO (Kg/ha)			
		Média	b_i	S^2d_i	R^2	Média	b_i	S^2d_i	R^2	Média	b_i	S^2d_i	R^2
1	93-1002	2118	1,11 ^{ns}	84144*	71,9	21,6 ^c	0,88 ^{ns}	0,124 ^{ns}	64,4 ^c	461	1,25 ^{ns}	2906 ^{ns}	79,6
2	93-1042	2629	0,80 ^{ns}	11018 ^{ns}	69,3	22,3 ^c	0,87 ^{ns}	0,329 ^{ns}	57,2 ^c	590	0,93 ^{ns}	872 ^{ns}	75,2
3	93-1043	2541	1,28*	255346**	63,3	22,3 ^c	0,96 ^{ns}	-0,249 ^{ns}	83,3 ^c	561	1,13 ^{ns}	12658**	57,8
4	93-1044	2353	1,09 ^{ns}	70923 ^{ns}	72,7	22,2 ^c	0,86 ^{ns}	-0,142 ^{ns}	74,3 ^c	525	1,16 ^{ns}	4609*	73,3
5	93-1050	2238	0,70 ^{ns}	138883**	43,8	21,7 ^c	1,20 ^{ns}	-0,008 ^{ns}	80,7 ^c	491	0,90 ^{ns}	8547**	53,4
6	93-1051	2284	1,32+	135919**	73,7	21,3 ^c	0,98 ^{ns}	0,227 ^{ns}	65,7 ^c	484	1,18 ^{ns}	7020**	69,1
7	93-1069	2150	1,04 ^{ns}	650 ^{ns}	80,5	21,5 ^c	0,99 ^{ns}	0,344 ^{ns}	62,8 ^c	161	1,00 ^{ns}	912 ^{ns}	77,5
8	93-1072	2055	0,42++	-6966 ^{ns}	42,2	21,5 ^c	1,15 ^{ns}	0,222 ^{ns}	72,7 ^c	441	0,44++	-408 ^{ns}	46,7
9	93-1077	2470	1,11 ^{ns}	16986 ^{ns}	80,4	21,3 ^c	0,79 ^{ns}	0,077 ^{ns}	61,1 ^c	526	1,06 ^{ns}	1220 ^{ns}	78,6
10	93-1101	2617	1,04 ^{ns}	17157 ^{ns}	78,0	21,6 ^c	1,05 ^{ns}	0,092 ^{ns}	72,7 ^c	565	1,06 ^{ns}	939 ^{ns}	79,5
11	93-1107	2331	0,99 ^{ns}	62457 ^{ns}	69,8	20,9 ^c	1,04 ^{ns}	0,914**	53,0 ^c	482	0,82 ^{ns}	3281 ^{ns}	61,8
12	93-1109	2586	0,94 ^{ns}	177599**	54,6	20,7 ^c	1,13 ^{ns}	-0,137 ^{ns}	83,2 ^c	539	0,99 ^{ns}	9328**	56,4
13	93-1122	2257	0,66++	43644 ^{ns}	53,8	21,5 ^c	1,03 ^{ns}	-0,167 ^{ns}	81,7 ^c	486	0,72 ^{ns}	2932 ^{ns}	56,3
14	93-1187	2436	0,73 ^{ns}	224240**	38,4	20,3 ^c	1,20 ^{ns}	-0,230 ^{ns}	88,1 ^c	492	0,66*	8965**	37,5
15	93-1188	2441	0,89 ^{ns}	-2486 ^{ns}	76,0	22,4 ^c	0,83 ^{ns}	0,003 ^{ns}	66,4 ^c	546	0,96 ^{ns}	-675 ^{ns}	82,1
16	93-1195	2378	1,06 ^{ns}	-31562 ^{ns}	86,6	22,1 ^c	0,65 ^{ns}	0,899**	30,4 ^c	523	0,99 ^{ns}	-1123 ^{ns}	84,6
17	93-1203	2578	0,94 ^{ns}	80648 ^{ns}	65,0	22,0 ^c	1,23 ^{ns}	0,239 ^{ns}	74,9 ^c	566	1,05 ^{ns}	2137 ^{ns}	75,7
18	94-1004	2113	1,14 ^{ns}	166158**	65,0	21,5 ^c	0,94 ^{ns}	0,310 ^{ns}	61,4 ^c	540	1,15 ^{ns}	5360*	71,3
19	94-1012	1560	1,03 ^{ns}	26496 ^{ns}	76,4	22,2 ^c	0,86 ^{ns}	-0,023 ^{ns}	69,0 ^c	569	1,10 ^{ns}	2327 ^{ns}	76,8
20	94-1024	2255	1,08 ^{ns}	52811 ^{ns}	74,3	22,4 ^c	0,95 ^{ns}	0,580*	55,2 ^c	510	1,32+	2784 ^{ns}	81,5
21	94-1044	2708	1,17 ^{ns}	143100**	68,0	20,6 ^c	1,19 ^{ns}	0,052 ^{ns}	78,6 ^c	555	1,04 ^{ns}	3857*	70,5
22	94-1055	1967	0,78 ^{ns}	156558**	47,6	21,1 ^c	1,17 ^{ns}	-0,121 ^{ns}	83,6 ^c	417	0,85 ^{ns}	8922**	49,7
23	94-1061	2415	1,02 ^{ns}	20064 ^{ns}	77,1	20,5 ^c	0,85 ^{ns}	0,138 ^{ns}	62,0 ^c	491	0,91 ^{ns}	-148 ^{ns}	78,1
24	94-1070	2534	1,33+	131637**	74,2	21,5 ^c	1,11 ^{ns}	0,010 ^{ns}	77,5 ^c	547	1,35+	7962**	72,9
25	94-1081	2587	1,10 ^{ns}	229398**	58,1	20,4 ^c	0,95 ^{ns}	-0,025 ^{ns}	73,1 ^c	529	1,03 ^{ns}	10397**	56,7
26	94-1086	2894	0,95 ^{ns}	53462 ^{ns}	69,2	20,6 ^c	0,82 ^{ns}	-0,100 ^{ns}	70,5 ^c	596	0,85 ^{ns}	2354 ^{ns}	66,2
27	94-1087	2497	1,06 ^{ns}	11047 ^{ns}	79,6	20,2 ^c	1,04 ^{ns}	-0,273 ^{ns}	86,6 ^c	511	0,95 ^{ns}	747 ^{ns}	76,3
28	94-1097	2404	1,18 ^{ns}	186092**	64,8	19,2 ^c	1,25 ^{ns}	0,011 ^{ns}	81,4 ^c	461	1,11 ^{ns}	5845*	68,5

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

ns: não significativo pelo teste t ou F.

Tabela 22. Linhagens Intermediárias: média, coeficiente de regressão (b_i), variância dos desvios da regressão (S^2d_i) e coeficiente de determinação (R^2) para os caracteres produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembí), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

N	Nº USP	PG (Kg/ha)				%OL				PO (Kg/ha)			
		Média	b_i	S^2d_i	R^2	Média	b_i	S^2d_i	R^2	Média	b_i	S^2d_i	R^2
1	93-2258	21	0,68	208063**	28	20,13	0,91 ^{ns}	0,200 ^{ns}	73,23	429	0,62+	8290**	28
2	93-2266	21	0,59+	81470 ^{ns}	32	20,34	1,10 ^{ns}	-0,033 ^{ns}	87,07	429	0,62 ^{ns}	4436 ^{ns}	35
3	93-2514	21	1,10 ^{ns}	27091 ^{ns}	69	19,40	0,86 ^{ns}	0,594**	58,89	428	1,03 ^{ns}	3972 ^{ns}	61
4	93-2530	21	0,84 ^{ns}	55718 ^{ns}	52	19,68	1,08 ^{ns}	0,076 ^{ns}	83,11	432	0,79 ^{ns}	2654 ^{ns}	52
5	93-2643	22	1,02 ^{ns}	-11608 ^{ns}	72	20,04	1,13 ^{ns}	0,094 ^{ns}	83,68	460	1,02 ^{ns}	-24 ^{ns}	73
6	93-2722	28	1,05 ^{ns}	42715 ^{ns}	65	19,63	1,07 ^{ns}	0,129 ^{ns}	81,02	555	1,03 ^{ns}	2545 ^{ns}	65
7	93-2725	18	0,73 ^{ns}	231372**	30	19,80	0,94 ^{ns}	0,025 ^{ns}	80,84	368	0,67 ^{ns}	9794**	29
8	93-2753	20	0,78 ^{ns}	33537 ^{ns}	52	19,35	1,00 ^{ns}	-0,265 ^{ns}	94,46	393	0,82 ^{ns}	2010 ^{ns}	56
9	93-2802	21	0,64 ^{ns}	-33000 ^{ns}	55	18,90	1,12 ^{ns}	-0,166 ^{ns}	91,93	402	0,56+	-2086 ^{ns}	57
10	93-2825	20	0,86 ^{ns}	70241 ^{ns}	52	20,04	1,31+	0,340*	82,08	425	1,01 ^{ns}	4116 ^{ns}	60
11	93-2870	22	1,11 ^{ns}	68738 ^{ns}	64	19,93	1,29+	-0,061 ^{ns}	90,93	447	1,11 ^{ns}	2970 ^{ns}	67
12	93-5082	26	1,23 ^{ns}	4080 ^{ns}	76	20,31	0,94 ^{ns}	-0,164 ^{ns}	88,83	542	1,17 ^{ns}	712 ^{ns}	76
13	93-5243	29	1,40 ^{ns}	10277 ^{ns}	80	19,41	0,99 ^{ns}	0,410*	70,26	569	1,17 ^{ns}	147 ^{ns}	77
14	93-5423	24	1,43+	124320*	70	20,21	0,81 ^{ns}	0,211 ^{ns}	68,04	491	1,40+	4943 ^{ns}	72
15	93-5539	25	0,68 ^{ns}	88023 ^{ns}	38	21,39	0,79 ^{ns}	0,091 ^{ns}	71,82	541	0,74 ^{ns}	5040*	42
16	93-5544	21	0,96 ^{ns}	83027 ^{ns}	55	20,45	0,81 ^{ns}	0,471*	59,35	448	0,93 ^{ns}	3050 ^{ns}	59
17	93-5549	26	1,39 ^{ns}	9394 ^{ns}	80	20,52	0,97 ^{ns}	0,305 ^{ns}	72,43	541	1,39+	-15 ^{ns}	83
18	93-5552	21	1,25 ^{ns}	-34397 ^{ns}	82	21,08	0,99 ^{ns}	0,039 ^{ns}	81,64	461	1,23 ^{ns}	-418 ^{ns}	81
19	93-5582	22	1,09 ^{ns}	69687 ^{ns}	63	20,73	1,23 ^{ns}	-0,011 ^{ns}	88,72	474	1,08 ^{ns}	2857 ^{ns}	66
20	93-5585	21	0,73 ^{ns}	-24022 ^{ns}	60,2	20,36	0,27 ^{ns}	0,176 ^{ns}	84,69	436	0,87 ^{ns}	-24 ^{ns}	66,6
21	93-5586	21	0,95 ^{ns}	-2123 ^{ns}	67,5	20,84	1,11 ^{ns}	0,008 ^{ns}	86,00	451	1,09 ^{ns}	761 ^{ns}	73,1
22	93-5597	22	1,19 ^{ns}	51817 ^{ns}	69,7	20,03	0,93 ^{ns}	-0,096 ^{ns}	85,67	473	1,19 ^{ns}	2465 ^{ns}	71,8
23	93-5690	22	1,06 ^{ns}	224391**	47,9	21,07	0,64*	1,254**	32,59	462	0,88 ^{ns}	9017**	42,9
24	93-5692	24	0,88 ^{ns}	80026 ^{ns}	52,1	20,25	1,23 ^{ns}	0,120 ^{ns}	85,25	500	0,93 ^{ns}	3083 ^{ns}	58,8
25	93-5843	23	1,37 ^{ns}	-17994 ^{ns}	83,2	21,07	0,96 ^{ns}	1,131**	53,53	509	1,54++	-804 ^{ns}	87,9
26	93-5860	24	1,18 ^{ns}	103100 ^{ns}	63,4	21,76	0,72+	0,172 ^{ns}	64,33	528	1,34 ^{ns}	5080*	70,5
27	93-5884	22	0,77 ^{ns}	-510 ^{ns}	57,8	20,25	0,76 ^{ns}	0,437*	57,25	444	0,73 ^{ns}	203 ^{ns}	57,1

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

ns: não significativo pelo teste t ou F.

Tabela 23. Linhagens Semiprecoces: média, coeficiente de regressão (b_i), variância dos desvios da regressão ($S^2 d_i$) e coeficiente de determinação (R^2) para os caracteres produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

N	Nº USP	PG (Kg/ha)				%OL				PO (Kg/ha)			
		Média	b_i	$S^2 d_i$	R^2	Média	b_i	$S^2 d_i$	R^2	Média	b_i	$S^2 d_i$	R^2
1	93-1052	23	1,15 ^{ns}	251005**	49	20,51	0,90 ^{ns}	0,815**	59,6	478	1,19 ^{ns}	11000**	53,3
2	93-1106	27	0,99 ^{ns}	393051**	34	21,54	0,64++	0,490**	51,2	586	1,01 ^{ns}	16081**	38,1
3	93-1119	24	1,19 ^{ns}	-32132 ^{ns}	85	20,90	0,93 ^{ns}	-0,126 ^{ns}	89,2	509	1,08 ^{ns}	-1457 ^{ns}	84,0
4	93-1125	23	1,13 ^{ns}	753 ^{ns}	77	21,42	1,44++	0,490**	83,9	494	1,14 ^{ns}	269 ^{ns}	78,2
5	93-1202	23	0,93 ^{ns}	116969**	51	18,54	0,96 ^{ns}	0,051 ^{ns}	83,0	433	0,88 ^{ns}	4211*	53,2
6	93-1211	26	1,36 ^{ns}	66011 ^{ns}	75	19,61	0,88 ^{ns}	-0,033 ^{ns}	83,9	511	1,17 ^{ns}	4066*	67,2
7	93-2002	23	1,04 ^{ns}	-10431 ^{ns}	77	20,95	1,24 ^{ns}	0,156 ^{ns}	86,6	494	1,06 ^{ns}	-542 ^{ns}	79,2
8	93-2027	25	0,80 ^{ns}	17725 ^{ns}	60	21,04	1,06 ^{ns}	-0,079 ^{ns}	89,8	547	0,96 ^{ns}	856 ^{ns}	69,1
9	93-2072	21	1,24 ^{ns}	274043**	52	20,73	1,09 ^{ns}	0,603**	72,5	442	1,07 ^{ns}	14155**	43,3
10	93-2084	27	1,20 ^{ns}	146084**	60	21,00	1,18 ^{ns}	-0,165 ^{ns}	94,1	571	1,33 ^{ns}	7341**	65,3
11	93-2103	25	0,95 ^{ns}	51901 ^{ns}	61	21,08	0,97 ^{ns}	0,145 ^{ns}	80,0	546	0,95 ^{ns}	3036 ^{ns}	60,6
12	93-2104	24	1,06 ^{ns}	86663*	61	20,52	0,98 ^{ns}	0,200 ^{ns}	78,7	499	0,98 ^{ns}	3193 ^{ns}	61,7
13	93-2250	22	0,81 ^{ns}	157708**	40	21,07	1,09 ^{ns}	0,139 ^{ns}	83,7	475	0,71 ^{ns}	7781**	34,4
14	93-2259	24	1,00 ^{ns}	50921 ^{ns}	64	21,04	0,85 ^{ns}	0,047 ^{ns}	79,5	513	1,02 ^{ns}	2653 ^{ns}	65,1
15	93-2294	23	0,85 ^{ns}	63760 ^{ns}	54	20,97	0,84 ^{ns}	0,079 ^{ns}	77,7	492	0,86 ^{ns}	3674 ^{ns}	53,7
16	93-2302	24	0,69 ^{ns}	148876**	33	20,85	1,06 ^{ns}	0,483**	74,1	524	0,83 ^{ns}	9246**	38,9
17	93-2306	23	0,94 ^{ns}	-54163 ^{ns}	85	21,05	0,88 ^{ns}	0,283 ^{ns}	72,3	493	0,98 ^{ns}	-1588 ^{ns}	81,9
18	93-2316	28	1,23 ^{ns}	-2202 ^{ns}	81	20,01	1,23 ^{ns}	0,096 ^{ns}	87,8	561	1,10 ^{ns}	134 ^{ns}	77,4
19	93-2419	19	0,86 ^{ns}	15099 ^{ns}	64	20,36	0,83 ^{ns}	0,010 ^{ns}	80,4	399	0,76 ^{ns}	181 ^{ns}	61,8
20	93-2475	24	0,88 ^{ns}	25729 ^{ns}	63	19,97	0,90 ^{ns}	-0,111 ^{ns}	87,7	492	0,81 ^{ns}	-49 ^{ns}	66,3
21	93-2479	25	1,18 ^{ns}	-28964 ^{ns}	85	19,82	1,16 ^{ns}	0,001 ^{ns}	89,0	511	1,07 ^{ns}	-1312 ^{ns}	83,0
22	93-2529	22	0,79 ^{ns}	39009 ^{ns}	54	21,90	1,05 ^{ns}	0,370*	76,4	494	0,98 ^{ns}	1416 ^{ns}	68,0
23	93-2565	21	0,62 ^{ns}	88471*	35	19,51	0,93 ^{ns}	0,489**	68,4	414	0,60+	3177 ^{ns}	37,5
24	93-2667	20	1,16 ^{ns}	94350*	65	21,46	1,22 ^{ns}	0,611**	76,7	440	1,17 ^{ns}	6405**	61,3
25	93-2680	24	1,29+	628045**	37	20,73	0,98 ^{ns}	-0,093 ^{ns}	88,7	499	1,33 ^{ns}	24785**	42,8
26	93-2693	23	1,02 ^{ns}	293983**	40	21,42	1,22 ^{ns}	-0,009 ^{ns}	90,2	506	1,20 ^{ns}	12306**	51,9
27	93-2697	25	1,13 ^{ns}	167068**	55	20,29	1,04 ^{ns}	-0,179 ^{ns}	93,0	519	1,26 ^{ns}	7052**	63,6
28	93-2699	23	0,93 ^{ns}	73417 ^{ns}	57	19,32	0,93 ^{ns}	-0,019 ^{ns}	84,6	451	0,79 ^{ns}	3106 ^{ns}	51,2
29	93-2727	22	0,88 ^{ns}	-12959 ^{ns}	71	21,38	1,07 ^{ns}	-0,195 ^{ns}	93,9	471	0,85 ^{ns}	-928 ^{ns}	73,3
30	93-2756	22	1,04 ^{ns}	122682*	56	20,97	1,20 ^{ns}	0,242 ^{ns}	83,7	477	1,15 ^{ns}	3334 ^{ns}	68,7
31	93-2781	21	0,57+	-50935 ^{ns}	67	19,68	0,93 ^{ns}	0,250 ^{ns}	75,3	422	0,53+	-2750 ^{ns}	70,7
32	93-2790	24	0,66 ^{ns}	57596 ^{ns}	42	20,80	1,08 ^{ns}	-0,076 ^{ns}	90,0	509	0,80 ^{ns}	4822*	46,4
33	93-2857	23	0,98 ^{ns}	19461 ^{ns}	68	20,59	0,87 ^{ns}	0,092 ^{ns}	78,3	484	1,01 ^{ns}	1960 ^{ns}	67,3
34	93-2858	21	1,18 ^{ns}	454830**	39	20,89	0,80 ^{ns}	-0,083 ^{ns}	83,4	437	1,02 ^{ns}	17818 ^{ns}	36,9
35	93-2897	26	1,00 ^{ns}	76067 ^{ns}	60	20,38	0,83 ^{ns}	-0,090 ^{ns}	85,0	539	1,07 ^{ns}	3182 ^{ns}	65,6
36	93-2909	24	0,86 ^{ns}	-14629 ^{ns}	70	20,86	0,97 ^{ns}	-0,144 ^{ns}	90,7	517	0,80 ^{ns}	-771 ^{ns}	69,8
37	93-2916	23	0,94 ^{ns}	82184*	56	21,26	0,92 ^{ns}	0,174 ^{ns}	77,3	508	1,00 ^{ns}	5203*	56,8
38	94-1017	22	1,43+	122572*	71	21,30	0,82 ^{ns}	0,004 ^{ns}	80,0	478	1,44+	7432**	68,7

+, ++: significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

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

ns: não significativo pelo teste t ou F.

Tabela 24. Linhagens Semitardias: média, coeficiente de regressão (b_i), variância dos desvios da regressão ($S^2 d_i$) e coeficiente de determinação (R^2) para os caracteres produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

N	Nº USP	PG (Kg/ha)				%OL				PO (Kg/ha)			
		Média	b_i	$S^2 d_i$	R^2	Média	b_i	$S^2 d_i$	R^2	Média	b_i	$S^2 d_i$	R^2
1	93-2521	2047	0,94 ^{ns}	-59828 ^{ns}	84,2	19,71	1,17 ^{ns}	0,032 ^{ns}	83,6	409	0,95 ^{ns}	-2961 ^{ns}	87,0
2	93-5263	2088	1,24 ^{ns}	72734 ^{ns}	79,7	19,47	1,36+	-0,086 ^{ns}	90,9	411	1,17 ^{ns}	2364 ^{ns}	80,5
3	93-5391	2166	0,78 ^{ns}	215941*	48,7	21,15	0,65+	0,228 ^{ns}	51,3	463	0,85 ^{ns}	11546**	52,0
4	93-5419	2268	1,07 ^{ns}	134394 ^{ns}	69,8	20,75	1,14 ^{ns}	-0,008 ^{ns}	84,5	472	1,12 ^{ns}	5546 ^{ns}	73,8
5	93-5513	2380	1,07 ^{ns}	190027*	65,9	19,80	0,94 ^{ns}	0,138 ^{ns}	72,2	474	1,02 ^{ns}	7248*	67,3
6	93-5684	2204	1,09 ^{ns}	-92333 ^{ns}	91,4	20,59	0,94 ^{ns}	-0,042 ^{ns}	80,4	459	1,12 ^{ns}	-2817 ^{ns}	90,0
7	93-5802	1951	0,80 ^{ns}	95199 ^{ns}	60,3	20,82	0,79 ^{ns}	0,339 ^{ns}	56,7	407	0,77 ^{ns}	4352 ^{ns}	59,5

+, ++: significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

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

ns: não significativo pelo teste t ou F.

Tabela 25. Linhagens Precoces: análise de variância com a decomposição da interação genótipos x ambientes nos quatro primeiros componentes principais da interação (CPI) para os caracteres produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Fontes De Variação	G.L.	Quadrados Médios					
		PG (Kg/ha)		%OL		PO (Kg/ha)	
		Q.M.	R ² (%) ^a	Q.M.	R ² (%) ^a	Q.M.	R ² (%) ^a
Linhagens (G)	27	514168**	8,00	7,7377**	25,55	24787**	8,03
Ambientes (E)	11	9443717**	59,99	38,2770**	51,49	464086**	61,27
G x E	297	187033**	32,00	0,6322**	22,96	8612**	30,69
CPI1	37	353244**	23,53	1,7751**	35,00	16312**	23,60
Resíduo _{AMMI1}	260	163380**	-	0,4696 ^{ns}	-	7516**	-
CPI2	35	290281**	18,29	0,9824**	18,29	12460**	17,05
Resíduo _{AMMI2}	225	143639**	-	0,3898 ^{ns}	-	6747**	-
CPI3	33	213305**	12,67	0,7126 ^{ns}	12,52	10487**	13,53
Resíduo _{AMMI3}	192	131665**	-	0,3343 ^{ns}	-	6105**	-
CPI4	31	206896**	11,55	0,5448 ^{ns}	9,00	9628**	11,66
Resíduo _{AMMI4}	161	117180 ^{ns}	-	0,2938 ^{ns}	-	5426 ^{ns}	-
Erro médio/r ¹	324	95384		0,5275		4372	

a: %SQ_{Tratamentos} /G, E e GxE; %SQ_{GxE}/CPI.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

ns: não significativo pelo teste F.

1: número de repetições.

Tabela 26. Linhagens Semiprecoces: análise de variância com a decomposição da interação genótipos x ambientes nos quatro primeiros componentes principais da interação (CPI) para os caracteres produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Fontes De Variação	G.L.	Quadrados Médios					
		PG (kg/ha)		%OL		PO (KG/ha)	
		Q.M.	R ² (%) ^a	Q.M.	R ² (%) ^a	Q.M.	R ² (%) ^a
Linhagens (G)	37	445499**	8,57	5,9765**	18,00	21776**	8,89
Ambientes (E)	11	8859089**	50,65	73,2365**	65,56	425332**	51,64
G x E	407	192822**	40,79	0,4964**	16,44	8786**	39,47
CPI1	47	390367**	23,38	1,0648**	24,77	17645**	23,19
Resíduo _{AMMI1}	360	167031**	-	0,4222 ^{ns}	-	7629**	-
CPI2	45	367533**	21,07	0,7153**	15,93	17237**	21,69
Resíduo _{AMMI2}	315	138388**	-	0,3803 ^{ns}	-	6257**	-
CPI3	43	240795**	13,20	0,6714**	14,29	10272**	12,35
Resíduo _{AMMI3}	272	122199**	-	0,3343 ^{ns}	-	5622**	-
CPI4	41	203457**	10,63	0,5333 ^{ns}	10,83	10189**	11,69
Resíduo _{AMMI4}	231	107776 ^{ns}	-	0,2990 ^{ns}	-	4811 ^{ns}	-
Erro médio/r ¹	444	91582		0,3519		4188	

a: %SQ_{Tratamentos} /G, E e GxE; %SQ_{GxE}/CPI.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

ns: não significativo pelo teste F.

1: número de repetições.

Tabela 27. Linhagens Intermediárias: análise de variância com a decomposição da interação genótipos x ambientes nos dois primeiros componentes principais da interação (CPI) para os caracteres produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Fontes De Variação	G.L.	Quadrados Médios					
		PG (Kg/ha)		%OL		PO (Kg/ha)	
		Q.M.	R ² (%) ^a	Q.M.	R ² (%) ^a	Q.M.	R ² (%) ^a
Linhagens (G)	26	721452**	12,41	5,5733**	17,51	32865**	12,13
Ambientes (E)	11	7073925**	51,50	46,3884**	61,68	341871**	53,38
G x E	286	190603**	36,08	0,6018**	20,80	8497**	34,49
CPI1	36	391920**	25,88	1,2501**	26,14	17150**	25,40
Resíduo _{AMMI1}	250	161614 ^{ns}	-	0,5085**	-	7251**	-
CPI2	34	298298**	18,61	1,0033**	19,82	12887**	18,03
Resíduo _{AMMI2}	216	140099 ^{ns}	-	0,4306 ^{ns}	-	6364 ^{ns}	-
Erro médio/r ¹	312	126928		0,3767		5332	

a: %SQ_{Tratamentos} /G, E e GxE; %SQ_{GxE}/CPI.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

ns: não significativo pelo teste F.

1: número de repetições.

Tabela 28. Linhagens Semitardias: análise de variância com a decomposição da interação genótipos x ambientes no primeiro componente principal da interação (CPI) para os caracteres produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Fontes De Variação	G.L.	Quadrados Médios					
		PG (Kg/ha)		%OL		PO (Kg/ha)	
		Q.M.	R ² (%) ^a	Q.M.	R ² (%) ^a	Q.M.	R ² (%) ^a
Linhagens (G)	6	246948 ^{ns}	2,45	5,1631**	18,39	11958 ^{ns}	2,62
Ambientes (E)	11	3761914**	68,43	9,2327**	60,28	173480**	69,85
G x E	66	266823*	29,12	0,5448*	21,34	11392*	27,52
CPI1	16	434147**	39,44	0,8545**	38,02	18375**	39,10
Resíduo _{AMMI1}	50	213280 ^{ns}	-	0,4457 ^{ns}	-	9158 ^{ns}	-
Erro médio/r ¹	72	158032		0,3564		6599	

a: %SQ_{Tratamentos} /G, E e GxE; %SQ_{GxE}/CPI.

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

ns: não significativo pelo teste F.

1: número de repetições.

Tabela 29. Linhagens precoces: médias e interações preditas pelo modelo AMMI4 (A_i %) para linhagens, ambientes e locais, referentes ao caráter produtividade de grãos (Kg/ha). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Linhagem Nº USP	Ambientes												Média/ linhagem	A_i (%) / linhagem
	AN96	AN97	AN98	AN99	AR96	AR97	AR98	AR99	ES96	ES97	ES98	ES99		
93-1002	1854	2420	2316	3407	1533	2271	902	1816	2415	2272	2473	1736	2118	1,789
93-1042	3001	2939	2311	3530	1830	2813	1558	2807	2597	3373	2756	2035	2629	1,681
93-1043	2628	2459	3483	3068	1298	2741	945	2332	3197	4172	2597	1570	2541	9,420
93-1044	1425	2578	2622	3890	1622	2415	1169	2182	2926	3010	2407	1992	2353	3,523
93-1050	1817	2785	1424	3963	1748	2286	1613	2448	2257	2112	2240	2163	2238	6,460
93-1051	1357	2418	3087	3726	1531	2377	897	1782	3077	2791	2500	1872	2284	6,170
93-1069	2431	2481	1837	3159	1350	2309	1172	2295	2196	2704	2227	1637	2150	0,991
93-1072	2441	2346	2329	3135	1030	2165	1343	1793	2651	1731	1986	1715	2055	3,041
93-1077	2193	2611	3058	3566	1568	2606	1190	2156	3072	3087	2609	1922	2470	1,884
93-1101	2344	2833	3087	3926	1582	2672	1774	2330	3430	2669	2464	2290	2617	2,370
93-1107	2364	2634	2136	3394	1645	2504	1147	2394	2362	3049	2553	1789	2331	1,026
93-1109	3118	2960	2194	3518	1857	2777	1614	2702	2501	2934	2776	2077	2586	2,257
93-1122	2586	2594	2205	3199	1779	2511	888	2066	2133	2574	2851	1705	2257	3,260
93-1187	2919	2610	2794	3393	842	2449	2103	2432	3446	2495	1718	2026	2435	6,473
93-1188	2933	2718	2525	3384	1396	2572	1657	2369	2860	2538	2354	1981	2440	1,376
93-1195	2198	2570	2505	3473	1374	2481	1326	2425	2832	3267	2262	1826	2378	0,649
93-1203	3529	2827	2454	3197	1369	2743	1818	2760	2817	3105	2380	1933	2578	3,879
94-1004	1401	2876	2075	4380	1665	2454	1892	2806	3051	3115	2070	2372	2513	7,137
94-1012	2420	2866	2370	3820	1638	2635	1746	2690	2918	3061	2391	2168	2560	0,459
94-1024	1788	2710	1653	3833	1734	2334	1387	2427	2290	2541	2335	2027	2255	3,521
94-1044	3312	2934	2452	3524	1251	2767	2241	3133	3195	3494	2055	2136	2708	4,885
94-1055	2798	2425	1560	2852	1485	2227	908	1883	1672	1783	2503	1513	1967	6,537
94-1061	1906	2660	2460	3712	1684	2528	1205	2392	2730	3239	2524	1938	2415	1,372
94-1070	2769	2744	3082	3603	1387	2625	1771	2192	3345	2353	2384	2154	2534	3,367
94-1081	3111	2683	2559	3111	1278	2751	1490	2970	2837	4252	2307	1692	2587	7,065
94-1086	3437	3131	2935	3670	1906	3075	1866	2908	3121	3474	2941	2270	2894	1,290
94-1087	2558	2699	2731	3457	1632	2665	1273	2379	2816	3194	2656	1900	2497	0,647
94-1097	1193	2609	2387	4099	1350	2348	1590	2628	3181	3497	1883	2087	2404	7,469
Média/ambiente	2422	2683	2451	3535	1513	2539	1446	2411	2783	2924	2400	1947		
A_i (%) /ambiente	25,04	1,10	12,71	8,99	6,18	0,45	6,28	4,10	8,17	17,21	7,10	2,67		
		ANHEMBI				Locais AREÃO				ESALQ				
Média/local		2773				1977				2514				
A_i (%) /local		47,84				17,01				35,15				

Tabela 30. Linhagens precoces: médias e interações preditas pelo modelo AMMI1 (A_i %) para linhagens, ambientes e locais, referentes ao caráter porcentagem de óleo (%). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Linhagem Nº USP	Ambientes												Média/ linhagem	Ai (%) / linhagem
	AN96	AN97	AN98	AN99	AR96	AR97	AR98	AR99	ES96	ES97	ES98	ES99		
93-1002	21	23	20	24	21	21	23	21	20	22	22	23	21,75	4,5882
93-1042	22	24	20	25	21	22	23	22	21	22	23	24	22,42	8,3134
93-1043	22	24	20	23	23	22	24	21	21	22	23	23	22,33	0,3332
93-1044	22	24	20	23	23	22	24	21	21	22	23	23	22,33	0,4863
93-1050	22	23	20	23	22	21	23	20	20	21	22	22	21,58	0,1055
93-1051	22	23	19	22	22	21	23	20	20	21	22	21	21,33	3,2145
93-1069	22	23	20	22	23	21	23	20	20	21	22	22	21,58	2,679
93-1072	21	23	19	24	20	21	22	21	20	21	22	24	21,50	8,4098
93-1077	21	23	19	22	22	21	23	20	20	21	22	22	21,33	0,7181
93-1101	21	23	19	24	21	21	22	21	20	22	22	24	21,67	6,1326
93-1107	22	22	19	21	23	20	23	19	19	20	22	20	20,83	15,7708
93-1109	21	22	19	22	21	20	22	19	19	21	21	22	20,75	0,0248
93-1122	21	23	20	23	22	21	23	20	20	21	22	22	21,50	0,0004
93-1187	21	22	18	21	21	20	22	19	19	20	21	21	20,42	1,4260
93-1188	22	24	20	24	22	22	23	22	21	22	23	24	22,42	5,5111
93-1195	23	23	20	22	24	22	24	20	20	22	23	22	22,08	10,806
93-1203	21	23	20	24	21	22	23	21	20	22	22	24	21,92	6,2623
94-1004	21	23	20	23	22	21	23	20	20	21	22	22	21,5	0,0039
94-1012	22	24	20	24	22	22	23	21	21	22	23	23	22,25	0,0656
94-1024	22	24	20	25	21	22	23	22	21	22	23	25	22,50	9,9418
94-1044	21	22	19	22	21	20	22	19	19	20	21	21	20,58	1,4176
94-1055	22	22	19	22	22	21	23	19	19	21	22	21	21,08	4,0515
94-1061	21	22	19	21	22	20	22	19	19	20	21	20	20,50	6,5215
94-1070	21	23	19	23	21	21	23	20	20	21	22	23	21,42	0,7001
94-1081	20	22	18	22	21	20	22	19	19	20	21	21	20,42	0,0001
94-1086	21	22	19	22	21	20	22	19	19	20	21	21	20,58	0,7001
94-1087	20	22	18	22	21	20	22	19	19	20	21	21	20,42	0,0248
94-1097	19	21	17	21	19	19	20	18	18	19	20	21	19,33	1,8003
Média/ambiente	21,3	22,8	19,3	22,7	21,6	20,9	22,7	20,1	19,8	21	21,9	22,2		
Ai (%) /ambiente	8,14	0,12	0,26	15,4	33,5	0,09	6,33	5,58	0,02	0,59	2,11	27,9		

Tabela 31. Linhagens precoces: médias e interações preditas pelo modelo AMMI4 (A_i %) para linhagens, ambientes e locais, referentes ao caráter produtividade de óleo (Kg/ha). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Linhagem Nº USP	Ambientes												Média/ linhagem	A_i (%) / linhagem
	AN96	AN97	AN98	AN99	AR96	AR97	AR98	AR99	ES96	ES97	ES98	ES99		
93-1002	437	662	397	834	302	452	170	399	496	544	422	416	461	2,19
93-1042	625	621	532	808	420	633	451	582	577	684	673	474	590	1,34
93-1043	607	636	709	715	322	582	179	466	714	851	591	363	561	9,71
93-1044	286	581	530	883	384	542	311	487	616	667	572	443	525	4,47
93-1050	381	637	293	928	396	501	381	494	424	445	508	503	491	7,03
93-1051	277	537	541	798	322	502	217	428	606	678	533	369	484	4,85
93-1069	541	627	382	752	308	475	194	416	445	540	477	380	461	1,37
93-1072	469	476	366	703	203	462	404	440	465	496	431	380	441	2,14
93-1077	484	640	552	808	345	538	227	461	609	695	542	413	526	1,67
93-1101	481	673	534	921	333	558	420	525	660	656	495	531	566	1,78
93-1107	478	482	423	685	361	543	330	484	443	586	636	341	483	3,18
93-1109	705	661	407	788	355	563	398	527	478	562	554	469	539	3,31
93-1122	517	514	409	681	402	552	275	482	410	586	670	332	486	4,50
93-1187	557	461	462	702	148	509	571	500	581	567	421	431	493	8,04
93-1188	620	647	494	808	321	558	389	515	577	632	524	470	546	0,60
93-1195	545	630	527	781	322	537	269	469	587	670	530	414	523	0,73
93-1203	747	707	509	802	319	572	377	523	585	649	517	487	566	2,70
94-1004	341	651	474	973	345	528	422	511	626	595	474	541	540	5,11
94-1012	522	736	512	937	391	563	332	518	618	651	527	527	570	1,35
94-1024	395	700	379	947	407	507	277	475	497	531	505	500	510	4,55
94-1044	679	653	520	804	255	553	452	520	626	641	462	495	555	3,00
94-1055	626	596	259	661	321	453	147	394	287	441	504	320	417	7,10
94-1061	380	545	484	777	344	520	270	457	540	631	564	380	491	1,44
94-1070	644	761	533	872	275	518	278	466	647	659	406	504	547	4,36
94-1081	721	620	555	689	250	545	308	473	599	692	502	394	529	4,56
94-1086	666	606	568	767	408	644	447	583	596	720	689	452	596	2,40
94-1087	487	546	470	745	373	556	320	494	506	628	621	383	511	1,40
94-1097	218	519	438	857	274	464	339	434	567	560	442	426	462	5,11
Média/ambiente	516	612	474	801	329	533	327	483	549	616	528	434		
A_i (%) /ambiente	26,18	6,71	7,24	11,25	6,76	0,79	13,37	1,07	7,36	6,3	8,97	3,99		
Locais														
AREÃO														
Média/local	ANHEMBI				AREÃO				ESALQ					
	600				418				532					
A_i (%) /local	51,39				22,00				26,60					

Linagem Nº USP	Ambientes												Média/ linagem	A _i (%) / linagem
	AN96	AN97	AN98	AN99	AR96	AR97	AR98	AR99	ES96	ES97	ES98	ES99		
93-1052	2816	3056	1834	3526	1716	2966	1265	1600	2146	3179	2033	1767	2325	5,01
93-1106	2078	3164	3332	4522	1584	2746	2654	2391	3252	2450	2557	1986	2726	7,71
93-1119	2632	2736	2793	2810	1667	2344	2343	1640	2943	2925	2660	1834	2444	0,28
93-1125	2715	2809	2648	2981	1508	2613	2032	1810	2910	2427	2162	1199	2318	1,55
93-1202	2551	2502	2772	2324	1586	2034	2401	1396	2909	2931	2744	1827	2331	1,39
93-1211	2828	3178	2975	3393	1793	3127	2186	2127	3259	2717	2402	1346	2611	2,54
93-2002	2853	2752	2411	3118	1592	2272	2121	1688	2569	2778	2350	1872	2365	0,44
93-2027	3080	2740	2797	2890	1815	2019	2726	1735	2870	3112	2896	2398	2590	1,62
93-2072	1655	2488	2665	1717	1569	2712	1564	846	2974	3391	2747	1222	2129	6,06
93-2084	2598	2988	2661	3348	2017	2497	2325	1588	2703	3830	3122	2839	2710	2,87
93-2103	2960	2836	2952	2716	1834	2419	2562	1767	3136	3051	2827	1921	2582	0,63
93-2104	3262	2932	2600	3149	1649	2583	2216	2024	2880	2454	2170	1408	2444	2,09
93-2250	2507	2261	2789	1823	1549	1652	2561	1145	2887	3032	2937	1977	2260	4,62
93-2259	2644	2921	2617	2995	1718	2785	1955	1686	2872	2988	2454	1587	2435	0,46
93-2294	3290	2751	2606	2698	1570	2371	2268	1878	2909	2346	2168	1246	2342	2,32
93-2302	3297	3016	2648	3405	1652	2657	2259	2171	2913	2360	2118	1407	2492	3,10
93-2306	2900	2705	2600	2588	1612	2390	2155	1630	2860	2721	2395	1477	2336	0,48
93-2316	3083	3170	2940	2895	2197	2962	2392	1796	3196	3741	3105	2238	2810	0,78
93-2419	2730	2477	1886	2375	1349	2260	1437	1228	2222	2597	1900	1184	1970	0,96
93-2475	3090	2778	2465	2971	1755	2202	2308	1671	2618	3063	2597	2172	2474	0,71
93-2479	2960	3045	2758	3340	1792	2749	2257	1984	2972	2868	2484	1760	2581	0,61
93-2529	2078	2431	2624	2404	1508	2027	2144	1165	2707	3109	2759	1951	2242	1,76
93-2565	2768	2562	1972	2486	1523	2261	1600	1234	2253	2969	2198	1625	2121	0,89
93-2667	2039	2458	2602	2240	1306	2417	1771	1269	2866	2513	2233	945	2055	1,68
93-2680	502	2802	3118	3210	1577	3028	1709	1121	3104	3647	3082	1934	2403	13,08
93-2693	3187	2764	1947	2458	1883	2433	1696	1249	2265	3605	2554	2133	2348	3,52
93-2697	2046	2920	2476	3629	1792	2539	1961	1464	2474	3654	2866	2668	2541	4,38
93-2699	2581	2598	2748	1969	1725	2421	2139	1274	3026	3211	2792	1578	2339	2,26
93-2727	2698	2547	2336	2287	1570	2250	1901	1286	2597	2966	2428	1590	2205	0,49
93-2756	2211	2879	2042	3077	1684	2893	1272	1258	2304	3452	2352	1810	2270	3,59
93-2781	2736	2538	2286	2808	1355	2090	1967	1550	2481	2393	2073	1447	2144	0,59
93-2790	2523	2632	2625	3450	1514	1831	2531	1710	2560	2771	2611	2415	2431	2,67
93-2857	2694	2792	2319	3498	1529	2286	2026	1739	2424	2717	2245	1965	2353	1,46
93-2858	4129	2314	1964	1498	1592	1601	2221	1351	2375	2585	2173	1473	2106	8,79
93-2897	2844	2934	2893	3815	1670	2231	2703	2127	2886	2657	2589	2261	2634	2,54
93-2909	3139	2794	2684	2815	1730	2315	2410	1788	2891	2826	2546	1815	2479	0,54
93-2916	2864	2514	2749	2085	1698	2018	2471	1383	2938	3066	2829	1882	2375	2,27
94-1017	3051	2929	1980	3081	1612	2844	1426	1659	2367	2760	1893	1290	2241	3,23
Média/ambiente	2701	2756	2556	2852	1652	2417	2104	1590	2750	2944	2501	1775		
A _i (%) /ambiente	24,4	1,61	5,3	18,8	1,09	8,61	6,74	4,38	4,49	11,08	5,53	8,05		

Tabela 33. Linhagens semiprecoces: médias e interações preditas pelo modelo AMMI1 (A_i %) para linhagens, ambientes e locais, referentes ao caráter porcentagem de óleo (%). Soja, Piracicaba, SP. Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Linhagem Nº USP	Ambientes												Média/ linhagem	A_i (%) / linhagem
	AN96	AN97	AN98	AN99	AR96	AR97	AR98	AR99	ES96	ES97	ES98	ES99		
93-1052	20	21	18	23	18	20	21	20	19	21	22	24	20,58	8,131
93-1106	21	23	20	22	20	21	23	21	21	21	23	22	21,50	7,114
93-1119	20	22	19	22	19	20	22	20	20	21	22	23	20,83	0,010
93-1125	20	22	18	24	19	20	22	21	20	22	23	25	21,33	19,730
93-1202	18	20	16	19	17	18	20	18	18	18	20	20	18,50	2,068
93-1211	19	21	17	21	18	19	21	19	19	19	21	22	19,67	0,464
93-2002	20	22	18	23	19	20	22	21	20	21	22	24	21,00	2,962
93-2027	20	22	19	22	19	21	22	20	20	21	22	23	20,92	0,006
93-2072	20	22	19	21	19	20	22	20	20	20	22	22	20,58	1,412
93-2084	20	22	19	22	19	20	22	20	20	21	22	23	20,83	0,310
93-2103	20	22	19	22	19	21	22	20	20	21	22	23	20,92	0,002
93-2104	20	22	18	22	19	20	22	20	19	20	22	23	20,58	1,151
93-2250	20	22	18	23	19	20	22	21	20	21	22	24	21,00	3,185
93-2259	20	23	19	22	19	21	23	20	20	21	23	23	21,17	1,552
93-2294	20	23	19	22	19	21	23	20	20	21	22	22	21,00	2,158
93-2302	20	23	19	21	19	21	23	20	20	21	22	22	20,92	4,899
93-2306	21	23	19	21	19	21	23	20	20	21	23	22	21,08	4,366
93-2316	19	21	18	21	18	19	21	19	19	20	21	22	19,83	0,021
93-2419	20	22	18	21	19	20	22	20	19	20	22	22	20,42	0,465
93-2475	19	21	18	21	18	20	21	19	19	20	21	22	19,92	0,578
93-2479	19	21	17	22	18	19	21	19	19	20	21	23	19,92	4,676
93-2529	21	23	19	24	20	21	23	22	21	22	23	25	22,00	4,133
93-2565	19	21	17	20	18	19	21	19	19	19	21	21	19,50	2,628
93-2667	21	22	19	23	20	21	22	21	20	21	23	24	21,42	2,337
93-2680	20	22	18	22	19	20	22	20	20	21	22	23	20,75	0,110
93-2693	21	22	19	23	19	21	22	21	20	21	23	24	21,33	3,914
93-2697	20	22	18	21	18	20	22	20	19	20	22	22	20,33	0,001
93-2699	19	21	17	20	18	19	21	19	19	19	21	21	19,50	1,881
93-2727	21	22	19	23	19	21	22	21	20	21	23	24	21,33	1,344
93-2756	20	22	19	22	19	21	22	20	20	21	22	23	20,92	0,107
93-2781	19	21	18	20	18	19	21	19	19	19	21	21	19,58	4,305
93-2790	20	22	18	23	19	20	22	20	20	21	22	23	20,83	2,570
93-2857	20	22	18	22	19	20	22	20	20	20	22	23	20,67	0,465
93-2858	20	23	19	21	19	21	23	20	20	21	22	22	20,92	3,097
93-2897	20	22	18	21	19	20	22	20	20	20	22	22	20,50	1,737
93-2909	20	22	18	22	19	20	22	20	20	21	22	23	20,75	0,242
93-2916	21	23	19	21	20	21	23	20	21	21	23	22	21,25	5,461
94-1017	21	23	19	22	20	21	23	21	20	21	23	23	21,42	0,404
Média/ambiente	20	22	18,3	21,8	18,8	20,2	22	20	19,7	20,5	22	22,7		
A_i (%) /ambiente	1,27	9,44	5,64	35,9	1,21	3,47	6,15	2,68	1,73	0,9	0,64	30,9		
		ANHEMBI				Locais AREÃO				ESALQ				
Média/local		20,5				20,3				21,2				
A_i (%) /local		52,3				13,5				34,2				

Linagem	Ambientes												Média/	A _i (%) /
Nº USP	AN96	AN97	AN98	AN99	AR96	AR97	AR98	AR99	ES96	ES97	ES98	ES99	linagem	linagem
93-1052	576	631	327	841	298	541	285	334	435	633	431	407	478	5,206
93-1106	434	707	672	946	329	588	638	493	704	499	581	436	585	7,067
93-1119	552	610	499	620	325	478	509	333	569	604	582	431	509	0,127
93-1125	561	636	466	722	299	536	451	382	557	527	473	320	494	1,480
93-1202	485	514	447	435	259	368	477	230	510	545	555	371	433	1,421
93-1211	543	667	506	737	313	601	454	403	592	544	483	287	511	2,347
93-2002	577	596	438	678	309	443	470	332	521	583	535	450	494	0,450
93-2027	630	619	525	642	361	426	601	367	596	618	638	541	547	1,415
93-2072	339	556	497	357	290	550	357	158	531	730	633	308	442	6,343
93-2084	519	649	494	793	387	511	467	315	539	809	698	675	571	4,158
93-2103	583	648	558	594	368	532	555	360	625	652	636	437	546	0,508
93-2104	651	636	446	693	314	509	476	399	556	516	465	329	499	1,864
93-2250	494	519	514	405	301	334	573	229	555	611	670	497	475	4,996
93-2259	538	650	501	668	330	578	449	356	579	618	543	350	513	0,584
93-2294	654	626	486	586	311	503	525	397	594	478	476	266	492	2,770
93-2302	694	671	494	713	334	548	531	457	610	485	463	293	524	3,705
93-2306	575	617	493	573	315	514	490	345	578	563	533	323	493	0,659
93-2316	628	659	518	610	401	543	512	342	593	749	668	514	561	0,876
93-2419	513	529	338	511	235	437	321	232	436	538	431	266	399	0,593
93-2475	620	589	417	625	321	428	464	316	508	611	547	464	492	0,747
93-2479	546	636	480	740	315	522	469	371	559	576	523	400	511	0,659
93-2529	433	570	517	571	306	441	501	262	554	647	641	485	494	1,687
93-2565	528	530	359	448	262	432	347	213	451	596	491	311	414	0,988
93-2667	409	583	489	525	256	546	401	276	551	541	496	214	440	1,978
93-2680	110	613	614	695	281	632	385	216	585	746	682	427	499	11,667
93-2693	630	617	393	564	367	521	370	268	488	775	599	476	506	2,891
93-2697	419	611	450	813	322	496	391	279	490	739	620	596	519	4,592
93-2699	479	549	485	393	289	454	463	232	546	607	587	329	451	2,237
93-2727	557	577	436	536	304	458	441	281	518	611	549	385	471	0,324
93-2756	450	616	409	672	309	581	296	257	478	724	541	392	477	2,846
93-2781	523	530	406	542	236	383	446	282	492	461	456	306	422	0,624
93-2790	510	574	474	779	292	358	547	340	528	548	576	577	508	3,338
93-2857	532	600	408	796	283	456	419	343	490	557	483	446	484	1,962
93-2858	794	534	348	324	310	349	479	282	489	531	488	313	437	7,236
93-2897	548	633	530	816	319	452	611	618	497	624	335	467	537	2,305
93-2909	578	411	593	529	562	501	537	361	579	581	570	428	519	0,423
93-2916	604	585	525	437	345	432	573	302	596	622	642	431	508	2,810
94-1017	628	652	360	714	316	603	302	350	484	620	424	283	478	4,110
Média/ambiente	538	599	471	622	318	489	463	324	541	606	546	401		
A _i (%) /ambiente	20,10	1,16	4,60	23,00	0,82	7,71	7,76	4,27	2,45	11,20	6,85	10,40		

Linagem	Ambientes												Média/ linagem	A _i (%) / linagem
	Nº USP	AN96	AN97	AN98	AN99	AR96	AR97	AR98	AR99	ES96	ES97	ES98		
93-2258	2466	2283	2110	2749	1607	1680	2238	1557	2724	2862	1877	1626	2148	12,022
93-2266	2310	2333	2090	2648	1675	1599	2267	1440	2672	2847	1538	1810	2102	3,587
93-2514	2775	2082	2084	2920	1364	1804	2089	1771	2777	2822	2642	1092	2185	1,675
93-2530	2586	2265	2140	2831	1579	1750	2235	1652	2775	2888	2121	1518	2195	0,448
93-2643	2718	2344	2237	2949	1653	1863	2319	1774	2881	2983	2300	1563	2299	1,345
93-2722	3035	3028	2796	3366	2368	2314	2966	2160	3383	3552	2290	2486	2812	3,8209
93-2725	1836	2292	1900	2292	1669	1283	2182	1047	2416	2670	679	2051	1860	14,036
93-2753	2413	2084	1962	2656	1397	1575	2054	1477	2598	2709	1955	1332	2018	2,622
93-2802	2422	2300	2107	2722	1630	1659	2249	1525	2711	2860	1780	1683	2137	2,028
93-2825	2597	2070	2016	2787	1367	1687	2061	1624	2683	2758	2315	1190	2096	0,335
93-2870	2568	2352	2191	2842	1673	1771	2310	1653	2810	2941	2010	1673	2233	0,571
93-5082	3030	2764	2620	3290	2082	2214	2728	2106	3247	3369	2516	2053	2668	0,573
93-5243	3471	2889	2853	3645	2181	2540	2885	2487	3528	3594	3238	1972	2940	1,766
93-5423	3180	2180	2288	3241	1438	2098	2219	2118	3027	3017	3319	992	2426	6,798
93-5539	2664	2830	2538	3041	2183	2005	2750	1821	3098	3299	1765	2400	2533	6,975
93-5544	2584	2258	2135	2828	1571	1747	2228	1649	2771	2882	2123	1508	2190	3,971
93-5549	3268	2482	2516	3388	1757	2264	2499	2247	3223	3251	3217	1433	2629	3,025
93-5552	2712	2144	2104	2891	1437	1787	2139	1732	2777	2845	2467	1236	2189	1,380
93-5582	2676	2366	2237	2924	1680	1844	2334	1744	2871	2985	2201	1626	2291	4,581
93-5585	2572	2153	2061	2790	1458	1700	2132	1619	2711	2806	2193	1342	2128	2,903
93-5586	2498	2252	2101	2764	1572	1690	2214	1578	2725	2851	1965	1555	2147	1,718
93-5597	2818	2154	2146	2971	1439	1858	2158	1819	2834	2885	2659	1183	2244	2,104
93-5690	2955	1983	2081	3024	1244	1883	2019	1898	2816	2811	3068	813	2216	6,182
93-5692	3114	2303	2346	3227	1576	2100	2322	2088	3056	3080	3085	1237	2461	4,792
93-5843	2815	2437	2332	3045	1746	1959	2412	1870	2975	3078	2400	1653	2394	1,630
93-5860	3127	2204	2285	3209	1468	2072	2234	2079	3013	3016	3197	1065	2414	5,414
93-5884	2536	2323	2160	2810	1645	1739	2281	1621	2779	2911	1974	1646	2202	3,696
Média/ambiente	2731	2339	2238	2957	1647	1870	2316	1784	2884	2984	2329	1546		
A _i (%) /ambiente	4,01	4,29	0,25	0,93	4,82	5,90	21,40	1,69	2,34	0,31	28,10	25,90		

Tabela 37. Linhagens intermediárias: médias e interações preditas pelo modelo AMMI2 ($A_i\%$) para linhagens, ambientes e locais, referentes ao caráter produtividade de óleo (Kg/ha). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

Linhagem Nº USP	Ambientes												Média/ linhagem	A_i (%) / linhagem
	AN96	AN97	AN98	AN99	AR96	AR97	AR98	AR99	ES96	ES97	ES98	ES99		
93-2258	465	540	407	575	240	390	305	309	419	548	501	454	429	8,710
93-2266	430	521	420	576	301	328	448	305	473	566	356	428	429	5,026
93-2514	464	409	389	627	240	359	408	337	524	573	583	229	428	1,927
93-2530	449	489	411	597	277	348	423	319	488	570	451	367	432	1,630
93-2643	456	431	436	656	340	323	593	361	607	623	444	251	460	2,101
93-2722	560	633	542	708	419	457	570	434	605	693	508	529	555	3,471
93-2725	329	435	373	518	309	194	554	239	476	527	129	333	368	13,583
93-2753	421	446	366	561	216	329	340	284	437	526	470	319	393	2,296
93-2802	414	478	386	558	255	315	395	284	447	538	388	371	402	2,966
93-2825	445	381	389	631	262	325	480	335	557	581	527	186	425	1,337
93-2870	461	471	423	625	296	352	473	341	532	593	476	326	447	0,240
93-5082	542	527	518	732	414	415	647	440	672	700	535	357	541	1,065
93-5243	583	568	541	756	416	470	610	468	672	718	619	405	569	0,009
93-5423	534	398	439	722	290	418	504	418	639	648	726	163	491	7,976
93-5539	512	574	537	707	464	377	716	422	666	702	371	444	541	7,985
93-5544	440	434	428	637	335	308	584	345	588	610	403	266	448	2,315
93-5549	571	500	501	748	361	458	558	453	660	692	686	304	541	1,975
93-5552	479	416	425	667	302	358	524	370	596	618	555	220	461	1,341
93-5582	465	412	449	683	363	322	652	381	655	646	458	209	474	4,962
93-5585	470	458	403	618	249	375	387	335	499	573	559	308	436	1,808
93-5586	443	422	429	646	338	308	599	351	603	616	416	243	451	2,820
93-5597	497	435	436	677	304	380	510	382	596	626	588	243	473	1,250
93-5690	505	421	416	671	259	401	430	377	566	608	667	224	462	4,196
93-5692	551	497	456	695	283	461	408	409	564	635	717	325	500	5,409
93-5843	509	447	478	719	380	373	649	418	677	676	535	242	508	3,330
93-5860	575	461	478	749	320	467	505	450	650	678	765	243	528	6,600
93-5884	466	525	424	599	280	374	396	327	474	575	471	419	444	3,669
Média/ambiente	483	471	441	654	315	370	506	366	568	617	515	311		
A_i (%) /ambiente	1,26	7,89	0,46	1,46	3,82	3,37	18,20	0,52	5,61	0,41	32,90	24,10		
		ANHEMBI				Locais AREÃO				ESALQ				
Média/local		512				389				503				
A_i (%) /local		11,10				25,90				63,00				

Tabela 38. Linhagens semitardias: médias e interações preditas pelo modelo AMMI1 (A_i %) para linhagens, ambientes e locais, referentes aos caracteres produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

		PG (Kg/ha)											Média/ linhagem	A _i (%) / linhagem	
		Ambientes													
Linhagem	Nº USP	AN96	AN97	AN98	AN99	AR96	AR97	AR98	AR99	ES96	ES97	ES98	ES99		
	93-2521	2426	1284	3075	2300	916	2728	1915	2024	2618	2536	1948	798	2047	1,369
	93-5263	3448	981	2113	2866	950	3042	1751	1839	2930	2794	1450	891	2088	28,503
	93-5391	1805	1662	3948	2023	1040	2640	2188	2313	2531	2491	2472	878	2166	36,895
	93-5419	3181	1318	2750	2806	1133	3097	2025	2122	2986	2875	1876	1047	2268	5,613
	93-5513	2348	1760	3827	2413	1252	2946	2334	2451	2836	2778	2505	1109	2380	15,156
	93-5684	2745	1385	3067	2544	1072	2930	2039	2144	2820	2729	2016	964	2204	0,009
	93-5802	3039	940	2255	2583	815	2829	1671	1765	2718	2597	1463	740	1951	12,452
Média/ambiente		2713	1333	3005	2505	1025	2887	1989	2094	2777	2686	1961	918		
A _i (%) /ambiente		32,7	4,01	34,10	9,35	0,00	2,55	1,43	1,73	2,51	1,61	9,84	0,09		
		Locais													
		ANHEMBI			AREÃO			ESALQ							
Média/local		2389			1999			2086							
A _i (%) /local		80,20			5,71			14,10							
		%OL													
		Ambientes													
Linhagem	Nº USP	AN96	AN97	AN98	AN99	AR96	AR97	AR98	AR99	ES96	ES97	ES98	ES99	Média/ linhagem	A _i (%) / linhagem
	93-2521	18	18	19	19	19	21	21	21	21	21	20	18	19,67	9,201
	93-5263	18	18	19	19	19	21	21	21	21	21	19	17	19,50	24,424
	93-5391	19	22	22	20	20	22	21	22	22	23	21	21	21,25	40,494
	93-5419	19	21	21	20	20	22	21	22	22	22	21	20	20,92	5,619
	93-5513	18	20	20	19	19	21	20	21	21	21	20	19	19,92	8,868
	93-5684	19	20	20	20	19	22	21	22	22	22	21	19	20,58	0,138
	93-5802	19	19	20	21	20	22	22	22	23	22	21	19	20,83	11,254
Média/ambiente		18,6	19,7	20,1	19,7	19,4	21,6	21	21,6	21,7	21,7	20,4	19		
A _i (%) /ambiente		0,01	4,97	1,10	1,05	0,28	0,19	2,48	0,23	0,69	0,00	0,00	2,68		
		Locais													
		ANHEMBI			AREÃO			ESALQ							
Média/local		19,50			20,90			20,70							
A _i (%) /local		52,10			23,30			24,60							
		PO (Kg/ha)													
		Ambientes													
Linhagem	Nº USP	AN96	AN97	AN98	AN99	AR96	AR97	AR98	AR99	ES96	ES97	ES98	ES99	Média/ linhagem	A _i (%) / linhagem
	93-2521	449	237	591	456	166	573	381	426	567	548	371	143	409	0,228
	93-5263	615	171	423	513	176	641	368	391	634	565	273	161	411	23,815
	93-5391	297	377	858	442	209	544	454	527	541	584	550	177	463	51,478
	93-5419	571	276	593	539	232	660	439	476	654	617	399	212	472	2,071
	93-5513	441	333	732	497	227	609	453	508	604	607	481	201	474	8,196
	93-5684	527	275	611	516	217	634	428	469	628	601	404	196	459	0,206
	93-5802	576	182	455	498	171	624	367	395	616	558	291	154	407	14,006
Média/ambiente		497	264	609	494	200	612	413	456	606	583	396	178		
A _i (%) /ambiente		32,1	5,55	34,20	3,57	0,10	5,23	0,30	1,63	4,95	0,26	11,80	0,30		
		Locais													
		ANHEMBI			AREÃO			ESALQ							
Média/local		2389			1999			2086							
A _i (%) /local		80,20			5,71			14,10							

Tabela 39. Linhagens Precoces e Semiprecoces: coeficientes de correlação de Spearman entre parâmetros de adaptabilidade e estabilidade estimados pelos métodos da ecovalência (ω_i), Eberhart & Russel (média: m_i ; coeficiente de regressão: b_i ; variância dos desvios da regressão: $s^2 d_i$; coeficiente de determinação: R^2) e AMMI (interação predita pelo modelo AMMI selecionado: A_i), referentes aos caracteres produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

LINHAGENS PRECOCES						
PG (Kg/ha)						
Parâmetro	m_i	ω_i	b_i	$s^2 d_i$	R^2	A_i (AMMI4)
m_i	-	0,01 ^{ns}	0,21 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,03 ^{ns}
ω_i		-	-0,18 ^{ns}	0,91**	0,80**	0,84**
b_i			-	-0,31 ^{ns}	0,39*	-0,24 ^{ns}
$s^2 d_i$				-	0,63**	0,79**
R^2					-	0,66**
%OL						
Parâmetro	m_i	ω_i	b_i	$s^2 d_i$	R^2	A_i (AMMI1)
m_i	-	-0,28 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	-0,28 ^{ns}	0,38*	-0,24 ^{ns}
ω_i		-	-0,06 ^{ns}	0,99**	0,82**	0,71**
b_i			-	-0,05 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,15 ^{ns}
$s^2 d_i$				-	0,83**	0,71**
R^2					-	0,54**
PO (Kg/ha)						
Parâmetro	m_i	ω_i	b_i	$s^2 d_i$	R^2	A_i (AMMI4)
m_i	-	0,17 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,24 ^{ns}
ω_i		-	-0,13 ^{ns}	0,92**	0,75**	0,89**
b_i			-	-0,19 ^{ns}	0,49**	-0,11 ^{ns}
$s^2 d_i$				-	0,66**	0,88**
R^2					-	0,69**
LINHAGENS SEMIPRECOCES						
PG (Kg/ha)						
Parâmetro	m_i	ω_i	b_i	$s^2 d_i$	R^2	A_i (AMMI4)
m_i	-	0,09 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,05 ^{ns}
ω_i		-	-0,25 ^{ns}	0,97**	0,81**	0,89**
b_i			-	-0,29 ^{ns}	0,28 ^{ns}	-0,28 ^{ns}
$s^2 d_i$				-	0,80**	0,89**
R^2					-	0,72**
%OL						
Parâmetro	m_i	ω_i	b_i	$s^2 d_i$	R^2	A_i (AMMI1)
m_i	-	-0,25 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	-0,19 ^{ns}
ω_i		-	-0,03 ^{ns}	0,98**	0,81**	0,59**
b_i			-	-0,02 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,11 ^{ns}
$s^2 d_i$				-	0,84**	0,57**
R^2					-	0,54**
PO (Kg/ha)						
Parâmetro	m_i	ω_i	b_i	$s^2 d_i$	R^2	A_i (AMMI4)
m_i	-	0,06 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,19 ^{ns}	-0,01 ^{ns}
ω_i		-	-0,31 ^{ns}	0,93**	0,83**	0,91**
b_i			-	-0,25 ^{ns}	0,19 ^{ns}	-0,39 ^{ns}
$s^2 d_i$				-	0,75**	0,86**
R^2					-	0,67**

*, **: significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

ns: não significativo pelo teste t.

Tabela 40. Linhagens Intermediárias e Semitardias: coeficientes de correlação de Spearman entre parâmetros de adaptabilidade e estabilidade estimados pelos métodos da ecovalência (α_i), Eberhart & Russel (média: $\bar{x}$; coeficiente de regressão: b_i ; variância dos desvios da regressão: s^2_d ; coeficiente de determinação: R^2) e AMMI (interação predita pelo modelo AMMI selecionado: A_i), referentes aos caracteres produtividade de grãos (PG), porcentagem de óleo (%OL) e produtividade de óleo (PO). Soja, semeaduras em 20/11/96, 16/11/97, 17/11/98, 23/11/99 (Anhembi), 12/11/96, 13/11/97, 05/11/98, 30/11/99 (Areão), 06/11/96, 12/11/97, 05/11/98, 08/11/99 (ESALQ). Piracicaba, SP.

LINHAGENS INTERMEDIÁRIAS						
PG (Kg/ha)						
Parâmetro	m_i	ω_i	b_i	$s^2 d_i$	R^2	A_i (AMMI1)
m_i	-	0,01 ^{ns}	0,62**	0,02 ^{ns}	0,47*	-0,17 ^{ns}
ω_i		-	0,17 ^{ns}	0,97**	0,66**	0,61**
b_i			-	0,17 ^{ns}	0,78**	0,02 ^{ns}
$s^2 d_i$				-	0,69**	0,59**
R^2					-	0,29 ^{ns}
%OL						
Parâmetro	m_i	ω_i	b_i	$s^2 d_i$	R^2	A_i (AMMI2)
m_i	-	-0,20 ^{ns}	0,24 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	-0,28 ^{ns}	-0,05 ^{ns}
ω_i		-	-0,29 ^{ns}	0,96**	0,84**	0,83**
b_i			-	-0,26 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	-0,22 ^{ns}
$s^2 d_i$				-	0,90**	0,85**
R^2					-	0,63**
PO (Kg/ha)						
Parâmetro	m_i	ω_i	b_i	$s^2 d_i$	R^2	A_i (AMMI2)
m_i	-	0,15 ^{ns}	0,66**	0,15 ^{ns}	0,58**	0,05 ^{ns}
ω_i		-	0,16 ^{ns}	0,89**	0,54**	0,59**
b_i			-	0,27 ^{ns}	0,89**	0,36 ^{ns}
$s^2 d_i$				-	0,62**	0,56**
R^2					-	0,53**
LINHAGENS SEMITARDIAS						
PG (Kg/ha)						
Parâmetro	m_i	ω_i	b_i	$s^2 d_i$	R^2	A_i (AMMI1)
m_i	-	-0,36 ^{ns}	0,32 ^{ns}	-0,36 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,00 ^{ns}
ω_i		-	0,53 ^{ns}	1,00**	0,89**	0,75*
b_i			-	0,53 ^{ns}	0,71 ^{ns}	0,28 ^{ns}
$s^2 d_i$				-	0,89**	0,75*
R^2					-	0,75*
%OL						
Parâmetro	m_i	ω_i	b_i	$s^2 d_i$	R^2	A_i (AMMI1)
m_i	-	-0,07 ^{ns}	-0,89**	-0,68 ^{ns}	-0,75 ^{ns}	-0,14 ^{ns}
ω_i		-	0,18 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,77*
b_i			-	0,71 ^{ns}	0,93**	0,14 ^{ns}
S^2_{di}				-	0,86**	0,36 ^{ns}
R^2					-	0,28 ^{ns}
PO (Kg/ha)						
Parâmetro	m_i	ω_i	b_i	$s^2 d_i$	R^2	A_i (AMMI1)
m_i	-	-0,64 ^{ns}	0,28 ^{ns}	-0,64 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	0,00 ^{ns}
ω_i		-	0,32 ^{ns}	1,00**	0,85**	0,64 ^{ns}
b_i			-	0,32 ^{ns}	-0,25 ^{ns}	0,28 ^{ns}
$s^2 d_i$				-	0,85**	0,64 ^{ns}
R^2					-	0,78*

*, **: significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.

ns: não significativo pelo teste t.

Figura 1 - Vista panorâmica dos locais de avaliação dos experimentos. A: local Anhembí; B: local Areão; C: local ESALQ. Soja, Piracicaba, SP.

Figura 2 - Linhagens Precoces: ecovalências estimadas pelo método de Wricke para médias de 28 linhagens obtidas em 12 ambientes, referentes aos seguintes caracteres: a) produtividade de grãos (PG); b) porcentagem de óleo (%OL); e c) produtividade de óleo (PO). N^o acima da coluna representa a classificação da linhagem com base na média. Soja, Piracicaba, SP.

Figura 3 - Linhagens Semiprecoces: ecovalências estimadas pelo método de Wricke para médias de 38 linhagens obtidas em 12 ambientes, referentes aos seguintes caracteres: a) produtividade de grãos (PG); b) porcentagem de óleo (%OL); e c) produtividade de óleo (PO). N^o acima da coluna representa a classificação da linhagem com base na média. Soja, Piracicaba, SP.

Figura 4 - Linhagens Intermediárias: ecovalências estimadas pelo método de Wricke para médias de 27 linhagens obtidas em 12 ambientes, referentes aos seguintes caracteres: a) produtividade de grãos (PG); b) porcentagem de óleo (%OL); e c) produtividade de óleo (PO). Nº acima da coluna representa a classificação da linhagem com base na média. Soja, Piracicaba, SP.

Figura 5 - Linhagens Semitardias: ecovalências estimadas pelo método de Wricke para médias de sete linhagens obtidas em 12 ambientes, referentes aos seguintes caracteres: a) produtividade de grãos (PG); b) porcentagem de óleo (%OL); e c) produtividade de óleo (PO). N^o acima da coluna representa a classificação da linhagem com base na média. Soja, Piracicaba, SP.

Figura 6 - Linhagens Precoces: linhas de regressão das cinco linhagens mais produtivas avaliadas em doze ambientes para: a) produtividade de grãos (PG); b) porcentagem de óleo (%OL); e c) produtividade de óleo (PO), estimadas pelo método de Eberhart & Russel (1966).

Figura 7 - Linhagens Semiprecoces: linhas de regressão das cinco melhores linhagens avaliadas em doze ambientes para: a) produtividade de grãos (PG); b) porcentagem de óleo (%); e c) produtividade de óleo (PO), estimadas pelo método de Eberhart & Russel (1966).

Figura 8 - Linhagens Intermediárias: linhas de regressão das cinco melhores linhagens avaliadas em doze ambientes para: a) produtividade de grãos (PG); b) porcentagem de óleo (%); e c) produtividade de óleo (PO), estimadas pelo método de Eberhart & Russel (1966).

Figura 9 - Linhagens Semitardias: linhas de regressão das cinco melhores linhagens avaliadas em doze ambientes para: a) produtividade de grãos (PG); b) porcentagem de óleo (%); e c) produtividade de óleo (PO), estimadas pelo método de Eberhart & Russel (1966).

Figura 10 - Linhagens Precoces. a) *Biplot* AMMI1: produtividade de grãos (PG) x primeiro componente principal da interação (CPI1), MT: média das testemunhas; b) *Biplot* AMMI2: CPI1 x segundo componente principal da interação (CPI2). Análise de 28 linhagens (losangos em azul) em 12 ambientes (quadrados em vermelho).

Figura 11 - a) Linhagens Precoces. *Biplot* AMMI1: porcentagem de óleo (%OL) x primeiro componente principal da interação (CPI1); b) Linhagens Semiprecoces. *Biplot* AMMI1: %OL x CPI1. MT: média das testemunhas. Análise de 28 linhagens precoces e 38 semiprecoces (losangos em azul) em 12 ambientes (quadrados em vermelho).

Figura 12 - Linhagens Precoces. a) *Biplot* AMMI1: produtividade de óleo (PO) x primeiro componente principal da interação (CPI1). MT: média das testemunhas; b) *Biplot* AMMI2: CPI1 x segundo componente principal da interação (CPI2). Análise de 28 linhagens (losangos em azul) em 12 ambientes (quadrados em vermelho).

Figura 13 - Linhagens Semiprecoces. a) *Biplot AMMI1*: produtividade de grãos (PG) x primeiro componente principal da interação (CPI1). ML: média das linhagens, MT: média das testemunhas; b) *Biplot AMMI2*: CPI1 x segundo componente principal da interação (CPI2). Análise de 38 linhagens (losangos em azul) em 12 ambientes (quadrados em vermelho).

Figura 14 - Linhagens Semiprecoces. a) *Biplot AMMI1*: produtividade de óleo (PO) x primeiro componente principal da interação (CPI1). ML: média das linhagens, MT: média das testemunhas; b) *Biplot AMMI2*: CPI1 x segundo componente principal da interação (CPI2). Análise de 38 linhagens (losangos em azul) em 12 ambientes (quadrados em vermelho).

Figura 15 – a) Linhagens Intermediárias. *Biplot* AMMI1: produtividade de grãos (PG) x primeiro componente principal da interação (CPI1); b) Linhagens Semitardias. *Biplot* AMMI1: PG x CPI1; MT: média das testemunhas. Análise de 27 linhagens intermediárias e 7 semitardias (losangos em azul) em 12 ambientes (quadrados em vermelho).

Figura 16 - Linhagens Intermediárias. a) *Biplot* AMMI1: porcentagem de óleo (%OL) x primeiro componente principal da interação (CPI1). MT: média das testemunhas; b) *Biplot* AMMI2: CPI1 x segundo componente principal da interação (CPI2). Análise de 27 linhagens (losangos em azul) em 12 ambientes (quadrados em vermelho).

Figura 17 - Linhagens Intermediárias. a) *Biplot* AMMI1: produtividade de óleo (PO) x primeiro componente principal da interação (CPI1). MT: média das testemunhas; b) *Biplot* AMMI2: CPI1 x segundo componente principal da interação (CPI2). Análise de 27 linhagens (losangos em azul) em 12 ambientes (quadrados em vermelho).

Figura 18 - Linhagens Semitardias. a) *Biplot* AMMI1: porcentagem de óleo (%OL) x primeiro componente principal da interação (CPI1); b) *Biplot* AMMI1: produtividade de óleo (PO) x CPI1. MT: média das testemunhas. Análise de 7 linhagens (losangos em azul) em 12 ambientes (quadrados em vermelho).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABLETT, G.R.; BEVERSDORF, W.D.; DIRKS, V.A. Performance and stability of indeterminate and determinate soybean in short-season environments. **Crop Science**, v.29, n.6, p.1428-1433, 1989.
- ABLETT, G.R.; BUZZELL, R.I.; BEVERSDORF, W.D.; ALLEN, O.B. Comparative stability of 40 indeterminate and semideterminate soybean lines. **Crop Science**, v.34, n.2, p.347-351, 1994.
- ABOU-EL-FITTOUH, H.A.; RAWLINGS, J.O.; MILLER, P.A. Classification of environments to control genotype by environment interactions with an application to cotton. **Crop Science**, v.9, n.2, p.135-140, 1969.
- AKHTER, M.; SNELLER, C.H. Genotype x planting date interaction and selection of early maturing soybean genotypes. **Crop Science**, v.36, n.4, p.883-889, 1996a.
- AKHTER, M.; SNELLER, C.H. Yield and yield components of early maturing soybean genotypes in the Mid-South. **Crop Science**, v.36, n.4, p.877-882, 1996b.
- ALLARD, R.W. **Princípios do melhoramento genético das plantas**. Rio de Janeiro: USAID/Edgard Blucher, 1971. 381p.
- ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, v.4, n.5, p.503-508, 1964.
- ALLIPRANDINI, L.F. Estudo dos efeitos ambientais, estabilidade, adaptabilidade e ganho genético em linhagens de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) no Estado do Paraná. Londrina, 1992. 122p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Londrina.
- ALLIPRANDINI, L.F.; TOLEDO, J.F.F. de.; FONSECA JUNIOR, N.F.; ALMEIDA, L.A. de.; KIIHL, R.A.S. Efeitos da interação genótipo x ambiente sobre a produtividade da soja no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.9, p.1433-1444, 1994.
- ALLIPRANDINI, L.F.; TOLEDO, J.F.F.; FONSECA JUNIOR, N.S.; KIIHL, R.A. S. Ganho genético em soja no Estado do Paraná, via melhoramento no período de 1985/86 a 1989/90. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.4, p.473-479, 1993.

- ALLIPRANDINI, L.F.; TOLEDO, J.F.F.; FONSECA Jr., N.; ALMEIDA, L.A.; KIIHL, R.A.S. Análise de adaptação e estabilidade de genótipos de soja no Estado do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.9, p.1321-1328, 1998.
- ANNICCHIARICO, P. Additive main effects and multiplicative interaction (AMMI) analysis of genotype-location interaction in variety trials repeated over years. **Theoretical and Applied Genetics**, v.94, n.8, p.1072-1077, 1997a.
- ANNICCHIARICO, P. Joint regression vs AMMI analysis of genotype-environment interactions for cereals in Italy. **Euphytica**, v.94, n.1, p.53-62, 1997b.
- ARGILER, O.; HÉBERT, Y.; BARRIÈRE, Y. Statistical analysis and interpretation of line x environment interaction for biomass yield in maize. **Agronomie**, v.14, n.10, p.661-672, 1994.
- ARIAS, E.R.A. Adaptabilidade e estabilidade das cultivares de milho avaliadas no Estado do Mato Grosso do Sul e avanço genético obtido no período de 1986/87 a 1993/94. Lavras, 1996. 118p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras.
- ARIYO, O.J. Use of additive main effects and multiplicative interaction model to analyse multilocation soybean varietal trials. **Journal of Genetics & Breeding**, v.53, n.2, p.129-134, 1998.
- ATLIN, G.N.; BAKER, R.J.; McRAE, K.B.; LU, X. Selection response in subdivided target regions. **Crop Science**, v.40, n.1, p.7-13, 2000.
- AZEVEDO FILHO, J.A. Potencialidade de linhagens experimentais de soja em solos contrastantes na saturação de alumínio. Piracicaba, 1997. 139p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BAKER, R.J. Tests for crossover genotype-environment interactions. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, n.2, p.405-410, 1988.
- BASFORD, K.E.; COOPER, M. Genotype x environment interactions and some considerations of their implications for wheat breeding in Australia. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.49, n.2, p.153-174, 1998.
- BATITUCCI, G. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) quanto à produção de grãos e à altura de planta, em Minas Gerais. Viçosa, 1990. 84p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
- BECKER, H.C. Correlation among some statistical measures of phenotypic stability. **Euphytica**, v.30, n.3, p.835-840, 1981.
- BECKER, H.C.; LÉON, J. Stability analysis in plant breeding. **Plant Breeding**, v.101, n.1, p.1-23, 1988.

- BHATIA, V.S.; TIWARI, S.P.; JOSHI, O.P. Yield and its attributes as effected by planting dates in soybean (*Glycine max*) varieties. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.69, n.10, p.696-699, 1999.
- BILLORE, S.D.; JOSHI, O.P. Genotypical variability for yield and quality in *Glycine max* L. Merrill. **Soybean Genetics Newsletter**, v.24, p.88-91, 1997.
- 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**, v.33, n.6, p.879-884, 1998.
- BONATO, E.R.; BERTAGNOLLI, P.F.; LANGE, C.E.; RUBIN, S.A.L. Teor de óleo e de proteína em genótipos de soja desenvolvidos após 1990. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.12, p.2391-2398, 2000.
- BORGES, L.C.; FERREIRA, D.F.; ABREU, A.F.B.; RAMALHO, M.A.P. Emprego de metodologias de avaliação da estabilidade fenotípica na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, v.47, n.269, p.89-102, 2000.
- BRASIL, E. M.; CHAVES, L. J. Utilizacion de un modelo cuadrático para el estudio de la respuesta de cultivares a la variación ambiental. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE GENÉTICA, 11., Monterrey, 1994. **Memorias**. Monterrey: Asociacion Lationoamericana de Genetica, 1994. p.616.
- BURTON, J.W. Soyabean (*Glycine max* (L.) Merrill). **Field Crops Research**, v.53, n.1-3, p.171-186, 1997.
- CÂMARA, G.M. Ecofisiologia da soja e rendimento. In: CÂMARA, G.M.S. **Soja: tecnologia da produção**. Piracicaba: Publique, 1998. p.256-277.
- CARBONELL, S.A.M. Análise genética da reação da semente de soja ao dano mecânico avaliada em um dialelo do ciclo precoce. Piracicaba, 1995. 144p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- CHAVES, L.J. Interação de genótipos com ambientes. In: NASS, L.L.; VALOIS, A.C. C.; MELO, I.S.; VALADARES-INGLIS, M.C. (ed.) **Recursos genéticos & melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. 1183p.
- CHAVES, L.J.; VENCOSKY, R.; GERALDI, I.O. Modelo não-linear aplicado ao estudo da interação genótipo x ambiente em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, n.2, p.259-268, 1989.
- CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DEL MAIZ Y TRIGO. **Toward the 21st century: CIMMYT's strategy**. El Batán: CIMMYT, 1989. p.58.
- COBER, E.R.; FRÉGEAU-REID, J.A.; PIETRZAK, L.N.; McELROY, A.R.; VOLDENG, H.D. Genotype and environmental effects on natto soybean quality traits. **Crop Science**, v.37, n.1, p.1151-1154, 1997.

- COCKERHAM, C.C. Estimation of genetics variance. In: HANSON, W.D.; ROBINSON, H.F. (Eds.) **Statistical genetics and plant breeding**. Madison: National Academy of Sciences, 1963. p.53-94.
- COMSTOCK, R.E.; MOLL, R.H. Genotype-environment interactions. In: HANSON, W.D.; ROBINSON, H.F. (Eds.) **Statistical genetics and plant breeding**. Washington: National Academy Science Natural Research, 1963. p.164-196. (Publication, 982)
- CORNELIUS, P.L. Statistical tests and retention of terms in the additive main affects and multiplicative interaction model for cultivar trials. **Crop Science**, v.33, n.6, p.1186-1193, 1993.
- CORNELIUS, P.L.; CROSSA, J.; SEYEDSADR, M.S. Statistical tests and estimators of multiplicative models for genotype-by-environment interaction. In: KANG, M.S.; GAUCH, H.G. (ed.) **Genotype-by-environment interaction**. New York: CRC Press, 1996. 416p.
- CORNELIUS, P.L.; SEYEDSADR, M.; CROSSA, J. Using the shifted multiplicative model to search for “separability” in crop cultivar trials. **Theoretical and Applied Genetics**, v.84, n.1-2, p.161-172, 1992.
- CROSSA, J. Statistical analyses of multilocation trials. **Advances in Agronomy**, v.44, p.55-85, 1990.
- CROSSA, J.; FOX, P.N.; PFEIFFER, W.H.; RAJARAM, S.; GAUCH, H.G. AMMI adjustment for statistical analysis of an international wheat yield trial. **Theoretical and Applied Genetics**, v.81, n.1, p.27-37, 1991.
- CROSSA, J.; GAUCH, H. G.; ZOBEL, R.W. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. **Crop Science**, v.30, n.3, p.493-500, 1990.
- CROSSA, J.A.; VARGAS, M.; VAN EEUWIJK, F.A; JIANG, C. Interpreting genotype x environment interaction in tropical maize using linked molecular markers and environmental covariables. **Theoretical and Applied Genetics**, v.99, n.3-4, p.611-625, 1999.
- CRUZ, C.D. **Programa GENES**: aplicativo computacional em genética e estatística (software). Viçosa: Imprensa Universitária, 1997. 442p. + 1 cd.
- CRUZ, C.D.; CASTOLDI, F.L. Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexa. **Revista Ceres**, v.38, n.219, p.422-430, 1991.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1994. 390p.

- 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**, v.12, n.2, p.567-580, 1989.
- DASHIEL, K.E.; ARIYO, O.J.; BELLO, L.; OJO, K. Genotype x environment interaction and simultaneous selection for high yield and stability in soybeans (*Glycine max* (L.) Merrill). **Annals of Applied Biology**, v.124, n.1, p.133-139, 1994.
- DUARTE, J.B. Aspectos gerais da interação genótipos x ambientes com ênfase na formação de redes de avaliação (compact disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., Goiânia, 2001. **Resumos**. Goiânia: SBPM, 2001.
- DUARTE, J.B. Estudo da adaptabilidade e estabilidade fenotípica em cultivares de feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris* L.). Goiania, 1988. 155p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás.
- DUARTE, J.B.; ROLIM, R.B.; OLIVEIRA, P. M.F.; SOUZA, J.R. Adaptabilidade e estabilidade de rendimento de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), nas condições de Goiás e Distrito Federal. **Anais da Escola de Agronomia e Veterinária**, v.24, n.1, p.90-109, 1994.
- DUARTE, J.B.; VENCOVSKY, R. **Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise AMMI**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1999. 60p. (Série Monografias, 9)
- DUARTE, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. Correlation among yield stability parameters in common bean. **Crop Science**, v.35, n.3, p.905-912, 1995.
- EBERHART, S.A.; RUSSEL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, n.1, p.36-40, 1966.
- FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. 3.ed. Harlow: Longman, 1989. 438p.
- FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C. **Introduction to quantitative genetics**. 4.ed. Harlow: Longman, 1996. 464p.
- FARIAS NETO, J.T. Comportamento e variabilidade de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em cultivos de verão e inverno. Piracicaba, 1987. 87p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- FARIAS NETO, J.T. Potencialidade de progênies $F_{4:3}$ e $F_{5:3}$ derivadas de cruzamentos em cadeia para produtividade de óleo em soja. Piracicaba, 1995. 150p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

- FEHR, W.R. **Principles of cultivar development**. New York: Macmillan, 1987. cap.18, p.247-258.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.C. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 12p. (Special Report, 80)
- FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.14, n.5, p.742-754, 1963.
- FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agrianual 2001**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2001. p.495-505.
- FLORES, F.; MORENO, M.T.; CUBERO, J.I. A comparasion of univariate and multivariate methods to analyse G x E interaction. **Field Crops Research**, v.56, n.3, p.271-286, 1998.
- FOX, P. N.; CROSSA, J.; ROMAGOSA, I. Multi-environmental testing and genotype x environment interaction. In: KENPTON, R.A; FOX, P.N. **Statistical methods for plant variety evaluation**. London: Chapman & Hall, 1997. cap.8, p.117-138.
- FOX, P. N.; SKOVMAND, B.K.; THOMPSON, H.J.; BRAUN, H.J.; CORMIER, R. Yield and adaptation of hexaploid spring triticales. **Euphytica**, v.47, n.1, p.57-64, 1990.
- FRANCIS, T. R.; KANNENBERG, L. W. Yield stability studies in short-season maize. I. A descriptive method for grouping genotypes. **Canadian Journal of Plant Science**, v.58, n.4, p.1029-1034, 1978.
- FREIRE FILHO, F.R. Análise genética de um dialelo entre genótipos precoces de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, 1988. 224p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- GABRIEL, K.R. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis. **Biometrika**, v.58, n.3, p.453-467, 1971.
- GALVÃO, E.R.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S.; ROCHA, V.S.; SCAPIM, C.A. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de nove cultivares e linhagens de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill) em Ponta Porã, Mato Grosso do Sul. **Revista Ceres**, v.45, n.259, p.221-231, 1998.
- GAUCH, H.G. Full and reduced models for yield trials. **Theoretical and Applied Genetics**, v.80, n.1, p.153-160, 1990.
- GAUCH, H.G. **Statistical analysis of regional yield trial**: AMMI analysis of factorial designs. New York: Elsevier Science, 1992. 278p.

- GAUCH, H.G.; ZOBEL, R.W. AMMI analysis of yield trials. In: KANG, M.S.; GAUCH, H.G. (ed.) **Genotype-by-environment interaction**. New York: CRC Press, 1996. 416p.
- GAUCH, H.G.; ZOBEL, R.W. Identifying mega-environments and targeting genotypes. **Crop Science**, v.37, n.2, p.311-326, 1997.
- GAUCH, H.G.; ZOBEL, R.W. Imputing missing yield trial data. **Theoretical and Applied Genetics**, v.79, n.6, p.753-761, 1990.
- GAUCH, H.G.; ZOBEL, R.W. Predictive and postdictive success of statistical analysis of yield trials. **Theoretical and Applied Genetics**, v.76, n.1, p.1-10, 1988.
- GIECO, J.O. Interação genótipos x ambientes e implicações para o melhoramento da soja. Piracicaba, 1997. 98p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- GOLLOB, H.F. A statistical model which combines features of factor analytic and analysis of variance techniques. **Psychometrika**, v.33, n.1, p.73-115, 1968.
- GOMES, R.L.F. Análise genética de progênies F_6 e $F_{7,6}$ de soja obtidas de cruzamentos dialélicos. Piracicaba, 1995. 140p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- GONÇALVES, F.M.A. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas em “safrinha” no período de 1993 a 1995. Lavras, 1997. 86p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras.
- HAMAWAKI, O.T. Potencial de progênies selecionadas em cruzamentos óctuplos de soja com ênfase na produtividade de óleo. Piracicaba, 1998. 128p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- HAMAWAKI, O.T.; VELLO, N.A.; DIDONÉ, C.A. Improvement in genetic characteristics and oil yield of selected soybean progenies from octuple crosses. **Genetics and Molecular Biology**, v.23, n.4, p.855-864, 2000.
- HANSON, W.D. Distance statistics and interpretation of Southern states regional soybean tests. **Crop Science**, v.34, n.6, p.1498-1504, 1994.
- HILL, M.O. Correspondence analysis: a neglected multivariate method. **Applied Statistics**, v.23, n.2, p.340-354, 1974.
- HORNER, T.W.; FREY, K.J. Methods of determining natural areas for oat varietal recommendations. **Agronomy Journal**, v.49, n.6, p.313-315, 1957.
- HÜHN, M. Nonparametric analysis of genotype x environment interactions by ranks. In: KANG, M.S.; GAUCH, H.G. **Genotype-by-environment interaction**. Boca Raton: CRC Press, 1996. cap.9, p.235-270.

- HYMOWITZ, T.; SINGH, R.J.; KOLLIPARA, K.P. Biosystematics of the genus *Glycine*, 1996. **Soybean Genetics Newsletter**, v.24, p.119-120, 1997.
- IVORY, D.A.; KAEWMEECHAI, S.; DELACY, I.H.; BASFORD, K.E. Analysis of the environmental component of genotype x environment interaction in crop adaptation evaluation. **Field Crops Research**, v.28, n.1-2, p.71-84, 1991.
- JOHNSON, H.W.; ROBINSON, J.H.F.; COMSTOCK, R.E. Estimates of genetic and environmental variability in soybeans. **Agronomy Journal**, v.47, n.7, p.314-318, 1955.
- KANG, M.S. A rank-sum method for selecting high-yielding stable corn genotypes. **Cereal Research Communications**, v.16, n.1-2, p.113-115, 1988.
- KANG, M.S. Using genotype-by-environment interaction for crop cultivar development. **Advances in Agronomy**, v.62, p.199-252, 1998.
- 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.
- KANG, M.S.; MAGARI, R. New developments in selecting for phenotypic stability in crop breeding. In: KANG, M.S.; GAUCH, H.G. **Genotype-by-environment interaction**. Boca Raton: CRC Press, 1996. cap.1, p.1-14.
- KEARSEY, M.J.; POONI, H.S. **The Genetical analysis of quantitative traits**. London: Stanley Thornes Publishers, 1998. cap.12, p.241-245: Genotype by environment interaction.
- KIIHL, R.A.S. Melhoramento da soja para as médias e baixas latitudes (compact disc). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., Goiânia, 2001. **Resumos**. Goiânia: SBPM, 2001.
- KRIEGER, M. Análise dialélica envolvendo dez parentais semiprecoces de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, 1992. 65p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- LAÍNEZ-MEJÍA, J.R. Implicações da interação genótipos x ambientes na seleção de progênes de soja com ênfase nas produtividades de grãos e óleo. Piracicaba, 1996. 145p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- LAVORANTI, O. J. Estudo da adaptabilidade e estabilidade genética de progênes de *Eucalyptus grandis*, através da metodologia AMMI. In: REUNIÃO ANUAL DA RBRAS, 46.; SEAGRO, 9., Piracicaba, 2001. **Anais**. Piracicaba: ESALQ/ USP, 1998. p.118-121.

- LAZARINI, E. Avaliação das características agronômicas e análises nutricionais de genótipos de soja semeados em diferentes épocas em Jaboticabal – SP. Jaboticabal, 1995. 197p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- LIMA, W.F.; TOLEDO, J.F.F.; ARIAS, C.A.A.; OLIVEIRA, M.F. Stability of soybean yield through different sowing periods. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.11, p.2181-2189, 2000.
- LIN, S.M.; NELSON, R.L. Effect of plant height and flowering date on seed yield of determinate soybean. **Crop Science**, v.28, n.2, p.218-222, 1988.
- LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivars x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, n.1, p.193-198, 1988.
- LIN, C.S.; BINNS, M.R.; LEFKOVICHT, L.P. Stability analysis: where do we stand? **Crop Science**, v.26, n.5, p.894-900, 1986.
- LOPES, A.C.A. Análise dialélica envolvendo genótipos parentais de soja resistentes ao nematóide de cisto. Piracicaba, 2001. 122p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- MAGARI, R.; KANG, M.S. SAS STABLE: stability analysis of balanced and unbalanced data. **Agronomy Journal**, v.89, n.5, p.929-932, 1997.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1989. 201p.
- MANDEL, J.A. A new analysis of variance model for non-additive data. **Technometrics**, v.13, n.1, p.1-18, 1971.
- MAREGA FILHO, M.; DESTRO, D.; MIRANDA, L.A.; SPINOSA, W.A.; CARRÃO-PANIZZI, M.C.; MONTALVÁN, R. Relationships among oil content, protein content and seed size in soybeans. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.44, n.1, p.23-32, 2001.
- MARIOTTI, J.A.; OYARZABAL, E.S.; OSA, J.M.; BULACIO, A.N.R.; ALMADA, G.H. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genótipos de caña de azúcar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronomica del Noroeste Argentino**, v.13, n.1-4, p.105-127, 1976.
- MAURO, A.O.; CURCIOLI, V.B.; NÓBREGA, J.C. M.; BANZATO, D.A.; SEDIYAMA, T. Correlação entre medidas paramétricas e não paramétricas de estabilidade em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.4, p.687-696, 2000.

- MIRANDA, F.T.S. Interação genótipos x ambientes em linhagens de soja selecionadas para resistência ao nematóide de cisto. Piracicaba, 1999. 141p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- MIRANDA, Z.F.S.; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F.; OLIVEIRA, M.F. Soybean seed oil content: genetic control under different photoperiods. **Genetics and Molecular Biology**, v.21, n.3, p.387-394, 1998.
- MOHANTY, S.K.; BAISAKH, B.; BHOL, B.B. Phenotypic stability of seed yield and maturity in soybean (*Glycine max*). **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.69, n.12, p.820-822, 1999.
- MONTAÑO-VELASCO, J.C. Análise genética de progênes F_3 de soja derivadas de cruzamentos em cadeia com ênfase na produtividade de óleo. Piracicaba, 1994. 115p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- MOREIRA, R.M.P. Predição do comportamento de cruzamentos dialélicos de soja avaliados na geração F_3 em cultivo de inverno. Piracicaba, 1992. 95p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- NACHIT, M. M.; NACHIT, G.; KETATA, H.; GAUCH, H.G. ZOBEL, R.W. Use of AMMI and linear regression models to analyze genotype-environment interaction in durum wheat. **Theoretical and Applied Genetics**, v.83, n.5, p.597-601, 1992.
- NASS, L.L. Potencialidade de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) para cultivo de inverno avaliada por cruzamentos dialélicos. Piracicaba, 1989. 112p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- NJITI, V.N.; SHENAUT, R.J.; SUTTNER, R.J.; SCHMIDT, M.E.; GIBSON, P.T. Relationship between soybean sudden death syndrome disease measures and yield components in F_6 -derived lines. **Crop Science**, v.38, n.3, p.673-678, 1998.
- OLIVEIRA, A.C. Comparação de alguns métodos de determinação da estabilidade em plantas cultivadas. Brasília, 1976. 64p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília.
- OLIVEIRA, L.O. Estabilidade fenotípica de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em relação a elementos climáticos. Viçosa, 1990. 56p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

- ORTIZ, R.; MADSEN, S.; WAGOIRE, W.W.; HILL, J.; CHANDRA, S.; STOLEN, O. Additive main effect and multiplicative interaction model for a diallel-cross analysis. **Theoretical and Applied Genetics**, v.102, n.6-7, p.1103-1106, 2001.
- PANDINI, F.; VELLO, N.A.; LOPES, A.C.A. **Heterose para caracteres agronômicos e componentes da produtividade em soja**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Genética, 2001. 97p.
- PEIXOTO, T.C.; SILVA, J.G.C.; BARRETO, J.N. Técnicas de análise de interação genótipo por ambiente e estabilidade de clones de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1., Piracicaba, 1985. **Anais**. Campinas: Fundação Cargil, 1985. p.243-258.
- 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.4, p.405-409, 1998.
- PERKINS, J.M.; JINKS, J.L. Environmental and genotype-environment components of variability. III. Multiple lines and crosses. **Heredity**, v.23, n.3, p.339-356, 1968.
- PFEIFFER, T.W.; GRABAU, L.J.; ORF, J.H. Early maturity soybean production system: genotype x environment interaction between regions of adaptation. **Crop Science**, v.35, n.1, p.108-112, 1995.
- PIEPHO, H.P. Robustness of statistical test for multiplicative terms in the additive main effects and multiplicative interaction model for cultivar trial. **Theoretical and Applied Genetics**, v.90, n.3-4, p.438-443, 1995.
- PINTHUS, M.J. Estimate of genotypic value: a proposed method. **Euphytica**, v.22, n.1, p.121-123, 1973.
- PLAISTED, R.L.; PETERSON, L.C. A technique for evaluating the ability of selections to yield consistently in different locations or seasons. **American Potato Journal**, v.36, n.2, p.381-385, 1959.
- 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**, v.36, n.4, p.625-635, 2001.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271p.
- RAUT, V.M.; TAWARE, S.P.; HALVANKAR, G.B.; PATIL, V.P. Stability analysis for oil and yield in soybean. **Soybean Genetics Newsletter**, v.24, p.92-95, 1997.

- ROCHA, M.M. Interação genótipos x locais em linhagens experimentais de soja com diferentes ciclos de maturação. Piracicaba, 1998. 98p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- 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.1, p.69-81, 1999.
- ROMAGOSA, I.; FOX, P.N. Genotype x environment interaction and adaptation. In: HAYWARD, M.D.; BOSEMARK, N.O.; ROMAGOSA, I. **Plant breeding: principles and prospects**. London: Chapman & Hall, 1993. chap. 20, p. 375-390.
- ROSSE, L.N.; VENCOVSKY, R. Modelo de regressão não-linear aplicado ao estudo da estabilidade fenotípica de genótipos de feijão no Estado do Paraná. **Bragantia**, v.59, n.1, p.99-107, 2000.
- SCOTT, R.A.; CHAMPOUX, M.; SCHAPPAUGH Jr., W.T. Influence of environmental productivity levels and yield stability on selection strategies in soybean. **Euphytica**, v.78, n.1-2, p.115-122, 1994.
- SHAFIL, B.; PRICE, W.J. Analysis of genotype-by-environment interaction using the additive main effects and multiplicative interaction model and stability estimates. **Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics**, v.3, n.3, p.335-345, 1998.
- SHARMA, P.K.; GUPTA, P.K.; GOVILA, O.P. AMMI analysis of a pearl millet yield trial. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, v.58, n.2, 183-192, 1998.
- SHUKLA, G.K. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. **Heredity**, v.29, n.2, p.237-245, 1972.
- SILVA, J.G.C. Análise da adaptabilidade por regressão segmentada com estimação da junção dos segmentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.7, p.1013-1029, 1998.
- SILVA, J.G.C.; BARRETO, J.N. An application of segmented linear regression to the study of genotypes environment interaction. **Biometrics**, v.41, n.4, p.1093, 1986.
- SIVEIRO, A.; MENTEN, J.O.; VELLO, N.A. Herança da resistência da soja a *Diaphorthe phaseolorum* f. sp. *Meridionalis*. **Summa Phytopathologica**, v.23, n.2, p.139-142, 1997.
- SNELLER, C.H.; DOMBEK, D. Comparing soybean cultivar ranking and selection for yield with AMMI and full-data performance estimates. **Crop Science**, v.35, n.6, p.1536-1541, 1995.
- SNELLER, C.H.; KILGORE-NORQUEST, L.; DOMBEK, D. Repeatability of yield stability statistics in soybean. **Crop Science**, v.37, n.2, p.383-390, 1997.

- SOLDINI, D.O. Interação genótipos x locais e correlações entre caracteres com ênfase na produtividade de óleo em soja. Piracicaba, 1993. 136p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SOLDINI, D.O. Potencial genético de cruzamentos dialélicos parciais de soja com ênfase nas produtividades de grãos e óleo. Piracicaba, 1998. 80p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- SOOD, O.P.; SOOD, V.K.; ANAND, D.; KALIA, N.R. Phenotypic stability for yield and maturity in soybean (*Glycine max*) in mid-hills of Himachal Pradesh. **Indian Journal of Agricultural Sciences**, v.69, n.7, p.536-537, 1999.
- SPEHAR, C.R. Breeding soybeans to the latitudes of Brazilian cerrados (savannahs). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.8, p.1167-1180, 1994.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/STAT software**: changes and enhancements through release 6.12. (software). Cary: SAS INSTITUTE, 1997. 1116p. + 1 cd.
- STORCK, L.; VENCOSKY, R. Stability analysis on a bi-segmented discontinuous model with measurement errors in the variables. **Revista Brasileira de Genética**, v.17, n.1, p.75-81, 1994.
- TAI, G.C.C. Genotypic stability analyses and its application to potato regional trials. **Crop Science**, v.2, n.2, p.184-194, 1971.
- THILLAINATHAN, M.; FERNANDEZ, G.C.J. SAS application for Tai's stability analysis and AMMI model in genotype x environmental interaction (GEI) effects. **Journal of Heredity**, v.92, n.4, p.367-373, 2001.
- TAYE, G.; GETACHEW, T.; BEJIGA, G. AMMI adjustment for yield estimate and classification of genotypes and environments in field pea (*Pisum sativum* L.). **Journal of Genetics & Breeding**, v.54, n.3, p.183-191, 2000.
- 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**, v.25, n.1, p.89-94, 1990.
- TOLEDO, J.F.F.; ARIAS, C.A.A.; OLIVEIRA, M.F.; TRILLER, C.; MIRANDA, Z.F.S. Genetical and environmental analyses of yield in six biparental soybean crosses. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.9, p.1783-1796, 2000.
- TOLER, J.E.; BURROWS, P.M. Genotypic performance over environmental arrays: a non-linear grouping protocol. **Journal of Applied Statistics**, v.25, n.1, p.131-143, 1998.
- TOMKINS, J.P.; SHIPE, E.R. Environmental adaptation of long-juvenile soybean cultivars and elite strains. **Agronomy Journal**, v.89, n.2, p.257-262, 1997.

- TRILLER, C.; TOLEDO, F.F. de. Using the F₃ generation for predicting potential of soybean crosses. **Revista Brasileira de Genética**, v.19, n.2, p.289-294, 1996.
- TSUTSUMI, C.Y. Caracterização agronômica de cruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão. Piracicaba, 2000. 158p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- UNÊDA-TREVISOLI, S.H. Estabilidade fenotípica e potencialidade de progênes obtidas por cruzamentos óctuplos em soja. Piracicaba, 1999. 228p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS. **Estabilidade** (software). Versão 1.0, Lavras: UFV, DEXA. 2000.
- VAN RAAMSDONK, L.W.D. The cytological and genetical mechanisms of plant domestication exemplified by four crop models. **The Botanical Review**, v.61, n.4, p.367-399, 1995.
- VARGAS, M.; CROSSA, J.; VAN EEUWIJK, F.; SAYRE, K.D.; REYNOLDS, M.P. Interpreting treatment x environment in agronomy trials. **Agronomy Journal**, v.93, n.4, p.949-960, 2001.
- VELLO, N.A. Ampliação da base genética do germoplasma e melhoramento de soja na ESALQ/USP. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1., Piracicaba, 1991. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 1992. p. 60-81.
- VELLO, N.A. Base genética, fontes de genes e métodos de melhoramento para resistência a doenças. In: ENCONTRO SOBRE TEMAS DE GENÉTICA E MELHORAMENTO, 12., Piracicaba, 1995. **Anais**. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Genética, 1995. p.11-23.
- VELLO, N.A. Efeitos da introdução de germoplasma exótico sobre a produtividade e relações com a base genética dos cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Piracicaba, 1985. 91p. Tese (Livre-Docência) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- VELLO, N.A.; HIROMOTO, D.M.; AZEVEDO FILHO, A.J.BV. Coefficient of parentage and breeding of Brazilian soybean germplasm. **Revista Brasileira de Genética**, v.11, n.3, p.679-697, 1988.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 486p.
- VENCOVSKY, R.; TORRES, R.A.A. Estabilidade geográfica e temporal de algumas cultivares de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., Belo Horizonte, 1988. **Anais**. Belo Horizonte: EMBRAPA, CNPMS, 1988. p.294-300.

- VERMA, M.M.; CHAHAL, G.S.; MURTY, B.R. Limitations of conventional regression analysis, a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, v.53, n.2, p.89-91, 1978.
- VERNETTI, F.J. Origem da espécie, introdução e disseminação no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Soja: planta, clima, pragas, moléstias e invasoras**. Campinas, 1983. p.3-123.
- WESTCOTT, B. A method of assessing the yield stability of crop genotypes. **Journal of Agricultural Sciences**, v.108, n.2, p.267-274, 1987.
- WRICKE, G.; WEBER, E.W. **Quantitative genetics and selection in plant breeding**. Berlin: Walter de Gruyter, 1986. 406p.
- WU, R.L.; MALLEY, D.M.O. Nonlinear genotypic response to macro- and microenvironments. **Theoretical and Applied Genetics**, v.96, n.5, p.669-675, 1998.
- XU, B.; ZHEN, H.; LU, Q.; ZHAO, S. HU, Z. Three evidence of the original area of soybean. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 4., Buenos Aires, 1988. **Proceedings**. Buenos Aires: Association Argentina de la Soja, 1989. p.124-128.
- YAN, W.; CORNELIUS, P.L.; CROSSA, J.; HUNT, L.A. Two types of GGE biplots for analyzing multi-environment trial data. **Crop Science**, v.41, n.3, p.656-663, 2001.
- YATES, F.; COCHRAN, W. G. The analysis of groups of experiments. **Journal of Agricultural Sciences**, v.28, n.4, p.556-580, 1938.
- YAU, S. K. Regression and AMMI analyses of genotype x environment interactions: an empirical comparison. **Agronomy Journal**, v.87, n.1, p.121-126, 1995.
- YOKOMIZO, G.K. Interação genótipos x ambientes em topocruzamentos de soja tipo alimento com tipo grão. Piracicaba, 1999. 171p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- YUE, G.L.; ROOZEBOOM, K.L.; SCHAPAUGH Jr., W.T.; LIANG, G.H. Evaluation of soybean cultivars using parametric and nonparametric stability estimates. **Plant Breeding**, v.116, n.3, p.271-275, 1997.
- ZIMBACK, L. Cruzamento em cadeia entre genótipos adaptados e exóticos de soja com ênfase na produção de óleo. Piracicaba, 1992. 163p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".
- ZOBEL, R.W.; MADISON, J.W.; GAUCH, H.G. Statistical analysis of a yield trial. **Agronomy Journal**, v.80, n.3, p.388-393, 1988.

APÊNDICES

Apêndice 1. Identificação, genealogia, geração de endogamia (GE), ciclo de maturação (CM) e programa de origem das linhagens experimentais avaliadas. Soja, Piracicaba, SP.

N	N ^o USP	Genealogia	GE	CM	Programa de origem
1	93-1002	Paraná x IAC-Foscarin-31 ^a	F _{15:6}	P ^l	PG ^b
2	93-1042	IAC-Foscarin-31 x Primavera ^a	F _{15:6}	P	PG
3	93-1043	IAC-Foscarin-31 x Primavera ^a	F _{15:6}	P	PG
4	93-1044	IAC-Foscarin-31 x Primavera ^a	F _{15:6}	P	PG
5	93-1050	IAC-Foscarin-31 x Forrest ^m	F _{15:6}	P	PG
6	93-1051	IAC-Foscarin-31 x Forrest ^m	F _{15:6}	P	PG
7	93-1069	Coker 136 x Primavera ^m	F _{15:6}	P	PG
8	93-1072	Coker 136 x Primavera ^m	F _{15:6}	P	PG
9	93-1077	Coker 136 x Forrest ^m	F _{15:6}	P	PG
10	93-1101	Primavera x Forrest ^m	F _{15:6}	P	PG
11	93-1107	Primavera x FT 81-1835 ^a	F _{15:6}	P	PG
12	93-1109	Primavera x SOC 81-79 ^a	F _{15:6}	P	PG
13	93-1122	Década x Forrest ^m	F _{15:6}	P	PG
14	93-1187	IAC-Foscarin-31 x Década ^a	F _{15:6}	P	PG
15	93-1188	IAC-Foscarin-31 x Forrest ^m	F _{15:6}	P	PG
16	93-1195	Coker 136 x Primavera ^m	F _{15:6}	P	PG
17	93-1203	Primavera x SOC 81-79 ^a	F _{15:6}	P	PG
18	94-1004	Paraná x Forrest ^m	F _{15:6}	P	PG
19	94-1012	IAC-Foscarin-31 x Primavera ^a	F _{15:6}	P	PG
20	94-1024	IAC-Foscarin-31 x Forrest ^m	F _{15:6}	P	PG
21	94-1044	Coker 136 x Hale 321 ^e	F _{15:6}	P	PG
22	94-1055	Primavera x Forrest ^m	F _{15:6}	P	PG
23	94-1061	Primavera x FT 81-1835 ^a	F _{15:6}	P	PG
24	94-1070	Primavera x FT 81-2134 ^a	F _{15:6}	P	PG
25	94-1081	Década x FT 81-2134 ^a	F _{15:6}	P	PG
26	94-1086	Década x FT 81-1835 ^a	F _{15:6}	P	PG
27	94-1087	Forrest x FT 81-2134 ^m	F _{15:6}	P	PG
28	94-1097	FT 81-1835 x FT 81-2134 ^a	F _{15:6}	P	PG
29	93-1052	IAC-Foscarin-31 x Forrest ^m	F _{15:6}	SP	PG
30	93-1106	Primavera x FT 81-1835 ^a	F _{15:6}	SP	PG
31	93-1119	Primavera x FT 81-2134 ^a	F _{15:6}	SP	PG
32	93-1125	Década x FT 81-1835 ^a	F _{15:6}	SP	PG
33	93-1202	Primavera x FT 81-1835 ^a	F _{15:6}	SP	PG
34	93-1211	FT 81-1835 x Hale 321 ^m	F _{15:6}	SP	PG
35	93-2002	Davis-1 x Bossier ^m	F _{11:3}	SP	PG
36	93-2027	Davis-1 x Viçoja ^m	F _{11:3}	SP	PG
37	93-2072	Bossier x Viçoja ^a	F _{11:3}	SP	PG
38	93-2084	Bossier x Viçoja ^a	F _{11:3}	SP	PG
39	93-2103	Bossier x BR-1-Fosca ^a	F _{11:3}	SP	PG
40	93-2104	Bossier x BR-1-Fosca ^a	F _{11:3}	SP	PG
41	93-2250	Bossier x IAC-12 ^a	F _{11:3}	SP	PG
42	93-2259	Bossier x IAC-12 ^a	F _{11:3}	SP	PG
43	93-2294	Davis-1 x BR-1-Fosca ^m	F _{11:3}	SP	PG
44	93-2302	Davis-1 x BR-1-Fosca ^m	F _{11:3}	SP	PG
45	93-2306	Davis-1 x BR-1-Fosca ^m	F _{11:3}	SP	PG
46	93-2316	Bossier x GO 81-11.646 ^a	F _{11:3}	SP	PG

Apêndice 1. Identificação, genealogia, geração de endogamia (GE), ciclo de maturação (CM) e programa de origem das linhagens experimentais avaliadas. Soja, Piracicaba, SP.

N	N ^o USP	Genealogia	GE	CM	Programa de origem
47	93-2419	Viçoja x IAC-1 ^a	F _{11:3}	SP	PG
48	93-2475	Viçoja x GO 81-11.646 ^a	F _{11:3}	SP	PG
49	93-2479	Viçoja x GO 81-11.646 ^a	F _{11:3}	SP	PG
50	93-2529	IAC-10 x IAC-12 ^a	F _{11:3}	SP	PG
51	93-2565	IAC-10 x BR-1-Fosca ^a	F _{11:3}	SP	PG
52	93-2667	IAC-12 x IAC-1 ^a	F _{11:3}	SP	PG
53	93-2680	IAC-12 x IAC-1 ^a	F _{11:3}	SP	PG
54	93-2693	IAC-12 x BR-1-Fosca ^a	F _{11:3}	SP	PG
55	93-2697	IAC-12 x BR-1-Fosca ^a	F _{11:3}	SP	PG
56	93-2699	IAC-12 x BR-1-Fosca ^a	F _{11:3}	SP	PG
57	93-2727	IAC-12 x FT 81-2706 ^a	F _{11:3}	SP	PG
58	93-2756	IAC-12 x SOC 81-228 ^a	F _{11:3}	SP	PG
59	93-2781	IAC-1 x BR-1-Fosca ^a	F _{11:3}	SP	PG
60	93-2790	IAC-1 x BR-1-Fosca ^a	F _{11:3}	SP	PG
61	93-2857	IAC-1 x SOC 81-228 ^a	F _{11:3}	SP	PG
62	93-2858	IAC-1 x SOC 81-228 ^a	F _{11:3}	SP	PG
63	93-2897	GO 81-11.646 x FT 81-2706 ^a	F _{11:3}	SP	PG
64	93-2909	BR-1-Fosca x SOC 81-228 ^a	F _{11:3}	SP	PG
65	93-2916	BR-1-Fosca x SOC 81-228 ^a	F _{11:3}	SP	PG
66	94-1017	IAC-Foscarin-31 x Primavera	F _{15:3}	SP	PG
67	93-2258	Bossier x IAC-12 ^a	F _{11:3}	I ³	PG
68	93-2266	Bossier x IAC-1 ^a	F _{11:3}	I	PG
69	93-2514	Viçoja x FT 81-2706 ^a	F _{11:3}	I	PG
70	93-2530	IAC-10 x IAC-12 ^a	F _{11:3}	I	PG
71	93-2643	IAC-10 x FT 81-2706 ^a	F _{11:3}	I	PG
72	93-2722	IAC-12 x GO 81-11.646 ^a	F _{11:3}	I	PG
73	93-2725	IAC-12 x GO 81-11.646 ^a	F _{11:3}	I	PG
74	93-2753	IAC-12 x SOC 81-228 ^a	F _{11:3}	I	PG
75	93-2802	IAC-1 x GO 81-11.646 ^a	F _{11:3}	I	PG
76	93-2825	IAC-1 x FT 81-2706 ^a	F _{11:3}	I	PG
77	93-2870	BR-1-Fosca x FT 81-2706 ^a	F _{11:3}	I	PG
78	93-5082	GO 81-11.646 x SOC 81-228 ^a	F _{13:3}	I	PG
79	93-5243	FT 81-2706 x PI 371610 ^m	F _{13:3}	I	PO ^c
80	93-5423	SOC 81-76 x Foster ^m	F _{13:3}	I	PO
81	93-5539	Paranagoiana x Jackson-4028-s ^m	F _{13:3}	I	PO
82	93-5544	Paranagoiana x Jackson-4028-s ^m	F _{13:3}	I	PO
83	93-5549	Jackson-4028-s x FT 81-2129 ^m	F _{13:3}	I	PO
84	93-5552	Jackson-4028-s x FT 81-2129 ^m	F _{13:3}	I	PO
85	93-5582	Cobb x BR-8 ^m	F _{13:3}	I	PO
86	93-5585	Cobb x BR-8 ^m	F _{13:3}	I	PO
87	93-5586	Cobb x BR-8 ^m	F _{13:3}	I	PO
88	93-5597	Cobb x BR-8 ^m	F _{13:3}	I	PO
89	93-5690	Bienville x UFV-Araguaia ^a	F _{13:3}	I	PO

Apêndice 1. Identificação, genealogia, geração de endogamia, ciclo de maturação (CM) e programa de origem das linhagens experimentais avaliadas. Soja, Piracicaba, SP.

N	N ^o USP	Genealogia	GE	CM	Programa de origem
90	93-5692	Foster x FT 79-3408 ^m	F _{13:3}	I	PO
91	93-5843	BR 80-15725-B-s x Planalto-s ^a	F _{13:3}	I	PO
92	93-5860	BR 80-15725-B-s x Planalto-s ^a	F _{13:3}	I	PO
93	93-5884	Planalto-s x GO 81-11.094 ^a	F _{13:3}	I	PO
94	93-2521	Viçoja x FT 81-2706 ^a	F _{11:3}	ST ⁴	PG
95	93-5263	PI 371610 x Paraná-s ^m	F _{13:3}	ST	PO
96	93-5391	Wright x SOC 81-76 ^m	F _{13:3}	ST	PO
97	93-5419	SOC 81-76 x Foster ^m	F _{13:3}	ST	PO
98	93-5513	AX 53-55-s x Paranaoiana ^m	F _{13:3}	ST	PO
99	93-5684	Bienville x UFV-Araguaia ^a	F _{13:3}	ST	PO
100	93-5802	UFV-2 x GO 81-8491 ^a	F _{13:3}	ST	PO

¹: Precoce; ²: Semiprecoce; ³: Intermediário; ⁴: Semitardio.

^a: Cruzamento adaptado (parental adaptado x parental adaptado).

^m: Cruzamento misto (parental adaptado x parental exótico).

^b: PG: Produtividade de grãos; ^c: PO: Produtividade de óleo.

Obs: o sufixo “s” observado em alguns genótipos refere-se à seleção de uma planta do genótipo que apresentou teor de óleo superior.

Apêndice 2. Número de linhagens, testemunhas, repetições, conjuntos/repetição, locais e geração de endogamia nos anos agrícolas 1996/97, 1997/98, 1998/99 e 1999/00. Soja, Piracicaba, SP.

	Ciclo de Maturação			
	Precoce	Semiprecoce	Intermediário	Semitardio
ANO AGRÍCOLA 1996/97				
Nº de linhagens	43	63	49	33
Geração de endogamia	F _{12:6}	F _{8:3} e F _{12:6}	F _{8:3} , F _{10:3} e F _{12:6}	F _{10:3} , F _{11:6} e F _{12:6}
Nº de repetições	2	2	2	2
Nº de conjuntos/Rep.	2	3	3	2
Nº de locais	3	3	3	3
Testemunhas	FT-Cometa FT-Guaíra IAC-Foscarin-31 Primavera	FT-10 FT-200 FT-Iramaia IAC-12	IAC-100 IAC-12 IAC-4 Stewart	IAC-4 IAC-8 IAC-11 Stewart
ANO AGRÍCOLA 1997/98				
Nº de linhagens	30	42	30	8
Geração de endogamia	F _{13:6}	F _{9:3} e F _{13:6}	F _{9:3} , F _{11:3} e F _{13:6}	F _{11:3} , F _{12:6} e F _{13:6}
Nº de repetições	2	2	2	2
Nº de conjuntos/Rep.	2	3	2	1
Nº de locais	3	3	3	3
Testemunhas	FT-Cometa FT-Guaíra IAC-Foscarin-31 Primavera	FT-10 FT-200 FT-Iramaia IAC-12	IAC-100 IAC-12 IAC-4 Stewart	IAC-4 IAC-8 IAC-11 Stewart
ANO AGRÍCOLA 1998/99				
Nº de linhagens	28	38	27	7
Geração de endogamia	F _{14:6}	F _{10:3} e F _{14:6}	F _{10:3} , F _{12:3} e F _{14:6}	F _{12:3} , F _{13:6} e F _{14:6}
Nº de repetições	2	2	2	2
Nº de conjuntos/Rep.	2	2	2	1
Nº de locais	3	3	3	3
Testemunhas	FT-Cometa FT-Guaíra IAC-Foscarin-31 Primavera	FT-10 FT-200 FT-Iramaia IAC-12	IAC-100 IAC-12 IAC-4 Stewart	IAC-4 IAC-8 IAC-11 Stewart
ANO AGRÍCOLA 1999/00				
Nº de linhagens	28	38	27	7
Geração de endogamia	F _{15:6}	F _{11:3} e F _{15:6}	F _{11:3} , F _{13:3} e F _{15:6}	F _{13:3} , F _{14:6} e F _{15:6}
Nº de repetições	2	2	2	2
Nº de conjuntos/Rep.	2	2	2	1
Nº de locais	3	3	3	3
Testemunhas	IAC-Foscarin-31 IAS-5 Primavera OCEPAR-4	BR-16 IAC-18 FT-200 FT-Iramaia	IAC-100 IAC-12 IAC-4 Stewart	IAC-4 IAC-8-2 IAC-11 Stewart

Apêndice 3. Fotoperíodo, temperatura, umidade relativa e precipitação pluviométrica, no período de novembro a abril dos anos agrícolas de 1996/97, 1997/98, 1998/99 e 1999/00, relativos à avaliação de linhagens experimentais de soja em Piracicaba-SP.

Ano	Mês	Fotoperíodo (horas/dia)	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)	Precipitação Pluvial (mm)
			Máxima	Média	Mínima		
1996/97	Novembro	6,22	29,07	23,41	17,75	79,50	212,00
	Dezembro	6,04	30,61	25,20	19,78	84,77	188,30
	Janeiro	4,21	29,71	24,90	20,09	86,87	352,20
	Fevereiro	7,55	31,73	24,73	19,50	79,50	87,10
	Março	7,65	29,94	23,72	17,50	73,29	73,20
	Abril	7,57	28,68	21,85	15,02	73,20	22,00
1997/98	Novembro	5,62	30,34	24,94	19,54	81,57	269,40
	Dezembro	6,68	31,11	25,40	19,68	79,74	186,62
	Janeiro	6,49	31,71	26,16	20,61	78,77	120,90
	Fevereiro	4,84	30,03	25,25	20,46	90,07	362,04
	Março	6,04	31,01	25,40	19,80	85,35	127,72
	Abril	6,94	28,39	22,71	17,02	81,03	62,10
1998/99	Novembro	7,04	29,47	22,59	15,70	71,90	52,10
	Dezembro	7,23	30,56	24,78	18,99	77,97	269,90
	Janeiro	4,91	30,59	25,50	20,41	87,97	382,80
	Fevereiro	5,37	30,73	25,41	20,05	90,00	198,30
	Março	7,70	31,42	25,20	18,98	80,74	210,80
	Abril	8,09	28,52	21,86	15,20	80,70	89,00
1999/00	Novembro	6,79	29,82	23,77	17,72	77,27	239,20
	Dezembro	5,63	29,78	24,42	19,00	80,90	196,20
	Janeiro	6,37	30,22	24,65	19,09	82,68	235,90
	Fevereiro	5,49	29,92	24,58	19,24	86,59	124,00
	Março	5,42	29,68	24,10	18,53	84,35	185,30
	Abril	9,08	28,34	21,81	15,35	72,17	0,80

Fonte: Setor de Física e Meteorologia, Departamento de Ciências Exatas, ESALQ/USP.

Apêndice 4. Critérios utilizados para a interpretação de análises de solos para o Estado de São Paulo.

Acidez	pH	Níveis	M.O (%)	P ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	Meq/100g			V (%)
					K	Ca	Mg	
Muito baixa	> 6,0	Muito baixo	-	6,0	0,07	-	-	≤ 25
Baixa	5,6-6,0	Baixo	1,5	7,08-15,0	0,08-0,15	0,4	0,4	26-50
Média	5,1-5,5	Médio	1,5-2,5	15,0-40,0	0,16-30,0	0,5-0,8	0,5-0,8	51-70
Alta	4,4-5,0	Alto	> 2,5	> 80,0	> 80,0	-	-	71-90
Muito alta	<4,3	Muito alto	-	-	-	-	-	> 90

Fonte: Malavolta et al., 1989.

Apêndice 5. Análises químicas do solo nas áreas de pesquisa com soja, nos locais Anhembi, Areão e ESALQ, Piracicaba, SP.

Local	PH	M.O (%)	P ($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)	Meq/100g			V (%)
	CaCl ₂			K	Ca	Mg	
Anhembi ¹	6,0	-	55	0,23	2,9	2,3	90
Areão ²	4,3	1,6	15	0,26	3,6	1,2	50
ESALQ ¹	5,4	-	45	0,40	3,3	1,1	61

Fonte: ¹: Departamento de Química - ESALQ/USP.

²: Departamento de Ciência do Solo - ESALQ/USP.

Apêndice 6. Esquema da análise de variância conjunta/local para as testemunhas em blocos ao acaso, com repetições subdivididas em conjuntos experimentais, ao nível de parcelas, e respectivas esperanças matemáticas dos quadrados médios.

F. V.	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)	F
Locais (L)	1 - 1	Q ₁	$\sigma_e^2 + T\sigma_{c/1}^2 + CTV_1$	Q ₁ /Q ₂
Conjuntos/L	1(c - 1)	Q ₂	$\sigma_e^2 + LT\sigma_{c/1}^2$	Q ₂ /Q ₆
Testemunhas (T)	(t - 1)	Q ₃	$\sigma_e^2 + L\sigma_{ct}^2 + L\sigma_{c/1}^2 + CLV_t$	(Q ₃ +Q ₆)/Q ₂ + Q ₄)
C x T	(c - 1)(t - 1)	Q ₄	$\sigma_e^2 + L\sigma_{ct}^2$	Q ₄ /Q ₆
T x L	(t - 1)(l - 1)	Q ₅	$\sigma_e^2 + CV_{lt}$	Q ₅ /Q ₆
Resíduo médio	L(c - 1)(t - 1)	Q ₆	σ_e^2	
Total	(clt) - 1			

Apêndice 7. Esquema da análise de variância conjunta geral para as testemunhas em blocos ao acaso, com repetições subdivididas em conjuntos experimentais, ao nível de parcelas, e respectivas esperanças matemáticas dos quadrados médios.

F. V.	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)	F
Anos (A)	a - 1	Q ₁	$\sigma_e^2 + LT\sigma_{c/a/1}^2 + CLT\sigma_a^2$	Q ₁ /Q ₃
Locais (L)	1 - 1	Q ₂	$\sigma_e^2 + CT\sigma_{al}^2 + AT\sigma_{c/a/1}^2 + ACTV_1$	(Q ₂ +Q ₁₀)/(Q ₃ +Q ₆)
Conjuntos/A/L	al(c - 1)	Q ₃	$\sigma_e^2 + ALT\sigma_{c/a/1}^2$	Q ₃ /Q ₁₀
Testemunhas (T)	(t - 1)	Q ₄	$\sigma_e^2 + CL\sigma_{at}^2 + AL\sigma_{ct}^2 + ACLV_t$	Q ₄ /Q ₅
C x T	(c - 1)(t - 1)	Q ₅	$\sigma_e^2 + L\sigma_{at}^2 + AL\sigma_{ct}^2$	Q ₅ /Q ₇
A x L	(a - 1)(l - 1)	Q ₆	$\sigma_e^2 + CT\sigma_{al}^2$	Q ₆ /Q ₁₀
T x A	(t - 1)(a - 1)	Q ₇	$\sigma_e^2 + CL\sigma_{at}^2$	Q ₇ /Q ₁₀
T x L	(t - 1)(l - 1)	Q ₈	$\sigma_e^2 + C\sigma_{alt}^2 + ACV_{lt}$	Q ₈ /Q ₉
T x A x L	(t - 1)(a - 1)(l - 1)	Q ₉	$\sigma_e^2 + C\sigma_{alt}^2$	Q ₉ /Q ₁₀
Resíduo médio	al(c - 1)(t - 1)	Q ₁₀	σ_e^2	
Total	(aclt) - 1			

Apêndice 8. Esquema da análise de variância individual para as linhagens em blocos ao acaso, ao nível de parcelas, e respectivas esperanças matemáticas dos quadrados médios.

F. V.	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)	F
Repetições (R)	$r - 1$	Q_1	$\sigma_e^2 + G\sigma_r^2$	Q_1/Q_3
Linhagens (G)	$g - 1$	Q_2	$\sigma_e^2 + RV_g$	Q_2/Q_3
Resíduo	$(r - 1)(g - 1)$	Q_3	σ_e^2	
Total	$(rg) - 1$			

Apêndice 9. Esquema da análise de variância conjunta/ano para as linhagens, em blocos ao acaso, ao nível de parcelas, e respectivas esperanças matemáticas dos quadrados médios.

F. V.	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)	F
Locais (L)	$l - 1$	Q_1	$\sigma_e^2 + G\sigma_{r(l)}^2 + RGV_1$	Q_1/Q_2
Repetições (R)/L	$l(r - 1)$	Q_2	$\sigma_e^2 + G\sigma_{r(l)}^2$	Q_2/Q_5
Linhagens (G)	$g - 1$	Q_3	$\sigma_e^2 + LRV_g$	Q_3/Q_5
G x L	$(g - 1)(l - 1)$	Q_4	$\sigma_e^2 + RV_{lg}$	Q_4/Q_5
Resíduo médio	$l(g-1)(r-1)$	Q_5	σ_e^2	
Total	$(rgl) - 1$			

Apêndice 10. Esquema da análise de variância conjunta geral para as linhagens, em blocos ao acaso, ao nível de parcelas, e respectivas esperanças matemáticas dos quadrados médios.

F. V.	G.L.	Q.M.	E(Q.M.)	F
R/L/A	$(r - 1)al$	Q_1	$\sigma_e^2 + G\sigma_{(r/a)/l}^2$	Q_1/Q_9
Anos (A)	$a - 1$	Q_2	$\sigma_e^2 + G\sigma_{(r/a)/l}^2 + RGL\sigma_a^2$	Q_2/Q_1
Locais (L)	$l - 1$	Q_3	$\sigma_e^2 + G\sigma_{(r/a)/l}^2 + RA\phi\sigma_{al}^2 + RGAV_1$	Q_3/Q_7
Linhagens (G)	$g - 1$	Q_4	$\sigma_e^2 + RL\lambda\sigma_{ga}^2 + RALV_g$	Q_4/Q_5
G x A	$(g - 1)(a - 1)$	Q_5	$\sigma_e^2 + RL\lambda\sigma_{ga}^2$	Q_5/Q_9
G x L	$(g - 1)(l - 1)$	Q_6	$\sigma_e^2 + R\alpha\sigma_{gal}^2 + RAV_{gl}$	Q_6/Q_8
A x L	$(a - 1)(l - 1)$	Q_7	$\sigma_e^2 + G\sigma_{(r/a)l}^2 + RA\phi\sigma_{al}^2$	Q_7/Q_1
G x A x L	$(g - 1)(a - 1)(l - 1)$	Q_8	$\sigma_e^2 + R\alpha\sigma_{gal}^2$	Q_8/Q_9
Resíduo médio	$al(g-1)(r-1)$	Q_9	σ_e^2	
Total	$(ragl) - 1$			
$\alpha=\phi\lambda$	$\phi=l/(l-1)$	$\lambda=g/(g-1)$		

Apêndice 11. Esquema da análise de variância com a decomposição da soma de quadrados de ambientes/genótipos, conforme a metodologia de Eberhart & Russel (1966).

F.V.	G.L.	S.Q.
Genótipos (G)	$g-1$	
Ambientes (E)	$e-1$	
G x E	$(g-1)(e-1)$	
E/G	$g(e-1)$	$SQ_E + SQ_{G \times E}$
E linear	1	$SQ_{E \text{ linear}}$
G x E linear	$g-1$	$SQ_{G \times E \text{ linear}}$
Desvio combinado (E/G)	$g(e-1)$	SQ_D
Erro médio	$ge(r-1)$	SQ_{EM}

Apêndice 12. Esquema da análise de variância AMMI ao nível de médias de ambientes, adotando o critério de Gollob para atribuição de graus de liberdade aos componentes principais da interação (CPI).

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Genótipos (G)	$g-1$	SQ_G	QM_G	
Ambientes (E)	$e-1$	SQ_E	QM_E	
G x E	$(g-1)(e-1)$	$SQ_{G \times E}$	$QM_{G \times E}$	
CPI1	$g+e-1-(2.1)$	λ_1^2	QM_{CPI1}	QM_{CPI1}/QM_{EM}
CPI2	$g+e-1-(2.2)$	λ_2^2	QM_{CPI2}	QM_{CPI2}/QM_{EM}
CPI3	$g+e-1-(2.3)$	λ_3^2	QM_{CPI3}	QM_{CPI3}/QM_{EM}
...	...	...	...	...
CPIp	$g+e-1-(2.p)$	λ_p^2	QM_{CPIp}	QM_{CPIp}/QM_{EM}
Erro médio	$ge(r-1)$	SQ_{EM}	QM_{EM}	