**MODELO DE REGRESSÃO NÃO-LINEAR APLICADO
NA AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE FENOTÍPICA EM PLANTAS**

LEONARDO NOVAES ROSSE

Engenheiro Florestal

Orientador: Prof. Dr. ROLAND VENCOVSKY

*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

Junho – 1999

ERRATA

Página	Linha	Figura	Onde se lê	Leia-se
46	1		compreendendo 25 plantas....	compreendendo 5 plantas....
49	20		em 18 e 14 locais....	 em 19 e 14 locais....
89	21		 até 5726,3 kg/há....	 até 6627,4 kg/ha....
93	5 A		GRUPO A – AGRO 1045	GRUPO E – G 150 C
			GRUPO E – G 150 C	GRUPO A – AGRO 1045
	5 B		GRUPO B – C 333	GRUPO C – X-1274 H
			GRUPO C – X-1274 H	GRUPO B – C 333

107

8 A

108

16

....aliado a baixa precisão....

....aliado a alta precisão....

124

14 A

Página Linha

Desconsiderar

46 5 As linhas externas das parcelas foram utilizadas como bordadura, sendo também consideradas integralmente no ato da colheita.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Rosse, Leonardo Novaes

Modelo de regressão não-linear aplicado na avaliação da estabilidade
fenotípica em plantas / Leonardo Novaes Rosse. - - Piracicaba, 1999.
179 p.

Tese (doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999.
Bibliografia.

1. Cana-de-açúcar 2. Estabilidade fenotípica 3. Feijão 4. Interação genótipo-
ambiente 5. Melhoramento genético vegetal 6. Milho 7. Modelo matemático I.
Título

CDD 631.522

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - O Autor"

À minha tia Maria Elcy (tia Ja) por tudo o que ela representou e fez para mim.

Dedico

Aos meus pais José Rosse e Elza Maria, os maiores responsáveis pela minha formação, os quais procuro me espelhar, principalmente nos momentos mais difíceis.

Aos meus irmãos José Ângelo, Conrado e Guilherme.

À Elisângela, companheira e amiga de todas as horas, pela paciência, pelo apoio, pelo incentivo e amor durante mais essa etapa de nossas vidas.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, motivo maior da nossa existência e a todos aqueles que, de alguma forma ou outra, contribuíram para a realização desse trabalho, e de forma especial:

Ao Prof. Dr. Roland Vencovsky pela segura orientação, pela confiança, pelos ensinamentos, pela disponibilidade ao longo do curso e pela amizade.

À CAPES pela concessão de bolsa de estudo durante a realização do curso.

Ao Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, pela oportunidade concedida para a realização do curso.

Ao amigo João Batista Duarte pelas sábias sugestões e pelas críticas que muito contribuíram para o êxito deste trabalho.

Ao CNPMS/EMBRAPA pela concessão dos dados de milho.

Ao IAPAR pela concessão dos dados de feijão, na pessoa do pesquisador Nelson Fonseca Júnior.

Aos professores do Departamento de Genética, em especial aos Drs. Isaías Olívio Geraldi e Cláudio Lopes de Souza Júnior pela amizade e pelos ensinamentos adquiridos durante a convivência no PAE.

Ao Prof. Dr. Daniel F. Ferreira da UFLA pelo desenvolvimento do software empregado nesta pesquisa e pela amizade.

Ao amigo Francisco Neto e ao jornalista Marcos A. Vanceto pelas correções ortográficas.

Aos colegas do curso de PG em Genética, Gilberto, Cláudio, Alvis, Edson, Adelmo, Paulo Martins, Francisco, Rogério, Luciana Rodrigues, Solange, Ângela, Sandra, Luciana Ribeiro, Maurisrael, Rhainer, Juan, Pedro Mário, Camilo, Paulo Barroso, Paulo Telles, Aldete, Heyder, Andréa, Fábio, Félix, Alexandro Chaparro, Luciana Carlini, Luís Cláudio, Sallete, pelo companheirismo durante toda essa etapa.

À bibliotecária Silvana Gregório pela disponibilidade e pelas correções das citações, a Elisabeth dos Santos e a Silvana Oliveira pela presteza no atendimento.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE ANEXOS.....	xiv
RESUMO.....	xvi
SUMMARY.....	xviii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1 Interação genótipos x ambientes.....	5
2.2 Propostas para se atenuar o efeito da interação GxA.....	7
2.3 Métodos empregados para estimar os parâmetros de estabilidade fenotípica.....	9
2.3.1 Modelo de regressão não-linear para estimar a estabilidade fenotípica de cultivares.....	21
2.3.2 Classificação dos genótipos.....	29
2.3.3 Estimação dos parâmetros de estabilidade do modelo de regressão não-linear proposto por Toler (1990).....	31
2.4 Aplicações práticas.....	32
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	43
3.1 Material genético.....	43
3.1.1 Milho (<i>Zea mays</i> L.).....	43
3.1.1.1 Análise estatística.....	43
3.1.2 Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	48
3.1.2.1 Análise estatística.....	49
3.1.3 Cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.).....	54

3.1.3.1 Análise estatística.....	55
3.2 Estimação dos parâmetros de estabilidade do modelo de regressão não-linear proposto por Toler (1990) e o enquadramento dos genótipos nos cinco grupos.....	57
3.3 Estimativa da correlação de ordem entre os parâmetros de estabilidade do modelo de regressão não-linear	59
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
4.1 Considerações iniciais.....	61
4.2 Análises individuais e conjunta da variância.....	63
4.2.1 Milho (<i>Zea mays</i> L.).....	63
4.2.1.1 Ciclo de desenvolvimento normal.....	63
4.2.1.2 Ciclo de desenvolvimento precoce ensaiados nas regiões Centro e Sul.....	67
4.2.2 Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	70
4.2.2.1 Interação de genótipos com locais e com anos.....	72
4.2.3 Cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.).....	75
4.3 Análise da estabilidade fenotípica através do modelo de regressão não-linear	76
4.3.1 Considerações iniciais.....	76
4.3.2 Parâmetros de estabilidade.....	77
4.3.2.1 Milho (<i>Zea mays</i> L.).....	78
4.3.2.1.1 Ciclo de desenvolvimento normal.....	78
4.3.2.1.2 Ciclo de desenvolvimento precoce ensaiados nas regiões Centro e Sul.....	93
4.3.2.2 Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	102
4.3.2.3 Cana-de-açúcar (<i>Saccharum</i> spp.).....	114
4.4 Estimativa de correlação ordinal (Spearman) entre os padrões de resposta dos materiais genéticos.....	125

4.4.1 Estimativa das correlações.....	127
4.5 Considerações finais.....	131
5 CONCLUSÕES.....	143
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	145
ANEXOS.....	157

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Padrões de resposta $Y(\mu)$ convexo e côncavo dos genótipos às variações na qualidade ambiental μ	26
2 Curva de Gompertz, relacionando produtividade de grãos com qualidade ambiental.....	87
3 Comportamento dos materiais de milho do Ciclo Normal enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), no ano/safra 1992/93.....	88
4 Comportamento dos materiais de milho do Ciclo Normal enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), no ano/safra 1993/94.....	91
5 Comportamento dos materiais de milho do Ciclo Normal enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), no ano/safra 1994/95.....	93
6 Comportamento dos materiais de milho do Ciclo Precoce ensaiados na região centro enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), no ano/safra 1994/95	98
7 Comportamento dos materiais de milho do Ciclo Precoce ensaiados na região sul enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), no ano/safra 1994/95.....	101
8 Comportamento dos genótipos de feijão enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), no ano agrícola 1994/95.....	107
9 Comportamento dos genótipos de feijão enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), no ano agrícola 1995/96.....	108
10 Comportamento dos genótipos de feijão enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), no ano agrícola 1996/97.....	111
11 Comportamento dos genótipos de feijão enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), nos anos agrícolas 1995/96 e 1996/97.....	113

12	Comportamento dos genótipos de cana-de-açúcar enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unissegmentados (B), do Ensaio de Caracterização 92.....	120
13	Comportamento dos genótipos de cana-de-açúcar enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unissegmentados (B), do Ensaio de Caracterização 93.....	122
14	Comportamento dos genótipos de cana-de-açúcar enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unissegmentados (B), do Ensaio de Caracterização 94.....	124

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Locais em que os experimentos do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho foram conduzidos para os diferentes ciclos de desenvolvimento.....	44
2 Identificação dos genótipos de milho dos diferentes ciclos de desenvolvimento avaliados no Ensaio Nacional de Competição de Cultivares.....	45
3 Esquema da análise de variância para cada local e ano/safra dos ensaios de milho.....	47
4 Esquema da análise conjunta de variância dos locais dentro de cada ano agrícola para os diferentes ciclos de desenvolvimento em milho.....	48
5 Nome dos locais em que os experimentos do Ensaio Regional de Competição de Cultivares e Linhagens de Feijão foram conduzidos no Estado do Paraná nos três anos/safras.....	50
6 Identificação dos genótipos de feijão conduzidos no Ensaio Regional de Competição de Cultivares e Linhagens de Feijão do Estado do Paraná nos três anos/safras.....	50
7 Esquema da análise de variância para cada local e ano/safra dos ensaios de feijão.....	51
8 Esquema da análise conjunta de variância dos locais dentro de cada ano/safra em feijão.....	52
9 Esquema da análise conjunta de variância considerando os genótipos de feijoeiro nas repetições, nos locais e nos anos/safras.....	53
10 Usinas e municípios em que os Ensaios de Caracterização de Cana-de-açúcar foram conduzidos.....	56
11 Nomes das variedades de cana-de-açúcar avaliadas nos diferentes Ensaios de Caracterização.....	57
12 Quadrados médios das análises conjuntas de variância do caráter produtividade média de grãos (kg/ha) para a cultura do milho nos dois ciclos de desenvolvimento, para a cultura do feijão e, também, do caráter produtividade média de açúcar estimada para cinco cortes (TPH5) em cana-de-açúcar nos três grupos de ensaios avaliados.....	66

13	Quadrados médios da análise conjunta de variância dos genótipos no Ensaio Regional Final de Competição de Cultivares e Linhagens de Feijão do Estado do Paraná nos anos/safras 1995/96 e 1996/97.....	74
14	Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter peso de grãos (kg/ha). Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Normal no ano/safra 1992/93.....	79
15	Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter peso de grãos (kg/ha). Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Normal no ano/safra 1993/94.....	80
16	Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter peso de grãos (kg/ha). Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Normal no ano/safra de 1994/95.....	81
17	Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de grãos (kg/ha) obtidas do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Normal no ano/safra 1992/93.....	83
18	Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de grãos (kg/ha) obtidas do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Normal no ano/safra 1993/94.....	90
19	Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de grãos (kg/ha) obtidas do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Normal no ano/safra 1994/95.....	92

20 Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter peso de grãos (kg/ha). Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Precoce ensaiados na região centro no ano/safra 1994/95.....	94
21 Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter peso de grãos (kg/ha). Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Precoce ensaiados na região sul no ano/safra 1994/95.....	95
22 Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de grãos (kg/ha) obtidas do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Precoce ensaiado na região centro no ano/safra 1994/95.....	97
23 Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de grãos (kg/ha) obtidas do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Precoce ensaiado na região sul no ano/safra 1994/95.....	100
24 Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter peso de grãos (kg/ha). Ensaio Regional de Competição de Cultivares e Linhagens de Feijão do Estado do Paraná no ano/safra 1994/95.....	103
25 Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter peso de grãos (kg/ha). Ensaio Regional de Competição de Cultivares e Linhagens de Feijão do Estado do Paraná no ano/safra 1995/96.....	104
26 Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter peso de grãos (kg/ha). Ensaio Regional de Competição de Cultivares e Linhagens de Feijão do Estado do Paraná no ano/safra 1996/97.....	104

27 Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter peso de grãos (kg/ha). Ensaio Regional de Competição de Cultivares e Linhagens de Feijão do Estado do Paraná nos anos/safras 1995/96 e 1996/97.....	105
28 Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de grãos (kg/ha) obtidas na avaliação de cultivares de feijão do Ensaio Regional Intermediário de Competição de Cultivares e Linhagens do Estado do Paraná no ano/safra 1994/95.....	106
29 Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de grãos (kg/ha) obtidas na avaliação de cultivares de feijão do Ensaio Regional Final de Competição de Cultivares e Linhagens do Estado do Paraná no ano/safra 1995/96.....	107
30 Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de grãos (kg/ha) obtidas na avaliação de cultivares de feijão do Ensaio Regional Final de Competição de Cultivares e Linhagens do Estado do Paraná no ano/safra 1996/97.....	109
31 Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de grãos (kg/ha) obtidas na avaliação de cultivares de feijão do Ensaio Regional Final de Competição de Cultivares e Linhagens do Estado do Paraná nos anos/safras 1995/96 e 1996/97.....	111
32 Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter produtividade de açúcar (TPH5) do Ensaio de Caracterização 92.....	115
33 Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter produtividade de açúcar (TPH5) do Ensaio de Caracterização 93.....	115
34 Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão dessas estimativas (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter produtividade de açúcar (TPH5) do Ensaio de Caracterização 94.....	116

35 Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de açúcar obtidas na avaliação de genótipos de cana-de-açúcar do Ensaio de Caracterização 92.....	118
36 Enquadramento dos genótipos nos diferentes grupos pelo modelo não-linear (Toler, 1990) e pelo modelo linear (Cruz et al., 1989) e a classificação com base na produtividade estimada.....	119
37 Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de açúcar obtidas na avaliação de genótipos de cana-de-açúcar do Ensaio de Caracterização 93.....	121
38 Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de açúcar obtidas na avaliação de genótipos de cana-de-açúcar do Ensaio de Caracterização 94.....	123
39 Correlação ordinal entre as estimativas dos parâmetros de estabilidade do modelo de regressão não-linear bissegmentado (β_1 e β_2) e entre as estimativas dos parâmetros de estabilidade do modelo de regressão linear bissegmentado (b_1 e b_1+b_2) propostos por Cruz et al. (1989) nas três espécies: milho, feijão e cana-de-açúcar.....	129
40 Número de materiais de milho classificados de acordo com os níveis de produtividade e os grupos em que foram enquadrados.....	134
41 Número de genótipos de feijão classificados de acordo com os níveis de produtividade e os grupos em que foram enquadrados.....	136
42 Número de variedades de cana-de-açúcar classificados de acordo com os níveis de produtividade e os grupos onde eles foram enquadrados.....	137
43 Número de genótipos, considerando as três espécies conjuntamente (milho, feijão e cana-de-açúcar), classificados de acordo com os níveis de produtividade e os grupos em que foram enquadrados.....	138

LISTA DE ANEXOS

Página

A - Resultados médios do peso de grãos (kg/ha) de milho, por local, do Ciclo de Desenvolvimento Normal, obtidos do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares (EMBRAPA/CNPMS), no ano/safra 1992/93, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_{.j}$), os coeficientes de variação (CV%) e a qualidade ambiental ($\hat{\mu}_j$) estimada pelo modelo de regressão proposto por Toler (1990).....	158
B - Resultados médios do peso de grãos (kg/ha) de milho, por local, do Ciclo de Desenvolvimento Normal, obtidos do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares (EMBRAPA/CNPMS), no ano/safra 1993/94, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_{.j}$), os coeficientes de variação (CV%) e a qualidade ambiental ($\hat{\mu}_j$) estimada pelo modelo de regressão proposto por Toler (1990).....	161
C - Resultados médios do peso de grãos (kg/ha) de milho, por local, do Ciclo de Desenvolvimento Normal, obtidos do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares (EMBRAPA/CNPMS), no ano/safra 1994/95, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_{.j}$), os coeficientes de variação (CV%) e a qualidade ambiental ($\hat{\mu}_j$) estimada pelo modelo de regressão proposto por Toler (1990).....	164
D - Resultados médios do peso de grãos (kg/ha) de milho, por local, do Ciclo de Desenvolvimento Precoce ensaiados na região centro, obtidos do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares (EMBRAPA/CNPMS), no ano/safra 1994/95, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_{.j}$), os coeficientes de variação (CV%) e a qualidade ambiental ($\hat{\mu}_j$) estimada pelo modelo de regressão proposto por Toler (1990).....	168
E - Resultados médios do peso de grãos (kg/ha) de milho, por local, do Ciclo de Desenvolvimento Precoce ensaiados na região sul, obtidos do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares (EMBRAPA/CNPMS) no ano/safra 1994/95, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_{.j}$), os coeficientes de variação (CV%) e a qualidade ambiental ($\hat{\mu}_j$) estimada pelo modelo de regressão proposto por Toler (1990).....	172
F - Resultados médios do peso de grãos (kg/ha) de feijão, por local, obtidos do Ensaio Regional Intermediário de Competição de Cultivares e Linhagens do Estado do Paraná (IAPAR), no ano/safra 1994/95, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_{.j}$), os coeficientes de variação (CV%) e os efeitos ambientais ($\hat{\mu}_j$) estimados pelo modelo de regressão proposto por Toler (1990).....	173

- G - Resultados médios do peso de grãos (kg/ha) de feijão, por local, obtidos do Ensaio Regional Final de Competição de Cultivares e Linhagens do Estado do Paraná (IAPAR), no ano/safra 1995/96, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_j$), os coeficientes de variação (CV%) e os efeitos ambientais ($\hat{\mu}_j$) estimados pelo modelo de regressão proposto por Toler (1990)..... 174
- H - Resultados médios do peso de grãos (kg/ha) de feijão, por local, obtidos do Ensaio Regional Final de Competição de Cultivares e Linhagens do Estado do Paraná (IAPAR), no ano/safra 1996/97, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_j$), os coeficientes de variação (CV%) e os efeitos ambientais ($\hat{\mu}_j$) estimados pelo modelo de regressão proposto por Toler (1990)..... 175
- I - Resultados médios do peso de grãos (kg/ha) de feijão, por local, obtidos do Ensaio Regional Final de Competição de Cultivares e Linhagens do Estado do Paraná (IAPAR), nos anos/safras 1995/96 e 1996/97, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_j$), os coeficientes de variação (CV%) e os efeitos ambientais ($\hat{\mu}_j$) estimados pelo modelo de regressão proposto por Toler (1990)..... 176
- J - Resultados médios da produtividade de açúcar estimada para cinco cortes (TPH5) de cana-de-açúcar do Programa de Melhoramento da Copersucar, obtidos do Ensaio de Caracterização 92, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_j$), os coeficientes de variação (CV%) e os efeitos ambientais ($\hat{\mu}_j$) estimados pelo modelo proposto por Toler (1990)..... 177
- K - Resultados médios da produtividade de açúcar estimada para cinco cortes (TPH5) de cana-de-açúcar do Programa de Melhoramento da Copersucar, obtidos do Ensaio de Caracterização 93, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_j$), os coeficientes de variação (CV%) e os efeitos ambientais ($\hat{\mu}_j$) estimados pelo modelo proposto por Toler (1990)..... 178
- L - Resultados médios da produtividade de açúcar estimada para cinco cortes (TPH5) de cana-de-açúcar do Programa de Melhoramento da Copersucar, obtidos do Ensaio de Caracterização 94, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_j$), os coeficientes de variação (CV%) e os efeitos ambientais ($\hat{\mu}_j$) estimados pelo modelo proposto por Toler (1990)..... 179

MODELO DE REGRESSÃO NÃO-LINEAR APLICADO NA AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE FENOTÍPICA EM PLANTAS

Autor: LEONARDO NOVAES ROSSE

Orientador: Prof. ROLAND VENCovsky

RESUMO

Nesse trabalho foi estudado um novo modelo para avaliar a estabilidade fenotípica, o qual faz uso de regressão não-linear nos parâmetros (Toler, 1990), expresso da seguinte forma: $Y_{ij} = \alpha_i + [Z_j\beta_{1i} + (1-Z_j)\beta_{2i}]\mu_j + \varepsilon_{ij}$. O autor propôs testes das hipóteses $H(\beta_1 = \beta_2)$ e $H(\beta_1 = \beta_2 = \beta_i = 1)$ que permitem enquadrar os genótipos em cinco grupos conforme o seu padrão de resposta, quais sejam, A, B, C, D e E. O significado prático desses cinco grupos é: A- os genótipos apresentam resposta duplamente desejável (padrão convexo); B- apresentam resposta linear simples e desejável em ambientes de alta qualidade; C- resposta linear simples não desviando da resposta média dos ambientes; D- resposta linear simples e desejável em ambientes de baixa qualidade e, E- resposta duplamente indesejável (padrão côncavo). Nos grupos B, C e D, o valor do intercepto coincide com a performance média dos genótipos em todos os ambientes. Já nos grupos A e E, esta coincidência não mais ocorre, sendo função de $\hat{\beta}_{1i}$, $\hat{\beta}_{2i}$ e $\hat{\mu}_j$. Os parâmetros do modelo são estimados conjuntamente através de quadrados mínimos iterativos (não-linear) tendo-se empregado para esse processo o método de Gauss-Newton modificado. Para se testar esse modelo, foram utilizados três espécies cultivadas, totalizando 325 materiais genéticos: milho (ciclos normal e precoce) com 218 materiais, feijão com 42 genótipos e cana-de-açúcar com 65 variedades. Os resultados obtidos permitiram concluir que a metodologia utilizada mostrou-se útil em classificar os genótipos segundo as suas produtividades e seus padrões de resposta, contribuindo para um maior discernimento de seus comportamentos.

Verificou-se, de uma maneira geral, a ocorrência de associação negativa entre $\hat{\beta}_{1i}$ e $\hat{\beta}_{2i}$ afetando as médias estimadas dos genótipos dos grupos A e E, o que pode ser visto como um inconveniente do modelo em estudo. Os materiais genéticos do grupo A, mostraram estar geralmente associados a médias produtivas baixas e os do grupo E, por sua vez, a altas produtividades. Aqueles materiais enquadrados nos grupos preditos por um único segmento de reta (B, C e D), além de apresentarem níveis variáveis de produtividades, compreenderam mais de 70% dos materiais testados. A proporção de materiais com padrão unissegmentado em relação ao bissegmentado foi de aproximadamente de 4:1 em milho, 2:1 em feijão e 1:1 em cana-de-açúcar. (Pode-se concluir que, o programa de melhoramento da cana-de-açúcar, tal como esta sendo conduzido, oferece mais oportunidade de seleção para o padrão de resposta) vindo em seguida o feijão e em último lugar o milho. A porcentagem de materiais genéticos com alta produtividade e padrão de resposta duplamente favorável (tipo A) foi de 1,8% no milho, 2,0% no feijão e 4,6% na cana-de-açúcar. (Isso mostra a dificuldade, mas não a impossibilidade de selecionar materiais reunindo as duas propriedades simultaneamente.) Fica reforçado ser uma boa estratégia, selecionar para estabilidade mais precocemente em programas de melhoramento, quando o número de genótipos ainda não está muito reduzido, sendo possível fazer avaliações num número não muito elevado de condições ambientais.

NON-LINEAR REGRESSION MODEL APPLICATION TO EVALUATE PLANT PHENOTYPIC STABILITY

Author: **LEONARDO NOVAES ROSSE**

Adviser: **Prof. ROLAND VENCovsky**

SUMMARY

A new model was studied to evaluate phenotypic stability. It is based on non-linear regression, (Toler, 1990) and is expressed as follows: $Y_{ij} = \alpha_i + [Z_j\beta_{1i} + (1-Z_j)\beta_{2i}]\mu_j + \varepsilon_{ij}$. The author proposed tests of the hypotheses $H(\beta_1 = \beta_2)$ and $H(\beta_1 = \beta_2 = \beta_i = 1)$ to classify responses into five groups: A, B, C, D and E. In practical terms, these groups represent response patterns of genotypes: A – double favorable response (convex pattern); B – simple linear response, which is desirable in high quality environments; C – simple linear response, which does not deviate from the average environmental response; D – simple linear response, which is desirable in low quality environments; E – double unfavorable response (concave pattern). Group B, C and D intercept values coincide with the average genotype performance over all environments. However, in groups A and E this coincidence does not occur since the intercepts is a function of $\hat{\beta}_{1i}$, $\hat{\beta}_{2i}$ and $\hat{\mu}_j$. Parameters are estimated jointly by iterative least-squares (non-linear) through the modified Gauss-Newton method. Three cultivated species were used to test this model with a total of 325 genetic materials: corn (normal and early cycles) with 218 materials, bean with 42 genotypes and sugar cane with 65 varieties. Results indicate that the methodology was useful in classifying the genotypes according to their productivity and response patterns, thus contributing to better discrimination of their behavior. A negative association was generally verified between $\hat{\beta}_{1i}$ and $\hat{\beta}_{2i}$, which affected the estimated genotype means for groups A and E. This occurrence is an inconvenience of the model under study. Genetic material

from group A was generally associated with low average yields and those from group E with higher yields. Materials that fit into the groups predicted by a single line segment (B, C and D) not only presented variable yield levels but also comprised more than 70% of the material tested. The proportion of material with a uni-segmented pattern in relation to a bi-segmented one was approximately 4:1 in corn, 2:1 in bean and 1:1 in sugar cane. Results indicated that, sugar cane breeding programs such as the one being conducted here offer more opportunities for selection towards response patterns, followed by the bean and lastly by the corn programs. The percent of genetic material with high yields and a double favorable standard response (type A) was 1.8% in corn, 2.0% in bean and 4.6% in sugar cane. This illustrates the difficulty, but not the impossibility, of selecting materials based on both properties simultaneously. Selecting for stability earlier in a breeding program is a good strategy when the number of genotypes is still high. At this stage, evaluation of genotypes under a small number of environmental conditions is possible for detecting higher yielding and double favorable materials.

1 INTRODUÇÃO

Em muitas espécies, os programas de melhoramento genético normalmente compreendem no mínimo três etapas: escolha dos genitores que irão formar a população base, seleção dos indivíduos superiores nessa população e a sua avaliação num grande número de ambientes. Esta última etapa tem por objetivo a obtenção de genótipos com alta produtividade e alto rendimento para serem recomendados aos agricultores. No entanto, a inconsistência dessas características (produtividade e rendimento) nos vários ambientes, é um dos principais agravantes dos programas de melhoramento, dificultando o trabalho dos melhoristas, os quais devem procurar alternativas para contorná-la.

A ausência dessa consistência provoca uma resposta diferenciada dos genótipos nos vários ambientes, conhecida como “interação de genótipos com ambientes” - GxA - (Eberhart & Russell, 1966). É um fenômeno natural que fez parte da evolução das espécies, permitindo o aparecimento de genótipos de comportamento específico e também de comportamento generalista. Como consequência, acarreta alterações na classificação relativa dos genótipos, dificultando sensivelmente a sua avaliação e fazendo com que as interpretações das estimativas fenotípicas não possam ser estendidas a programas de melhoramento de outras regiões (Crossa, 1990).

Além desse complicador, a referida interação reduz a correlação entre os valores genotípicos e fenotípicos, diminuindo, assim, os ganhos genéticos com a seleção. Por outro lado, ela pode ser usada vantajosamente quando se procuram maximizar ou capitalizar os ganhos genéticos dos materiais em um ambiente específico (interação complexa), como ocorre nos programas de melhoramento florestal (Owino, 1977; Barnes et al., 1984; Mori et al., 1989; Gonçalves, 1990; Davide, 1992).

Entre as aspirações dos melhoristas está a busca de materiais genéticos que, ao serem avaliados nos vários ambientes, não mostrem interações significativas com eles, conferindo, assim, uma maior segurança na recomendação de cultivares. No entanto, somente uma pequena porção da interação pode ser atribuída a determinantes ambientais conhecidos, sendo que a maior parte é inexplicável na análise estatística.

Existem na literatura várias opções para atenuar os efeitos significativos da interação $G \times A$, que são: a) identificar genótipos específicos para cada ambiente, o que de certa forma chega a ser inexecutável frente aos altos custos envolvidos; b) realizar zoneamento ecológico, ou seja, promover a subdivisão de uma área heterogênea em sub-regiões mais uniformes, de modo que dentro delas os genótipos não interajam significativamente com os ambientes. Como agravante, essa técnica não permite o controle da interação “genótipos $\times$ anos” e c) identificar genótipos com maior estabilidade fenotípica (Vencovsky & Barriga, 1992; Ramalho et al., 1993). Esta última opção é a que tem sido mais utilizada. Vários métodos estatístico-genéticos foram propostos para mensurar a estabilidade, auxiliando, sobremaneira, na tarefa de selecionar ou descartar cultivares no processo de melhoramento. Suas diferenças provêm dos vários conceitos de estabilidade e dos diferentes procedimentos estatísticos empregados para a sua determinação.

Quanto ao conceito de estabilidade, Becker & Léon (1988) dividem-na em estabilidade do tipo estática e do tipo dinâmica, conforme o propósito do melhoramento. No primeiro tipo, consideram aqueles genótipos que apresentam performance constante com as variações ambientais (estabilidade biológica). É um tipo de estabilidade desejável para aqueles caracteres que devem ser preservados a todo custo. Como inconveniente, este tipo de estabilidade está associado normalmente a um baixo nível de produtividade. Já no segundo tipo, os genótipos devem apresentar um comportamento previsível conforme as variações ambientais, ou, em outras palavras, um alto grau de concordância entre o valor predito e o observado (estabilidade agrônômica). São empregados, para a sua mensuração, técnicas que empregam aproximação por regressão.

As principais metodologias propostas e utilizadas no estudo de estabilidade baseiam-se nas análises de regressão linear simples (Yates & Cochran, 1938; Finlay & Wilkinson, 1963; Eberhart & Russell, 1966) ou múltipla (Verma et al., 1978; Silva & Barreto, 1985; Cruz et al., 1989; Storck, 1989; Brasil, 1990). Elas têm por objetivo traçar linhas de regressões para representar o comportamento individual dos genótipos frente aos vários ambientes. Empregam-se, como variável independente, o índice ambiental, representado pelo contraste entre a média de cada ambiente e a média geral de todos eles e, como variável dependente, a produtividade média do genótipo em cada ambiente.

Apesar de bastante difundidas na literatura, essas metodologias apresentam alguns inconvenientes de ordem biológica e estatística, fazendo com que suas interpretações sejam vistas com ressalvas. Dentre eles, podem-se mencionar a dependência entre o índice ambiental e o conjunto de dados analisados, o que torna o coeficiente de regressão um estimador questionável do ponto de vista estatística, além também, do pressuposto de um comportamento linear dos genótipos frente aos vários ambientes, o que em parte chega a ser incoerente com a realidade biológica.

Supondo que os materiais genéticos, quando avaliados em diferentes ambientes, apresentam comportamento não necessariamente linear, vários autores desenvolveram modelos visando melhor ilustrar tal comportamento. Assim, podem-se citar os bissegmentados propostos por Verma et al. (1978), Silva & Barreto (1985), Cruz et al. (1989) e Storck (1989), que são lineares nos parâmetros, porém acomodam “cotovelos”. Por outro lado, Jinks & Pooni (1979), Pooni & Jinks (1980), Chaves et al. (1989) e Toler (1990) propõem-se a trabalhar com outros tipos de modelos, dentre eles os não-lineares nos parâmetros. Esses modelos têm por objetivo dar um sentido mais biológico à resposta dos genótipos, tornando as estimativas mais coerentes com a realidade vegetal. O modelo apresentado por Toler (1990) surge como uma alternativa para contornar os problemas relacionados à estimativa do índice ambiental. Além disso, apresenta testes de hipóteses mais rigorosos para os padrões de respostas, permitindo classificar os genótipos em vários grupos.

Estatisticamente, o modelo de Toler (1990) representa um aprimoramento das análises de estabilidade que empregam a regressão linear.

Diante dessas informações, o presente trabalho tem como objetivo estudar a “interação de genótipos com ambientes” nas espécies de milho, feijão e cana de açúcar pela análise da estabilidade, empregando-se o modelo e o método de estimação não-linear, proposto por Toler (1990).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Interação genótipos x ambientes

A interação de genótipos por ambientes é facilmente detectada através de uma tabela de dupla entrada. Para isso, é necessário que se tenham no mínimo dois genótipos e dois ambientes. Em função dessa tabela, é possível que três situações ocorram: ausência de interação, interação simples e interação complexa. As duas primeiras não causam problemas para a seleção e a recomendação de genótipos aos agricultores, pois não alteram a classificação dos genótipos nos vários ambientes ensaiados, porém a terceira, por alterar o ordenamento dos genótipos frente aos ambientes avaliados, dificulta sensivelmente essa seleção e essa recomendação.

Na prática, para se detectar a interação GxA, primeiramente se faz necessário que um mesmo ensaio seja repetido em vários ambientes. Consideram-se como ambientes todas as variáveis não genéticas que, de certa forma, possam alterar a expressão fenotípica de um dado genótipo, tais como diferentes locais, diferentes anos de plantio e de avaliações e diferentes níveis de tecnologia, entre outros (Davide, 1992). As variações ambientais que podem contribuir para a interação são agrupadas em previsíveis e imprevisíveis (Allard & Bradshaw, 1964). No primeiro caso, estão incluídos os fatores permanentes do ambiente como tipo de solo, fotoperíodo e aqueles em que o homem atua de forma direta como época de plantio, tipo de adubação, métodos de colheita, etc. Por outro lado, as variações imprevisíveis são aquelas que ocorrem ao acaso como as flutuações climáticas atípicas (quantidade e distribuição de chuvas, temperatura) e a ocorrência de pragas e doenças.

Se esse ensaio é instalado em apenas um ambiente, pode acarretar uma superestimação dos ganhos genéticos e, se a interação for do tipo complexa, a recomendação de materiais genéticos para ambientes diferentes daqueles onde eles foram selecionados, poderá contribuir para a redução expressiva do ganho com a seleção (Crossa, 1990).

Posteriormente a esta fase, realiza-se uma análise conjunta de variância dos dados de vários ambientes (Cochran & Cox, 1957), onde os ensaios foram instalados, e verifica-se a existência da interação $G \times A$, através de um teste de significância. A significância dessa interação deve ser interpretada, a princípio, como uma indicação de que existem genótipos particularmente adaptados a determinados ambientes (adaptação específica) e outros que sejam menos influenciados pelas variações ambientais, podendo ser explorados em vários outros ambientes (adaptação geral). Esta última apresenta, como inconveniente, o fato de estar normalmente associada a uma baixa produtividade. Isso, como já mencionado, impede que a recomendação de cultivares possa ser feita de maneira generalizada, acarretando maiores dificuldades e exigindo a adoção de medidas que controlem ou minimizem os efeitos dessa interação para então se proceder à recomendação mais segura de genótipos.

Ressalta-se, entretanto, que a presença dessa interação significativa pode ser devida também a outros fatores e, não necessariamente, à diferença na adaptabilidade dos materiais genéticos. Neste contexto, menciona-se, entre eles, a falta de ajuste do conjunto de dados ao modelo estatístico adotado (Chaves et al., 1989).

Segundo Vencovsky & Barriga (1992), o fato de a interação $G \times A$ se mostrar significativa não diz muito, havendo a necessidade de subdividi-la para saber o que ela contém. Dessa forma, a variância da interação poder ser dividida em dois componentes. O primeiro é uma função do contraste da variabilidade genética dentro dos ambientes e corresponde à interação simples. O segundo componente aparece devido à falta de correlação genética entre os genótipos nos ambientes, correspondendo à interação complexa, cujas implicações no melhoramento já foram discutidas anteriormente.

2.2 Propostas para se atenuar o efeito da interação GxA

Do ponto de vista do melhoramento, a interação GxA significativa não é desejável, pois mascara a análise da estrutura das populações dentre outros agravantes já relatados. Na literatura, são encontradas algumas metodologias que têm como objetivo atenuar os efeitos desse fenômeno. Como já mencionado, pode-se proceder ao zoneamento ecológico, à identificação de genótipos específicos para cada ambiente e à identificação de genótipos com maior estabilidade fenotípica. Dessas três propostas, a última é a que tem sido mais utilizada, existindo uma série delas com essa finalidade e constantemente surgindo novas outras opções. As complicações que surgem em função dessas metodologias devem-se em muito ao próprio conceito de estabilidade. Lewis (1954) definiu estabilidade como a capacidade de um indivíduo ou de uma população em produzir variações mínimas de fenótipos em diferentes ambientes. Allard & Bradshaw (1964) designaram, como variedade estável, aquela que apresenta potencial para ajustar o seu estado genotípico e fenotípico às flutuações ambientais. Mariotti et al. (1976), trabalhando com cana-de-açúcar, definiram estabilidade como a capacidade dos genótipos de exibir um desempenho o mais constante possível em função das variações ambientais. Definiram também adaptabilidade como sendo a capacidade potencial dos genótipos em assimilar vantajosamente os estímulos ambientais. Ambas as definições propostas se enquadram nos conceitos de estabilidade agrônômica (adaptabilidade) e estabilidade biológica (estabilidade). Heinrich et al. (1983), descreveram estabilidade de produção como a capacidade de um genótipo em evitar flutuações substanciais na produção sobre vários ambientes. Yue et al. (1997), denotaram estabilidade como sendo a consistência no ranqueamento relativo de outros cultivares num dado grupo de ambientes.

Por outro lado, Vencovsky & Barriga (1992) chamam a atenção para a existência de grupos de pesquisadores que preferem utilizar o termo estabilidade para se referir à maior habilidade apresentada por certos genótipos para se adaptar às flutuações climáticas ao longo de anos agrícolas dentro de uma dada localidade. Já o termo adaptabilidade, é

empregado para designar a adaptação ecológica a diferentes ambientes, tais como locais ou outras condições geográficas.

Baseando-se nos parâmetros de estabilidade, Lin et al. (1986) sugeriram mais três conceitos, que são: estabilidade do tipo 1, do tipo 2 e do tipo 3. No tipo 1, o cultivar será considerado estável se sua variância entre ambientes for pequena. Este tipo foi denominado por Becker (1981) de estabilidade no sentido biológico e equivale ao cultivar que mostrar um desempenho constante com a variação do ambiente. Pode ser mensurada a partir da estimativa da variância de cada cultivar nos diferentes ambientes. Como inconveniente, este tipo mostra uma tendência de associação entre as menores estimativas das variâncias estarem normalmente associadas às baixas médias, o que não chega a ser agronomicamente interessante. No tipo 2, o cultivar será estável se sua resposta aos ambientes for paralela ao desempenho médio de todos os cultivares avaliados nos experimentos. Em outras palavras, este tipo de estabilidade acompanha o desempenho médio dos cultivares frente às variações ambientais, permitindo assim, identificar cultivares estáveis e com potencial para se manter entre os melhores em todos os ambientes. Esta estabilidade foi denominada por Becker (1981) de estabilidade no sentido agrônômico e ela pode ser mensurada pelas metodologias propostas por Plaisted & Peterson (1959) e por Wricke (1962), sendo esta última denominada de ecovalência. Pode-se também considerar o coeficiente de regressão como outra medida; no entanto, ele deve ser igual à unidade. No tipo 3, será estável o cultivar que apresentar o quadrado médio do desvio da regressão baixo, próximo a zero (alta previsibilidade). Este tipo é mensurado pelas técnicas que empregam análise de regressão.

Como mostrado, existem na literatura muitos conceitos de estabilidade. De uma maneira geral, alguns deles mostram uma certa concordância entre si, ou seja, genótipo estável seria aquele que, quando cultivado em vários ambientes, apresentaria pouca oscilação para o caráter avaliado.

É importante ressaltar, nesse ponto, que os parâmetros que determinam a estabilidade são específicos para esses grupos de materiais genéticos testados bem como para os ambientes considerados, sendo

errôneo extrapolar esses resultados para outras condições. Para o pequeno agricultor, é mais interessante ter cultivares que apresentem, ao longo dos anos, boa estabilidade e produtividade, ou seja, baixas interações com as flutuações climáticas existentes entre anos (estabilidade temporal). Pode-se ainda acrescentar, baseando-se no trabalho de Vencovsky & Torres (1986), que a correlação entre a estabilidade temporal e a estabilidade geográfica (entre locais) foi não significativa em milho, indicando que ambas apresentam controle genético independente. Vários estudos têm mostrado que a estabilidade é um caráter que apresenta herdabilidade inferior à herdabilidade do caráter produtividade de grãos (Bonato, 1978; Santos, 1980; Torres, 1988; Davide, 1992; Farias et al., 1998), não havendo ainda nenhum resultado conclusivo com relação ao número de genes que a controlam; no entanto, acredita-se que seja um número razoavelmente grande e de herança complexa, o que dificulta sensivelmente a sua seleção para fins de melhoramento.

2.3 Métodos empregados para estimar os parâmetros de estabilidade fenotípica

Os primeiros relatos da exploração da interação GxE significativa, ocorreram com Yates & Cochran (1938). Estes autores desdobraram essa fonte de variação para cada genótipo, determinando-se uma regressão linear da produtividade em relação à média de todos eles em cada ambiente.

Ulteriormente, Plaisted & Peterson (1959) e Plaisted (1960) modificaram o método da análise de variância para avaliar a magnitude dessa interação em vários ambientes. Neste novo enfoque, os autores consideraram que cada cultivar contribui com uma certa fração que lhe é inerente para a variância da interação e que, quanto menor for esta fração, mais estável será o cultivar.

Em função do fato de essas metodologias não apresentarem um detalhamento maior dos efeitos ambientais sobre os genótipos, elas estão sendo menos aplicadas. No entanto, deram base para que novas metodologias fossem desenvolvidas. Atualmente, as mais empregadas

baseiam-se na regressão linear simples e/ou múltipla, adotando o índice ambiental como a variável independente e a produtividade média de cada cultivar em cada ambiente como a variável dependente (Finlay & Wilkinson, 1963; Eberhart & Russell, 1966; Verma et al., 1978; Silva & Barreto, 1985; Cruz et al., 1989; Storck, 1989; Brasil, 1990). Conforme Silva (1995b), o índice ambiental é usado como medida da produtividade do ambiente para contornar a complexidade da formulação de relação com as muitas variáveis ambientais que influenciam o rendimento, como precipitação pluvial, temperatura e fertilidade do solo, dentre outras, que são de difícil mensuração e sobre as quais usualmente não são disponíveis dados.

Os primeiros pesquisadores a trabalharem com regressão linear e a considerar o índice ambiental foram Finlay & Wilkinson (1963), em cevada. Esses autores estimaram este parâmetro como sendo a média de rendimento de todos os genótipos em cada ambiente. Propuseram que a produtividade fosse submetida à transformação logarítmica com a finalidade de aumentar a linearidade na regressão, além de proporcionar, também, uma maior homogeneidade das variâncias residuais dos experimentos. Esta metodologia permite que se faça o desdobramento das somas de quadrados da interação GxA em duas partes, uma devida à regressão linear e a outra aos desvios da regressão.

Por esse método, a estabilidade e a adaptação de um genótipo são dadas em função de seu coeficiente de regressão ($\hat{\beta}_i$) e de sua produtividade média ($\bar{Y}_i$), respectivamente. Assim, quando os genótipos apresentam coeficientes de regressão próximos à unidade, os autores consideram-nos de estabilidade média (sentido agrônomo). Quando estão associados à produtividade alta, são de adaptabilidade geral, caso contrário são considerados pobremente adaptados. Genótipos com coeficientes de regressão maiores que a unidade apresentam estabilidade abaixo da média, sendo especificamente adaptados para ambientes favoráveis, ao passo que, com coeficientes de regressão menores que 1,0, apresentam estabilidade acima da média e são especificamente adaptados para os ambientes desfavoráveis. Aqueles com $\hat{\beta}_i$ próximo a zero (estabilidade no sentido biológico) são definidos como sendo de

estabilidade absoluta e, se estiverem associados a alta produtividade, caracterizarão o genótipo ideal.

Eberhart & Russell (1966) aprimoraram a metodologia proposta por Finlay & Wilkinson (1963). Basicamente, o método desses autores caracteriza-se por não transformar os dados que serão analisados e, também, por estimar os desvios de regressão dos genótipos ($\hat{s}_{di}^2$), o qual é outro parâmetro para caracterizar a estabilidade. Segundo os autores, os desvios da regressão é um indicativo do grau de confiabilidade da resposta linear estimada, o que caracteriza a previsibilidade do genótipo. Propuseram, também, que o índice ambiental fosse calculado pela diferença entre a média de cada ambiente e a média geral de todos eles. Por este método, um genótipo ideal é aquele que apresenta produtividade média alta, coeficiente de regressão igual à unidade e desvio de regressão o mais próximo de zero, ou seja, seria um genótipo responsivo à melhoria das condições ambientais ($\hat{\beta}_i=1$) e de comportamento altamente previsível ($\hat{s}_{di}^2=0$).

O uso da regressão linear simples, como proposto pelos autores, apesar de apresentar vantagens devidas à simplicidade e à habilidade em reduzir interações complexas a um conjunto ordenado de respostas lineares, sofre algumas críticas de cunho estatístico e biológico (Freeman & Perkins, 1971; Lin et al., 1986; Westcott, 1986; Crossa, 1990).

Segundo Crossa (1990), entre as principais limitações do uso da regressão linear simples como metodologia para se estimar a estabilidade fenotípica de cultivares, está a dependência que existe entre a variável que mede o índice ambiental (I_j) e a produtividade média do cultivar ($\bar{Y}_i$), já que a primeira é obtida em função de $\bar{Y}_{ij}$. Isso viola um dos princípios da análise de regressão que é a independência entre as variáveis dependentes e independentes. É oportuno salientar que a independência pode ser um problema sério quando o número de cultivares presentes é pequeno (< 15). Numa situação como esta, cada cultivar pode ter uma grande influência sobre a estimativa de I_j , caracterizando a não independência. Como alternativa para contornar o problema, Becker & Léon

(1986) comentam sobre o uso de cultivares testemunhas na avaliação dos efeitos ambientais, argumentando que a principal dificuldade está na escolha dos cultivares apropriados. Neste contexto, Ferreira et al. (1992), trabalhando com feijão, constataram que o emprego das médias das testemunhas como índice ambiental possibilitou um melhor discernimento entre os materiais avaliados. Porém, verificaram que o ajustamento dos dados à reta de regressão, dado por R^2 , foi pior do que aquele mensurado no método tradicionalmente usado, o que é esperado, visto que há agora independência entre as variáveis regredidas. Storck & Vencovsky (1994), estudando medidas de erro nas variáveis do modelo proposto por Storck (1989), concluíram que a variância associada à variável independente (índice ambiental) é função do número de ambientes, de repetições dentro de ambientes e de tratamentos envolvidos, além também, do erro experimental e da variância dos blocos dentro dos ambientes. Assim, quando o erro dessa estimativa for de alta magnitude, pode-se inferir que a estimativa desse parâmetro está viesada. Já Hardwick & Wood (1972) mencionam que uma das conseqüências da violação que origina esta crítica é a tendenciosidade das estimativas dos coeficientes de regressão. Entretanto, essa tendenciosidade não será séria se, no experimento, estiver incluído um número razoável de genótipos e a amplitude de ambientes for tal que o quadrado médio deles seja significativamente maior que o quadrado médio do erro (Storck, 1989).

Outra limitação levantada por Crossa (1990), ocorre quando são incluídos na análise poucos locais com desempenhos discrepantes. Neste caso, a adaptação de um dado genótipo pode ser devida principalmente à sua performance naqueles ambientes extremos, o que provavelmente mascararia os resultados. Outra crítica diz respeito às estimativas obtidas - neste caso, elas são relativas aos cultivares e aos ambientes envolvidos. Caso haja uma mudança dos cultivares, os resultados poderão ser diferentes. Portanto, é possível que a classificação de dois genótipos com relação aos coeficientes de estabilidade possa ser completamente diferente quando eles são comparados com dois outros grupos distintos. Por fim, há a não ocorrência de um relacionamento linear entre o desempenho do cultivar e a média do ambiente. Segundo

Vencovsky & Barriga (1992), este relacionamento pode se mostrar até mesmo curvilíneo.

Outra crítica refere-se ao emprego da estimativa $\hat{s}_{di}^2$ (desvios da regressão do cultivar i) como parâmetro de estabilidade. Segundo Lin et al. (1986), esta estimativa não é a mais correta para avaliar a estabilidade do genótipo, servindo apenas como indicativo do ajustamento dos dados à linha de regressão. Se este componente for significativo, não se deve interpretá-lo como sendo consequência de uma não adequação do modelo de regressão ao conjunto de dados analisados, mas sim, devido à extrema diversidade dos genótipos envolvidos. Deste modo, a utilização da técnica de regressão linear bem como a interpretação de seus parâmetros, principalmente a variância dos desvios da regressão, devem ser feitas com ressalvas.

Apesar de bastante difundidas na literatura, essas metodologias correm o risco de descartar bons genótipos quando eles apresentarem altos valores de desvios da regressão e também, forem avaliados por um único coeficiente de regressão (Cruz & Regazzi, 1994).

Assim, pode-se pensar, a princípio, que o ajustamento de dois ou mais segmentos de reta poderia explicar melhor a reposta daqueles genótipos cujos desvios de regressão linear simples se mostrassem elevados. Verma et al. (1978), argumentando que, em quase todas as espécies cultivadas, há genótipos apropriados para ambientes pobres (desfavoráveis) e ricos (favoráveis), propuseram uma análise utilizando duas equações de regressão: a primeira envolvendo os ambientes desfavoráveis (índice ambiental negativo) e a segunda envolvendo os favoráveis (índice ambiental positivo), computando-se, também, o menor índice ambiental negativo em valor absoluto, visando a manter a continuidade da linha de regressão. Para estes autores, o cultivar de comportamento ideal é então definido como aquele que apresenta alta capacidade de produtividade associada a alta estabilidade em ambientes desfavoráveis e que é capaz de responder à melhoria das condições de ambiente, ou seja, seria aquele genótipo que apresentasse, nos ambientes desfavoráveis, $\hat{\beta}_{1i} \cong 0$ e, nos favoráveis, $\hat{\beta}_{2i} \geq 1$. Uma das desvantagens desse método surge quando o número de ambientes é reduzido de modo

que a análise torna-se de pouca precisão (número reduzido de graus de liberdade para cada linha de regressão), além de provocar também, a não independência entre as linhas de regressão (Silva & Barreto, 1985).

O método proposto por Silva & Barreto (1985), surgiu como alternativa para contornar os inconvenientes da técnica proposta por Verma et al. (1978). Neste método, o ajustamento é obtido para cada genótipo por uma única equação de regressão constituída por dois segmentos de reta conectados no ponto correspondente ao índice ambiental nulo (Vencovsky & Barriga, 1992). No primeiro segmento, que abrange os ambientes desfavoráveis ($I_j \leq 0$), a estabilidade é dada pelo coeficiente de regressão $\hat{\beta}_{1i}$. Para o segundo segmento, que considera os ambientes favoráveis ($I_j > 0$), a estabilidade é dada por $(\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i})$, sendo $\hat{\beta}_{2i}$ a diferença entre os ângulos dos dois segmentos. Apesar dessa vantagem, a metodologia não apresentava testes de hipótese consistentes para os parâmetros. Ademais, necessitava ainda de um aprimoramento estatístico para eliminar a correlação residual que existia entre as estimativas de seus coeficientes de regressão e estes com a média (Torres, 1988). Tal correlação residual é negativa, apresenta a tendência de que baixos valores de $\hat{\beta}_{rs}$ estejam associados a altos valores de $(\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i})$ e vice-versa, sem que isto seja devido a causas genéticas.

Reconhecendo esta desvantagem, Cruz et al. (1989), sugeriram uma modificação nessa metodologia, de modo a proporcionar uma simplificação na obtenção das estimativas dos parâmetros de regressão e da soma de quadrados. Deste modo, as duas linhas de regressão necessariamente não se tocam no ponto onde o índice ambiental é nulo ($I_j = 0$), o que, conseqüentemente, culminou na independência dos dois segmentos de reta, ou seja, na descontinuidade. Assim, caso ocorra correlação entre os coeficientes de regressão, ela é decorrente apenas das propriedades dos materiais genéticos estudados. A coincidência entre a média dos genótipos nos vários ambientes e o intercepto da equação de regressão foi também outra vantagem constatada. Os autores consideraram

a média dos genótipos ($\hat{\beta}_{0i}$) como a resposta linear aos ambientes desfavoráveis ($\hat{\beta}_{1i}$) e os parâmetros de adaptabilidade como a resposta aos ambientes favoráveis ($\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i}$). Já a estabilidade foi avaliada por dois parâmetros, o desvio da regressão de cada genótipo ($\hat{s}_{di}^2$) em função das variações ambientais e o coeficiente de determinação (R^2). Este último foi empregado para auxiliar os melhoristas na decisão de seleção e descarte de genótipos (Cruz & Regazzi, 1994). Deste modo, um genótipo desejável, por essa metodologia, seria aquele que apresentasse média alta, e o menor valor possível de $\hat{\beta}_{1i}$ nos ambientes indesejáveis e que fosse responsivo à melhoria do ambiente ($\hat{\beta}_{1i} + \hat{\beta}_{2i}$ o maior possível), com comportamento altamente previsível ($\hat{s}_{di}^2$ o mais próximo possível de zero). Um dos inconvenientes que surgem com relação ao emprego do coeficiente de determinação (R^2) como medida da previsibilidade dos genótipos é demonstrada por Duarte & Zimmermann (1995). Segundo esses autores, este parâmetro é dependente da magnitude do coeficiente de regressão ($\hat{\beta}_i$), o que provoca uma certa tendenciosidade nas conclusões. Comentam que o desvio da regressão apresenta uma menor associação com o coeficiente de regressão, devendo ser por isso preferível para inferir sobre a previsibilidade dos genótipos.

Storck (1989), propôs uma leve modificação nos modelos bissegmentados. Ele introduziu, além dos parâmetros comumente empregados no modelo de Cruz et al. (1989), o parâmetro de descontinuidade ($\hat{\beta}_{3i}$) no ponto médio do índice ambiental, de modo a manter a independência entre os ângulos dos dois segmentos, denominando o modelo agora de bissegmentado descontínuo. Associou a interpretação das estimativas dos parâmetros do modelo à forma da curva exponencial de crescimento, dando um sentido mais agrônomo às interpretações. Considerou, como cultivares desejáveis, os que se identificam com a fase inicial da curva de crescimento (ângulo do primeiro segmento menor que 1, ângulo do segundo segmento maior do que o do

primeiro e descontinuidade positiva), possuem média alta em ambientes inferiores e apresentam pequena variação dos desvios da regressão.

Outra proposta nos modelos segmentados de estabilidade, foi dada por Brasil (1990), que utilizou uma regressão quadrática, assim descrita: $Y_{ij} = \beta_{01} + \beta_{11} I_j + \beta_{21} I_j^2 + \delta_{ij}$. Neste modelo, o autor propõe três parâmetros para se mensurar a estabilidade. O primeiro é o coeficiente de primeiro grau que mede a estabilidade do cultivar no ambiente médio. O segundo é o coeficiente de regressão quadrático que mede a concavidade da curva de regressão, dando uma idéia da mudança de resposta dos cultivares com o aumento do índice ambiental e o terceiro é o coeficiente de determinação do modelo quadrático.

Segundo este autor, o cultivar de comportamento ideal é aquele que apresenta média elevada, coeficiente de regressão de primeiro grau unitário e positivo, coeficiente de regressão quadrático positivo e significativamente diferente de zero e coeficiente de determinação do modelo tendendo para 1,0.

Devido à descontinuidade das linhas de regressão que expressam as respostas aos ambientes favoráveis e desfavoráveis, os modelos propostos por Cruz et al. (1989) e por Storck (1989) mostram-se de difícil interpretação quando os dados relacionados ao comportamento produtivo dos genótipos são plotados num gráfico. Por exemplo, quando os padrões de respostas são diferenciados ($\hat{\beta}_{2i}$ de magnitude elevada), a produtividade esperada para um dado ambiente acima da média geral dos ambientes pode ser inferior àquela esperada para um ambiente abaixo dessa média geral, tratando-se, portanto, de certa incoerência biológica, prejudicando sensivelmente a aplicabilidade desses modelos (Duarte et al., 1994).

Além do inconveniente gráfico mencionado, outra crítica que se faz aos modelos bissegmentados, é de eles assumirem um ponto de fixação arbitrário para o índice de ambiente. Esse ponto é zero ($I_j = 0$) e corresponde à média de todos os índices ambientais. Isso implica que a alteração no ângulo do segmento da reta de um dado genótipo, com o incremento do índice de ambiente, se dá nesse ponto. No entanto,

biologicamente, isso não é correto, pois este ponto de truncamento é variável e específico para cada genótipo, em função de sua maior ou menor sensibilidade em responder às alterações do ambiente. Esse inconveniente já havia sido ressaltado por Mariani et al. (1983) e por Virk et al. (1988). Com essa preocupação, Silva (1998) propôs, fundamentado no modelo de Silva & Barreto (1985), estimar mais um parâmetro de adaptabilidade, dado por X_0 , definido por ele como sendo o ponto de alteração da taxa linear de resposta esperada do genótipo i para contornar esse problema. A estimação desse parâmetro é feita pelo método de quadrados mínimos para os modelos lineares. Aplicando esse modelo na cultura do arroz, o autor constatou que ele se ajustou consideravelmente melhor tanto para o modelo de regressão linear simples como para o modelo de regressão quadrático. Menciona, ainda, que ele permite uma maior flexibilidade que o modelo linear simples para a aproximação do rendimento com o índice de ambiente.

Apesar de os métodos univariados serem matematicamente mais simples e de mais fácil interpretação, eles apresentam algumas desvantagens, como, por exemplo, a tendência de simplificar o padrão de resposta da variação da interação numa única dimensão, sendo que na realidade o padrão de resposta pode ser multidimensional. Deste modo, informações relevantes podem ser sacrificadas em função da facilidade de interpretações biológicas e estatísticas. Alternativas têm sido propostas na literatura para contornar esses inconvenientes (Lin et al., 1986; Crossa, 1990; Lin & Binns, 1994; Piepho, 1994; Yang & Yang, 1994; Hohls, 1995; Silva, 1995; Yau, 1995; Duarte & Vencovsky, 1998).

Muitos pesquisadores estão empregando técnicas multivariadas que abordam tal assunto sob este enfoque. Essas técnicas são estatisticamente mais complexas, além de necessitarem, muita das vezes, de softwares específicos para o seu desenvolvimento. Por outro lado, os resultados gerados permitem que as interpretações se mostrem mais coerentes com a realidade vegetal.

Alguns desses métodos como a análise de componentes principais (ACP) e a análise de agrupamentos não apresentam as limitações decorrentes da análise de regressão linear, mas, por outro lado,

mostram-se de difícil interpretação em relação à interação GxA. Outras técnicas ou uma combinação delas mostram-se de mais fácil interpretação biológica como é o caso do modelo AMMI (modelo de efeitos principais aditivos e interação multiplicativa) (Kang & Gauch Jr., 1996).

Esses autores chamam a atenção das limitações decorrentes do emprego da análise de variância usual em detectar interações de fatores, mesmo naquelas situações de elevada magnitude em termos de soma de quadrados. Citam o exemplo onde 20% a 50% da variação detectada na soma de quadrados total foi devida à soma de quadrados da interação de genótipos por ambientes e, mesmo assim, o quadrado médio dessa interação mostrou-se não significativo. Discutem também que mesmo os modelos que empregam a regressão linear são falhos em explicar a variação decorrente dessa interação. Constataram no referido estudo que cerca de 8% da variação dessa fonte de variação foi detectada pela análise de regressão linear proposta por Finlay & Wilkinson (1963), enquanto que o modelo AMMI detectou em torno de 71%, o que permitiu inferir que essa metodologia explora melhor essas informações contidas nos dados.

Proposto inicialmente por Mandel (1971), o modelo AMMI baseia-se na decomposição das fontes de variação em efeitos aditivos de genótipos e ambientes do modo tradicional e, posteriormente, em efeitos multiplicativos para a interação GxA pela análise de componentes principais, o que permite um detalhamento maior da soma de quadrados da interação (Zobel et al., 1988).

Esse fato é vantajoso na seleção de genótipos quando comparado com os modelos tradicionais de estabilidade como é enfatizado por Zobel et al. (1988). Nos métodos usuais de regressão linear, estudam-se os efeitos ambientais dentro de genótipos, o que auxilia no processo de recomendação de cultivares, mas, certamente, não deixa explícito a identificação de relações importantes no discernimento das causas da interação (Duarte & Vencovsky, 1998).

Outra vantagem apresentada pelo modelo AMMI, diz respeito à representação gráfica, onde são plotados os escores dos efeitos da interação para cada genótipo e para cada ambiente, simultaneamente. A interpretação é feita observando a magnitude e o sinal dos escores de

genótipos e ambientes para o eixo de componentes principais. Escores baixos indicam genótipos e/ou ambientes que contribuem pouco ou quase nada para a interação GxA, sendo, portanto, estáveis. Tais genótipos podem ser recomendados amplamente desde que tenham médias elevadas. Em ambientes estáveis, o ordenamento dos genótipos deve ser mais consistente. Esse tipo de informação permite aos melhoristas selecionar também locais de testes conforme seus interesses. Portanto, esse gráfico fornece informações sobre a estabilidade de genótipos e também de ambientes, além de permitir a realização de zoneamentos ecológicos com a seleção de locais chaves (Duarte & Vencovsky, 1998).

Apesar das vantagens relatadas, o modelo AMMI, apresenta, como inconveniente, a dificuldade de se interpretar essa interação quando o primeiro componente principal não possibilita explicar a maior parte da interação (Crossa, 1990), além de não apresentar o padrão de resposta dos genótipos, o que caracteriza os padrões de adaptabilidade dos grupos formados através de parâmetros significativos.

Considerando que o objetivo dos melhoristas de plantas é identificar materiais genéticos estáveis entre os melhores que apresentam desempenho próximo ao máximo obtido e que, além do mais, consigam permanecer numa maior gama possível de ambientes, foi proposta uma metodologia que avalia a superioridade desses materiais, denominada de “ P_i ”, por Lin & Binns (1988). Essa medida de superioridade para dados do tipo genótipos x locais pode ser definida como o quadrado médio da distância entre a resposta do genótipo i e a resposta média máxima para todos os locais, dada pela seguinte expressão:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - \mu_j)^2}{2n},$$

em que:

X_{ij} : é a produtividade do i -ésimo genótipo no j -ésimo local;

μ_j : é a resposta máxima observada entre todos os genótipos no local j e

n : é o número de locais.

Deste modo, o genótipo ideal será aquele que apresentar a menor estimativa de P_i , ou, em outras palavras, o que apresentar o melhor desempenho no maior número de ambientes possíveis.

A expressão acima pode ser ainda descrita do seguinte modo:

$$P_i = \frac{\left[n(\bar{Y}_i - \bar{\mu})^2 + \sum_{j=1}^n (Y_{ij} - \bar{Y}_i - \mu_j + \bar{\mu})^2 \right]}{2n},$$

sendo :

$$\bar{Y}_i = \frac{\sum_{j=1}^n Y_{ij}}{n} \quad \text{e} \quad \bar{\mu} = \frac{n \sum_{j=1}^n \mu_j}{n}$$

O primeiro termo eqüivale a uma soma de quadrados de genótipos (SQ_G) e o segundo termo a uma soma de quadrados da interação de genótipos com ambientes ($SQ_{G \times A}$) quando dois cultivares são comparados. Assim, pode-se considerar que P_i é o quadrado médio dos efeitos combinados dos genótipos e da interação do tipo genótipos x ambientes.

A seleção dos genótipos será baseada nos valores de P_i . Desde que μ_j é o máximo e P_i é um desvio desse máximo, quanto menor o valor de P_i melhor é o genótipo. Contudo, desde que o valor de P_i é a média de todos os ambientes, ele representa uma superioridade no sentido de uma adaptabilidade geral. Se a seleção for baseada somente no P_i , um genótipo com adaptação estreita mas bom em adaptabilidade específica poderá ser descartado. Para evitar esse inconveniente, estima-se então o componente GxA do par cultivar e o máximo. Se GxA não for de magnitude elevada, indica paralelismo de resposta, isto é, a diferença em relação ao máximo (P_i) é praticamente a mesma em todos os ambientes. Nessa condição, o valor de P_i "per se" é um bom indicador da superioridade. Por outro lado, um grande GxA implica diferenças no modelo de resposta e a comparação dos valores de P_i deve ser feita com cuidado. Nesse caso, o melhorista deve procurar aqueles locais de adaptação mais específica para o genótipo.

Como inconveniente, essa técnica não apresenta o padrão de resposta dos genótipos, o que permite caracterizar os padrões de

adaptabilidade, além de não apresentar testes de hipótese para a validação estatística do parâmetro.

Uma outra proposta para se avaliar a estabilidade dos cultivares, foi dada por Annicchiarico (1992), onde este autor propôs uma metodologia que consiste em estimar um índice de confiança (reliability index) para um dado cultivar apresentar desempenho inferior à média do ambiente. Para o desenvolvimento desse método faz-se necessário que a média de cada um dos cultivares seja expresso em porcentagem da média dos ambientes ($\bar{Y}_i$). A partir dessa nova média dos cultivares transformada para porcentagem, estima-se o desvio da mesma (s_i) e aplica-se a expressão $I_i = \bar{Y}_i - Z_{(1-\alpha)} \cdot s_i$, onde $Z_{(1-\alpha)}$ é o valor na distribuição normal estandarizada no qual a função de distribuição acumulada atinge o valor $(1-\alpha)$, sendo $\alpha=0,25$, valor este pré-determinado por Annicchiarico (1992). Na prática, quanto maior for este índice para um dado cultivar, proporcionalmente maior será a chance de sucesso desse cultivar. Esta metodologia foi estudada por Gonçalves (1997) em cultivares de milho avaliados durante a safra no período de 1993 a 1995. Este autor constatou que além da facilidade em estimar e interpretar os resultados, foi possível discernir melhor o comportamento dos genótipos.

2.3.1 Modelo de regressão não-linear para estimar a estabilidade fenotípica de cultivares

Outras propostas metodológicas para estudar a estabilidade fenotípica têm-se baseado em modelos não-lineares. Segundo Jinks & Pooni (1979) e Pooni & Jinks (1980), o emprego desses modelos mostrou-se mais eficiente do que o emprego de modelos lineares para descrever o comportamento dos genótipos frente aos vários ambientes.

Para um melhor entendimento da análise segundo o modelo não-linear proposto por Toler (1990), considere-se, inicialmente, uma tabela de dupla entrada, em que se têm nas linhas, os genótipos, e nas colunas, os ambientes em que os ensaios foram instalados.

Genótipos	Ambientes					Médias
	1	2	3	...	q	
1	Y_{11}	Y_{12}	Y_{13}	...	Y_{1q}	$\bar{Y}_{1.}$
2	Y_{21}	Y_{22}	Y_{23}	...	Y_{2q}	$\bar{Y}_{2.}$
3	Y_{31}	Y_{32}	Y_{33}	...	Y_{3q}	$\bar{Y}_{3.}$
...	...	...	...	...	...	...
p	Y_{p1}	Y_{p2}	Y_{p3}	...	Y_{pq}	$\bar{Y}_{p.}$
Médias	$\bar{Y}_{.1}$	$\bar{Y}_{.2}$	$\bar{Y}_{.3}$	...	$\bar{Y}_{.q}$	$\bar{Y}_{..}$

Considere-se, também, o modelo de regressão linear clássico para calcular a estabilidade fenotípica de genótipos, proposto por Eberhart & Russell (1966) com p cultivares em q ambientes:

$$Y_{ij} = \alpha_i + \beta_i I_j + \delta_{ij} + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

em que:

$i = 1, 2, \dots, p$;

$j = 1, 2, \dots, q$;

Y_{ij} : é a observação da resposta média do genótipo i no ambiente j;

α_i : é a performance média do genótipo i em todos os ambientes;

β_i : é o coeficiente de regressão que mede a resposta linear do genótipo i às variações ambientais;

I_j : é o índice ambiental que mede o efeito do ambiente j, expresso da seguinte forma:

$$I_j = \frac{Y_{.j}}{p} - \frac{Y_{..}}{pq};$$

δ_{ij} : é o desvio da regressão do genótipo i no ambiente j e

ε_{ij} : é o erro experimental médio associado à observação do genótipo i no ambiente j.

Segundo Toler & Burrows (1998), as críticas a esse modelo se devem principalmente ao uso do índice ambiental (I_j) como proposto, pois viola os princípios básicos da análise de regressão linear. Eles comentam também, que as propriedades inerentes das estimativas de quadrados

mínimos e dos testes de hipótese, são dependentes das pressuposições assumidas dos desvios aleatórios (δ_{ij}). Deste modo, o índice ambiental, como tradicionalmente usado, viola essas pressuposições. Para validar os testes de hipótese, eles sugerem que I_j fosse baseado em medidas diretas do ambiente ou em outras medidas biológicas relevantes, obtidas independentemente dos dados experimentais. Como alternativa, citam o modelo de regressão não-linear nos parâmetros apresentado por Digby (1979), expresso da seguinte maneira:

$$Y_{ij} = \alpha_i + \beta_i \mu_j + \varepsilon_{ij} \quad (2)$$

em que:

α_i : é o parâmetro que informa sobre a performance média do genótipo i em todos os ambientes;

β_i : é o parâmetro que informa sobre a sensibilidade de resposta do genótipo i ;

μ_j : é o parâmetro que avalia o efeito ambiental e

ε_{ij} : é o erro experimental médio associado a observação do genótipo i no ambiente j .

Neste modelo, muito parecido com o modelo 1, o parâmetro μ_j é estimado juntamente com os demais, α_i e β_i , sujeito às restrições $\sum_i^p \beta_i = p$ e $\sum_j^q \mu_j = 0$. Isto assegura que a performance média dos genótipos ($\hat{\alpha}_i$) ocorra com $\mu_j=0$, numa escala de efeitos ambientais $\hat{\mu}_j$, e que a resposta de sensibilidade média dos genótipos seja igual à unidade ($\beta=1$).

Algumas vantagens estatísticas são apresentadas por Toler & Burrows (1998), quando se passa do modelo (1) para o (2). Sob a suposição de normalidade e independência dos erros (ε_{ij}), propriedades dos estimadores de máxima verossimilhança para amostras grandes, tornam-se disponíveis. Deste modo, as distribuições amostrais conjuntas

de $\hat{\alpha}_i$, $\hat{\beta}_i$ e $\hat{\mu}_j$ convergem para uma distribuição normal multivariada quando o tamanho amostral aumenta. De fato, os estimadores dos efeitos ambientais e do padrão de resposta, distribuem-se normalmente, além de se tornarem mais consistentes e eficientes. Com essas propriedades, os testes de hipótese utilizando o princípio do erro condicional são válidos, alcançando distribuição uniforme e assintoticamente melhores. Outra vantagem apontada, é caso haja valores perdidos, estes são prontamente acomodados através do ajustamento de quadrados mínimos.

Nesse modelo, o parâmetro μ_j que avalia o efeito do ambiente j substitui o índice ambiental (I_j). Através da técnica de ajustamento de quadrados mínimos não-lineares aplicada ao modelo 2, obtém-se a equação para a sua estimação:

$$\hat{\mu}_j = \frac{\sum_i^p \hat{\beta}_i (Y_{ij} - \bar{Y}_i)}{(\sum_i^p \hat{\beta}_i^2)}$$

Nota-se que $\hat{\mu}_j$ é estimado pelo desvio entre o valor observado do genótipo i no ambiente j (Y_{ij}) e a média desse genótipo em todos os ambientes ($\bar{Y}_i$), ponderado pela sua sensibilidade de resposta ($\hat{\beta}_i$).

Do mesmo modo, a sensibilidade de resposta do genótipo i ($\hat{\beta}_i$) é estimada pela mesma técnica de ajustamento de quadrados mínimos não-lineares, sendo expressa da seguinte forma:

$$\hat{\beta}_i = \frac{1 + \sum_j^q \hat{\mu}_j (Y_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_{.j} + \bar{Y}_{..})}{(\sum_j^q \hat{\mu}_j^2)}$$

Observa-se que, para essa estimativa, o parâmetro $\hat{\mu}_j$ é o valor de ponderação dos dados, obtidos pela decomposição dos valores da tabela de dupla entrada. Já a performance média do genótipo i é dada de forma mais simples, porém, utilizando também a técnica do ajustamento de mínimos quadrados não-lineares, fornecendo a seguinte estimativa:

$$\hat{\alpha}_i = \bar{Y}_i$$

Infere-se, assim, que a performance média do genótipo i é a própria média desse genótipo em todos os ambientes ensaiados.

Percebe-se que, para estimar os parâmetros μ_j e β_i , deve-se fazer uso de processos iterativos. Assim, o passo inicial recomendado é estimar o índice ambiental (I_j) como apresentado por Eberhart & Russell (1966) e substituí-lo no lugar de $\hat{\mu}_j$ para se obter a primeira estimativa de $\hat{\beta}_i$ e, logo em seguida, este valor é usado na outra expressão para se estimar o primeiro $\hat{\mu}_j$. Este processo termina quando estimativas sucessivas da soma de quadrados dos desvios (SQD) convergem para um dado valor mínimo, que não mais se modifica dentro de um padrão lógico de precisão.

Obtidas as estimativas desses parâmetros, faz-se o teste de hipótese $H(\beta_i=1)$ para a classificação dos genótipos. Se esta hipótese for rejeitada, pode-se inferir que o genótipo é mais responsivo ($\beta_i>1$) ou menos responsivo ($\beta_i<1$) ao aumento ou não do nível da qualidade ambiental, respectivamente. Caso contrário, $\beta_i=1$, o genótipo não desvia da resposta média do ambiente.

Segundo Toler (1990), a meta dos programas de melhoramento de plantas é desenvolver e identificar genótipos que combinam elasticidade em ambientes pobres com responsividade em ambientes acima da média ambiental. A elasticidade foi definida como o conjunto de propriedades homeostáticas que os genótipos apresentam para se ajustar a ambientes inóspitos e manter a produtividade em níveis aceitáveis, apesar do estresse ambiental. Já a responsividade foi definida como a capacidade inerente dos genótipos de extrair e explorar adequadamente os nutrientes e os suprimentos energéticos em ambientes favoráveis.

Fica claro, assim, que um genótipo que apresente tais características não pode ser representado por uma única reta. Toler (1990) discute que um dado genótipo, quando avaliado em uma gama elevada de ambientes, pode mostrar dois padrões de resposta, denominando-os de padrões convexo e côncavo.

Uma resposta convexa (ou um padrão convexo), ocorre quando o genótipo apresenta performance consistente em ambientes desfavoráveis ($\mu_j < 0$), e consegue explorar satisfatoriamente as condições ambientais favoráveis ($\mu_j > 0$), sendo considerado duplamente desejável. Por outro lado, uma resposta côncava (ou um padrão côncavo) está relacionada ao genótipo que apresenta sensibilidade abaixo da média ambiental e que é não responsivo acima dessas condições médias, sendo considerado duplamente indesejável (Figura 1).

Figura 1- Padrões de resposta convexo e côncavo dos genótipos $Y(\mu)$ às variações na qualidade ambiental μ .

Verma et al. (1978) discorrem que uma resposta não-linear dos genótipos aparece mais freqüentemente do que uma resposta linear, quando eles são ensaiados em diferentes ambientes. E sugerem que, quando a regressão linear é falha em explicar esse comportamento, um modelo que apresente dois segmentos de reta, correspondentes aos ambientes abaixo e acima da média ambiental, poderia ser empregado para melhor elucidá-lo.

Baseando-se nessas informações, Toler (1990) propõe a construção de um modelo fundamentado naquele de Digby (1979). Considera os ambientes acima e abaixo da média de todos os ambientes, com união entre eles no ponto $\mu_j = 0$. Tem-se, assim, o seguinte modelo:

$$Y_k(\mu) = \alpha_k + \beta_k \mu \quad k=1,2.$$

Assumindo, para os ambientes abaixo da média, $k=1$ e, para os ambientes acima da média, $k=2$, a condição de igualdade $Y_1(0) = Y_2(0)$, que implica em continuidade dos dois segmentos de reta é dada por $\mu_j = 0$.

A função segmentada com ponto de união em $\mu_j = 0$ e na condição imposta de que $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$, de modo que o intercepto fica $Y(0) = \alpha$ é dada por:

$$Y(\mu) = \alpha + \beta_1 \mu, \text{ se } \mu_j \leq 0$$

$$Y(\mu) = \alpha + \beta_2 \mu, \text{ se } \mu_j \geq 0.$$

Desse modo, o modelo de regressão não-linear nos parâmetros para avaliar a estabilidade fenotípica dos genótipos fica:

$$Y_{ij} = \alpha_i + [Z_j \beta_{1i} + (1 - Z_j) \beta_{2i}] \mu_j + \varepsilon_{ij}, \quad (3)$$

em que:

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

α_i : é o parâmetro que reflete o valor da resposta do genótipo i no intercepto com $\mu = 0$;

β_{1i} e β_{2i} : são os parâmetros que refletem a sensibilidade de resposta do genótipo i nos ambientes de baixa e alta produtividade média, respectivamente;

μ_j : é o parâmetro que reflete o efeito do ambiente j ;

ε_{ij} : é o erro experimental médio;

$Z_j = 1$, se $\mu_j \leq 0$ e,

$Z_j = 0$, se $\mu_j > 0$.

Neste modelo o ambiente j será caracterizado por μ_j e a resposta do genótipo i passa a ser caracterizada pelos parâmetros α_i , β_{1i} e β_{2i} . Os coeficientes β_{1i} , β_{2i} e μ_j estão sujeitos à restrições: $\sum_i^p \beta_{1i} = \sum_i^p \beta_{2i} = p$, e

$\sum_j^q \mu_j = 0$. Estas restrições, como mostradas anteriormente, asseguram que a performance média dos genótipos ($\hat{\alpha}_i$) ocorra com $\hat{\mu} = 0$ na escala de efeitos ambientais $\hat{\mu}_j$ e que a resposta da sensibilidade média dos genótipos seja igual à unidade.

A equação 3 pode ser reduzida à equação 2 quando $\beta_{1i} = \beta_{2i} = \beta_i$, para todo $i=1, 2, \dots, p$, sendo que, neste caso, pelo emprego da técnica de quadrados mínimos não-lineares, $\hat{\alpha}_i = \bar{Y}_i$. Observa-se, então, que:

$$\beta_{1i} = \beta_{2i} = \beta$$

$$Y_{ij} = \alpha_i + [Z_j \beta_{1i} + (1 - Z_j) \beta_{2i}] \mu_j + \varepsilon_{ij}$$

$$Y_{ij} = \alpha_i + [Z_j \beta + (1 - Z_j) \beta] \mu_j + \varepsilon_{ij}$$

$$Y_{ij} = \alpha_i + \beta \mu_j [Z_j + (1 - Z_j)] + \varepsilon_{ij}$$

Independentemente da magnitude de $\hat{\mu}_j$, que reflete o valor de Z_j (0 ou 1), a equação 3 se reduz à equação 2.

Por outro lado, quando $\beta_{1i} \neq \beta_{2i}$, mesmo para um único valor de i , $\hat{\alpha}_i$ não pode ser formulado como uma simples função linear das observações Y_{ij} . Toler (1990) mostra que, através das técnicas de quadrados mínimos não-lineares, $\hat{\alpha}_i$ passa a ser expresso pela seguinte equação:

$$\hat{\alpha}_i = \bar{Y}_i + (\hat{\beta}_{2i} - \hat{\beta}_{1i}) \left[\frac{1}{q} \sum_{j=1}^q \hat{Z}_j \hat{\mu}_j \right]$$

Por essa expressão, verifica-se que o parâmetro $\hat{\alpha}_i$ é função da divergência entre as respostas da sensibilidade nos ambientes abaixo ($\hat{\beta}_{1i}$) e acima da média ambiental ($\hat{\beta}_{2i}$) e da magnitude do componente $\left[\frac{1}{q} \sum_{j=1}^q \hat{Z}_j \hat{\mu}_j \right]$.

Se μ_j for positivo, $Z_j=0$, de modo que $\hat{\alpha}_i=\bar{Y}_i$, independentemente da magnitude de $\hat{\beta}_{1i}$ e $\hat{\beta}_{2i}$. Por outro lado, se μ_j for negativo, $Z_j=1$, de maneira que a expressão $\sum_{j=1}^q Z_j \hat{\mu}_j$ assumirá sempre valores negativos, pois considera apenas os ambientes inferiores. Observa-se na equação 4, que o componente $\frac{1}{q} \sum_{j=1}^q Z_j \hat{\mu}_j$ será tanto menor quanto maior for o número de ambientes (q) onde o experimento foi avaliado. Assim, $\hat{\alpha}_i$ fica sendo um desvio de $\bar{Y}_i$ para mais ou menos, conforme os valores de $\hat{\beta}_{2i}$ e $\hat{\beta}_{1i}$. Se $\hat{\beta}_{2i} > \hat{\beta}_{1i}$ (padrão convexo), então $\hat{\alpha}_i$ terá um valor menor que $\bar{Y}_i$, enquanto que, na condição de $\hat{\beta}_{2i} < \hat{\beta}_{1i}$ (padrão côncavo), $\hat{\alpha}_i$ assumirá um valor maior que $\bar{Y}_i$. É importante ressaltar que a superioridade e/ou a inferioridade dos valores de $\hat{\alpha}_i$ são meramente devidas à imposição do modelo e não necessariamente ao potencial genético dos materiais avaliados.

Para verificar se o modelo 3 pode ser representado por uma única linha de regressão, deve-se comparar a igualdade entre β_{1i} e β_{2i} . Para isso, é feito um teste de hipótese $H(\beta_{1i}=\beta_{2i})$ que permitirá determinar se o comportamento de um dado genótipo pode ser representado por uma única reta de regressão ou não. A não rejeição dessa hipótese, é um indicativo de que uma única linha com inclinação β_i é adequada para representar a performance média do genótipo i, sendo que esta inclinação é verificada pelo teste de hipótese $H(\beta=1)$.

2.3.2 Classificação dos genótipos

Verma et al. (1978) chamam a atenção de que, conforme o padrão de resposta dos genótipos frente aos ambientes favoráveis e desfavoráveis, é possível obter nove categorias de sensibilidade de resposta a saber:

Categorias	Ambientes desfavoráveis	Ambientes favoráveis
1	$\beta_1 < 1$	$\beta_2 < 1$
2	$\beta_1 < 1$	$\beta_2 = 1$
3	$\beta_1 < 1$	$\beta_2 > 1$
4	$\beta_1 = 1$	$\beta_2 < 1$
5	$\beta_1 = 1$	$\beta_2 = 1$
6	$\beta_1 = 1$	$\beta_2 > 1$
7	$\beta_1 > 1$	$\beta_2 < 1$
8	$\beta_1 > 1$	$\beta_2 = 1$
9	$\beta_1 > 1$	$\beta_2 > 1$

A categoria 3 é a que contempla o genótipo de desempenho ideal, como discutido por Verma et al. (1978), por ser responsivo a ambientes melhorados ou favoráveis e manter a produtividade em níveis razoáveis, em ambientes adversos.

Através do modelo 3 proposto por Toler (1990), é possível, pelos testes de hipótese $H(\beta_1 = \beta_2)$ e $H(\beta_1 = 1)$, classificar os genótipos com base nos seus padrões de respostas, em cinco categorias das apresentadas acima, que são: 1, 3, 5, 7 e 9. Das nove categorias listadas por Verma et al. (1978), Toler (1990) considera seis como sendo ambíguas (1, 2, 4, 6, 8 e 9) e três como não ambíguas (3, 5 e 7).

O critério de enquadramento dos genótipos nos distintos grupos e o significado prático de cada um destes grupos, conforme Toler (1990), são dados a seguir:

GRUPO	CRITÉRIO
A	Rejeita-se $H(\beta_1 = \beta_2)$ e aceita-se $\beta_1 < 1 < \beta_2$.
B	Não se rejeita $H(\beta_1 = \beta_2)$ e rejeita-se $H(\beta = 1)$, sendo o comum $\beta > 1$.
C	Não se rejeita $H(\beta_1 = \beta_2)$ e não se rejeita $H(\beta = 1)$.
D	Não se rejeita $H(\beta_1 = \beta_2)$ e rejeita-se $H(\beta = 1)$, sendo o comum $\beta < 1$.
E	Rejeita-se $H(\beta_1 = \beta_2)$ e aceita-se $\beta_1 > 1 > \beta_2$.

Os significados práticos dos cinco grupos são apresentados a seguir:

A: resposta convexa e duplo desejável;

- B: resposta linear simples e desejável só em ambientes de alta qualidade;
 C: resposta linear simples não desviando da resposta média;
 D: resposta linear simples e desejável só em ambientes de pobre qualidade;
 E: resposta côncava e duplo indesejável.

Comparando as categorias apresentadas por Verma et al. (1978) e os grupos definidos por Toler (1990), observa-se que os materiais do grupo A correspondem à categoria 3, os do grupo B à categoria 9, os do grupo C à categoria 5, os do grupo D à categoria 1 e os materiais do grupo E correspondem à categoria 7.

É conveniente mencionar que, nos grupos B, C e D, a resposta média do genótipo i ($\hat{\alpha}_i$) no intercepto coincide com a performance média do genótipo i em todos os ambientes, ou seja, $\hat{\alpha}_i = \bar{Y}_i$. Já nos grupos A e E, este comportamento não mais ocorre ($\hat{\alpha}_i \neq \bar{Y}_i$), como já discutido no anteriormente.

Em cada análise da estabilidade, os materiais genéticos são enquadrados nos grupos A, B, C, D e E, conforme o padrão de resposta e, também, classificados segundo o seu nível de produtividade. Isso permitirá caracterizar cada tratamento com base nestas duas propriedades, simultaneamente.

2.3.3 Estimação dos parâmetros de estabilidade do modelo de regressão não-linear proposto por Toler (1990)

O modelo para avaliar a sensibilidade ambiental proposto por Toler (1990) requer procedimentos de estimação não-linear. O emprego de quadrados mínimos (como é feito nos modelos lineares) não admite soluções algébricas para as equações normais dos modelos não-lineares. Soluções, neste caso, são obtidas através de processos iterativos de quadrados mínimos não-lineares, empregando-se, para a estimação dos parâmetros, o método de Gauss-Newton modificado (Gallant, 1987). O teste de hipótese é efetuado diretamente pela aplicação do princípio do erro condicional que é precisamente equivalente ao critério da razão da máxima verossimilhança e, portanto, herda as propriedades da natureza

assintótica. A execução do princípio do erro condicional requer uso repetitivo da estimação não-linear para fornecer a soma de quadrados do erro condicional (SQRC), que é condição paramétrica implícita na hipótese assumida pelo modelo ajustado. A soma de quadrados da hipótese (SQH) é obtida pela diferença entre a SQRC e a SQR incondicional. Esta última é obtida pelo ajuste dos parâmetros do modelo, por quadrados mínimos lineares, o qual está sujeito às restrições: $\sum_i^p \beta_{1i} = \sum_i^p \beta_{2i} = p$, e $\sum_j^q \mu_j = 0$. O teste é completado pela razão dos quadrados médios $(SQH/r)/(SQR/e)$, que apresenta uma distribuição F central, sendo r o número de graus de liberdade associados à SQH e e o número de graus de liberdade associados à SQR.

No estudo conduzido por Toler (1990) foram avaliados dados de cinco espécies (trigo, cevada, milho, algodão e soja), totalizando 16 genótipos. Com base nos resultados foi possível inferir que: a discriminação entre os padrões de performance genotípica nos vários ambientes avaliados, dependeu, primeiramente, da real diversidade dos padrões de resposta apresentados numa amostra de genótipos testados; da real diversidade na qualidade ambiental e, ainda, da precisão experimental. Foi possível constatar a clara dificuldade em associar, num dado genótipo, padrão de resposta duplamente desejável (tipo A) com alta produtividade.

2.4 Aplicações práticas

A aplicação das técnicas que fornecem informações sobre a adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos são importantes nos programas de melhoramento, pois elas auxiliam a recomendação dos materiais para uma gama elevada de ambientes, além, também, de identificar ambientes específicos para um dado grupo de genótipos. Encontra-se na literatura, uma quantidade enorme de trabalhos que tratam desse assunto em várias culturas no mundo inteiro, confirmando, portanto, a sua relevância.

Nessa tese serão enfocados resultados somente das culturas que serão objeto desse estudo, sendo elas milho, feijão e cana-de-açúcar.

O milho quiçá seja a cultura mais estudada no mundo. Com relação a estudos sobre estabilidade, relatos são encontrados na literatura desde o início do século, quando Shull, naquela oportunidade, propôs o emprego do milho híbrido (Hallauer & Miranda Filho, 1988).

Trabalhando em cinco localidades durante cinco anos, Robinson & Moll (1959) constataram que a elevada magnitude da interação tripla genótipos x localidades x anos indicou que as flutuações no comportamento dos materiais genéticos causadas por fatores ambientais ocorreram aleatoriamente por várias localidades e por vários anos. Verificaram, também, que a recomendação de algumas variedades, para certos ambientes, propiciou um aumento considerável na produtividade.

Com o propósito de comparar a estabilidade dos híbridos simples com a estabilidade dos híbridos duplos, Eberhart & Russell (1969) trabalharam com um dialélico de 45 híbridos simples e um grupo balanceado de 45 híbridos duplos, ambos os híbridos obtidos das mesmas linhagens. Os ensaios foram avaliados durante os anos de 1965 e 1966 em 21 localidades no Corn Belt. Constataram que os híbridos simples responderam de forma diferenciada aos ambientes favoráveis. Frisaram, ainda, que, no estudo da estabilidade no qual a princípio todos os efeitos gênicos estão envolvidos, o uso do híbrido simples pode ser avaliado sobre uma gama elevada de condições ambientais, o que favorece a identificação desses híbridos com características de alta estabilidade e altas produções para uso comercial.

Objetivando comparar a estabilidade da produção de grão em seis variedades de milho do Centro Nacional de Milho e Sorgo (CNPMS/EMBRAPA), em seus respectivos 15 híbridos intervarietais e em duas variedades comerciais de polinização livre em vários estados do Brasil, Lopes et al. (1985) constataram que, dos 15 híbridos avaliados, seis apresentaram boa estabilidade segundo o modelo proposto por Eberhart & Russell (1966), porém, apesar de outros híbridos apresentarem coeficiente de regressão próximo à unidade, suas produções médias de grãos foram em vários níveis inferiores. Duas das variedades mostraram-se responsivas à melhoria do ambiente e uma apresentou produtividade relativamente baixa em relação à média geral.

Estudando a estabilidade ambiental e de cultivares na região Centro-Sul do Brasil em três anos safras, em dez localidades e em 15 cultivares de milho obtidos do Ensaio Nacional de Milho, Fernandes (1988) constatou diferenças significativas entre os cultivares avaliados para o caráter produtividade de grãos. Considerando a estabilidade ambiental, o autor menciona que, em função de a estabilidade da produção de grãos ser devida às flutuações ambientais, as quais são de difícil controle, deve-se então, considerá-la nos programas de melhoramento, visto o que interessa aos agricultores é a estabilidade dos materiais ao longo dos anos dentro das localidades.

Silva (1991), visando a comparar o comportamento de cinco variedades de polinização livre e de cinco híbridos comerciais em dez ambientes em duas densidades de semeadura na Zona da Mata de Minas Gerais, constatou que quatro híbridos mostraram-se mais adaptados pois apresentaram boa produtividade e boa previsibilidade.

Muniz (1995), avaliando a estabilidade de cultivares de milho sendo eles duas variedades de polinização livre, quatro híbridos duplos, um híbrido triplo e dois híbridos simples em diferentes níveis de adubação e em diferentes locais da região de Lavras – MG, durante o ano agrícola de 1993/94, concluiu que eles apresentaram comportamento diferenciado quanto à adaptabilidade. Uma variedade local apresentou-se como o cultivar mais imprevisível, porém mostrou-se mais estável nos ambientes desfavoráveis, associada, contudo, a uma baixa produtividade.

Empregando o modelo bissegmentado descontínuo, Storck (1989) concluiu, com base nos resultados de cultivares de milho, que esse modelo se ajustou bem a uma curva de Gompertz. Menciona, ainda, que, para as estimativas dos parâmetros, é conveniente trabalhar com um número de repetições que permita uma boa estimativa da média e, também, com o maior número possível de ambientes.

Com o objetivo de obter informações quanto aos aspectos relacionados ao padrão de resposta apresentado pelos cultivares de milho avaliados no estado de Mato Grosso do Sul no período de 1991/92 a 1993/94 frente às variações ambientais, Arias et al. (1996) estimaram os parâmetros de estabilidade e de adaptabilidade para o caráter

produtividade de grãos. Constataram que os cultivares variaram quanto a esses parâmetros para esse caráter. Verificaram, também, que a metodologia de Lin & Binns (1988) forneceu informações semelhantes ao método de regressão empregado, com a vantagem de as interpretações dos resultados terem sido mais fáceis, proporcionando um melhor discernimento entre os cultivares.

Monelli (1996), empregando a metodologia de Lin & Binns (1988) durante os anos safras de 1992/93 a 1994/95, em milho, constatou, para a variável produtividade de grãos, que o melhor genótipo foi composto pela média geral das produções máximas obtidas em cada local. Desta forma, considerou-se o melhor cultivar, aquele que esteve mais próximo do melhor genótipo, alcançando o menor valor de distância à produção máxima e ao tombamento mínimo. O autor empregou também a metodologia proposta por Eberhart & Russell (1966), e constatou que o genótipo de comportamento ideal – constituído da produtividades máxima em cada local – mostrou adaptabilidade geral ($\hat{\beta}_1=1,0$) e alta estabilidade ($s_{di}^2 \cong 0$).

Estudando a estabilidade e a adaptabilidade de cultivares de milho no estado de Mato Grosso do Sul no período de 1986/87 a 1993/94, Arias (1996) comparou três metodologias, sendo elas a de regressão proposta por Cruz et al. (1989), a de Lin & Binns (1988) e o AMMI. O autor conclui que as informações geradas pelos dois primeiros métodos foram semelhantes, porém chama a atenção que o segundo forneceu informações mais claras, além de proporcionar um melhor discernimento dos materiais. Já no AMMI as interpretações dos resultados foram sensivelmente prejudicadas, visto ter sido necessário mais de um componente principal para explicar a variação devida ao efeito da interação de genótipos x ambientes.

Tendo por objetivo verificar o efeito da variação da época de plantio no comportamento das plantas de milho, Gomes (1990) concluiu que, devido à variabilidade genética existente entre os materiais testados, puderam-se selecionar cultivares adaptados para o plantio na safrinha. Constatou também, que a interação genótipos x épocas foi mais importante que a interação genótipos x locais, inferindo, assim, que a época de plantio

é fator determinante para o bom comportamento dos genótipos naquelas condições.

Quantificar o grau de controle genético da estabilidade fenotípica das plantas é de um modo geral um dos objetivos mais intrigantes para os melhoristas de plantas. Frente a esse desafio, Torres (1988) menciona, com base em dados dos Ensaios Nacionais de Milho conduzidos em doze localidades no período de 1982/83 a 1984/85, que os parâmetros de estabilidade e a produtividade de grãos devem ter controles genéticos independentes e que a estabilidade apresentou repetibilidade menor que a produtividade. Com base nessas informações, destaca que o melhoramento visando a obter materiais mais estáveis deve ser, a princípio, mais lento e mais difícil do que o melhoramento visando a aumentar a produtividade de grãos.

Comparando os métodos de estabilidade em 15 genótipos de milho avaliados em 13 ambientes, Oliveira (1976) verificou que os métodos que empregam a regressão linear foram mais informativos, destacando o de Eberhart & Russell (1966) sobre o de Finlay & Wilkinson (1963).

Oito sintéticos de milho foram utilizados em cruzamentos dialélicos incompletos em quatro regiões para avaliar os caracteres altura da planta, altura da espiga e produção de grãos por Murakami (1995). O autor relata que a boa estabilidade e a boa adaptabilidade podem ser atribuídas à ampla base genética dos sintéticos e aos processos de seleção realizado sobre estes materiais em vários ciclos.

Monteiro et al. (1998) procuraram estudar a estabilidade de produção de 12 cultivares de milho (quatro híbridos e oito variedades) no decorrer dos anos agrícolas de 1995, 1996 e 1997 em 14 ambientes do estado do Ceará para fins de recomendação. Empregaram para esse fim, a metodologia proposta por Cruz et al. (1998). Foi possível observar, um elevado potencial produtivo (kg/ha) para aquelas condições, visto que as produções médias dos cultivares foram em torno de 5002 kg/ha, destacando-se a superioridade dos híbridos sobre as variedades. Esses autores encontraram, também, cultivares com boa estabilidade e alta previsibilidade para aquelas condições de cultivo, mencionando, ainda, a

superioridade dos híbridos sobre as variedades para esses parâmetros de estabilidade.

Se se considerar que as condições edafoclimáticas do Nordeste brasileiro permitem em toda a extensão da região o cultivo de milho, foi conduzido por Carvalho et al. (1998) um estudo de estabilidade para a recomendação dos melhores genótipos para aquelas condições diversificadas de ambiente e de sistema de cultivo. Desta forma, avaliaram-se 21 cultivares de milho em 29 ambientes do Nordeste no ano agrícola de 1997 distribuídos nos estados do Piauí (6 locais), do Ceará (5 locais), do Rio Grande do Norte (1 local), da Paraíba (2 locais), de Pernambuco (5 locais), de Sergipe (2 locais) e da Bahia (8 locais), empregando a metodologia proposta por Cruz et al. (1989). Foi possível, com base nos resultados, inferir sobre a potencialidade dessa cultura naquelas regiões, visto que a produtividade de grãos dos híbridos variou de 3639 a 8109 kg/ha. Todas as culturas mostraram, de um modo geral, boa estabilidade nos ambientes ensaiados, apresentando também boa previsibilidade.

Souza & Muniz (1998), analisaram dados de produtividade de grãos de milho (kg/ha) durante os anos agrícolas de 1993/94 e 1994/95 para determinar quais genótipos eram mais produtivos e estáveis para as regiões do estado do Mato Grosso. Para isso, foram avaliados 19 genótipos em 13 ambientes cujos parâmetros de estabilidade foram gerados pelo modelo bissegmentado de Cruz et al. (1989). Os autores concluíram que houve respostas significativas às variações ambientais para todos os genótipos avaliados. Alguns genótipos apresentaram boa estabilidade nos ambientes favoráveis e alta previsibilidade, associados, contudo, à baixa produtividade.

Estudos de estabilidade e adaptabilidade são também bastante comuns na cultura do feijoeiro (Camacho, 1968; Tupinambá, 1976; Santos, 1980; Duarte, 1988; Abreu et al., 1992), mostrando a importância que esta cultura apresenta como fonte energética na alimentação humana, sendo por isso motivo de bastantes estudos.

Santos (1980), avaliando a estabilidade, estudou o caráter produtividade de grãos e seus componentes primários em doze cultivares de feijão em sete locais do sul de Minas Gerais nos anos agrícolas de

1974/75 a 1977/78, concluindo que os caracteres produção de grãos e peso médio de 100 sementes, responderam de forma predominantemente linear às variações ambientais, enquanto que os caracteres número médio de vagens por planta e sementes por vagem mostraram respostas lineares menos acentuadas.

No estudo conduzido por Soares Filho (1983), com o objetivo de estudar a estabilidade e a adaptabilidade em cultivares de feijão, bem como misturas de outros cultivares no período das águas em Lavras no ano safra de 1982/83, constatou que as produções médias de grãos dos cultivares e das misturas responderam linearmente às oscilações do ambiente, sendo que as misturas mostraram-se mais produtivas em relação aos cultivares.

Com relação ao mencionado anteriormente, alguns trabalhos têm relatado que as misturas de cultivares apresentam produções maiores do que as linhagens puras. No entanto, não se tem evidenciado a maior estabilidade delas (Duarte, 1988).

Onze cultivares de feijão preto avaliados em quinze ambientes entre os anos agrícolas de 1981 a 1983 no estado do Espírito Santo revelaram valores dos ambientes bastante variáveis (de 1050 a 2717 kg/ha). Pela análise de estabilidade desses cultivares, foi possível lançar, em 1983, para esse estado, dois novos cultivares denominados de Capixaba Precoce e Vitória, visto que eles se enquadraram no conceito de genótipo ideal preconizado por Eberhart & Russell (1966) (Pacova et al., 1987).

Park (1987), avaliando a estabilidade fenotípica de seis cultivares de feijão em 36 ambientes no período de 1977 a 1982 no Canadá, concluiu, baseando-se nas informações geradas pelo modelo de Eberhart & Russell (1966), que dois cultivares mostraram coeficiente de regressão significativamente diferente da unidade, o que permitiu inferir sobre a instabilidade na performance desses cultivares. No entanto, os demais mostraram boa estabilidade e produções satisfatórias. O autor também destaca, com base nos componentes de variância obtidos pelos quadrados médios da análise de variância conjunta, que a variância da interação cultivares por locais foi superior à da interação cultivares por

anos, chamando a atenção de que, para aquelas condições, devem-se enfatizar mais os locais para os plantios do que os anos.

Objetivando estudar métodos para avaliar a estabilidade e a adaptabilidade em cultivares de feijão mulatinho em doze ambientes, Duarte (1988) constatou que a interação tripla ($G \times L \times A$) mostrou maior significância que as interações duplas ($G \times L$ e $G \times A$), além de inferir, também, que os métodos baseados em aproximação por regressão foram mais informativos que os demais métodos estudados.

Abreu et al. (1992), avaliando linhagens de feijão em cinco localidades do estado de Minas Gerais, verificou que, para algumas linhagens, o conceito de cultivar ideal como preconizado por Cruz et al. (1989) se enquadrou bem. Por outro lado, em função da alta incidência de antracnose, algumas dessas linhagens apresentaram baixas produtividade.

Com o intuito de estudar o comportamento das linhagens e dos cultivares desenvolvidos pelo Programa de Melhoramento do Feijoeiro conduzido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) e pela EPAMIG, Miranda et al. (1993), avaliaram o caráter rendimento de grãos (kg/ha) em 20 ambientes da Zona da Mata mineira durante os anos de 1991 e 1992. Baseando-se nos parâmetros de estabilidade de Eberhart & Russell (1966), os autores concluíram, de uma maneira geral, que as linhagens e os cultivares mais produtivos responderam bem à melhoria ambiental ($\beta > 1$), porém foram instáveis ($s^2_{di} \neq 0$). Por outro lado, as linhagens e os cultivares menos produtivos que responderam pouco à melhoria do ambiente apresentaram boa estabilidade de comportamento.

Segundo Raizer (1998), a agro-indústria canavieira no Brasil é responsável pela geração de milhares de empregos e de divisas pela utilização de açúcar, álcool e outros subprodutos da cana. É importante, desta forma, que os programas de melhoramento utilizem variedades de alta estabilidade fenotípica. Isto se faz necessário porque elas são normalmente cultivadas em larga escala comercial, sendo empregadas como padrões em ensaios. Essas variedades padrão, além de apresentar alta produtividade de açúcar, devem também apresentar alta estabilidade sob uma gama elevada de ambientes, podendo, assim, ser tomadas como

referência nos diversos estádios de seleção dos programas de melhoramento (Calheiros, 1977).

Experimentos com essa finalidade foram conduzidos por Pollock (1975), na Austrália, e por Calheiros (1977), no Brasil entre outros. Para as condições do estado de Alagoas, Calheiros (1977) verificou que as variedades que foram utilizadas como padrões (CB45-3 e CO331) apresentaram estimativas individuais mais variáveis do que a média das duas para o caráter produtividade de açúcar. A interação variedades padrão x ambientes foi significativa, indicando, assim, que os comportamentos dessas variedades são variáveis frente aos ambientes testados. Considerou que uma maior eficiência na seleção poderá ser alcançada se for baseada na média das duas variedades padrão como critério de comparação das novas variedades ou dos novos clones a serem indicados para a região canavieira de Alagoas, visto ter ocorrido uma menor interação desse caráter com o ambiente. O autor ainda chama a atenção de que, para um maior sucesso na seleção, sejam considerados aqueles clones ou consideradas aquelas variedades que apresentam cerca de 10% a mais de produtividade de açúcar em relação à variedade padrão.

Os estudos sobre a interação GxA significativa em cana-de-açúcar tem chamado bastante a atenção dos pesquisadores (Skinmer, 1971; Pires & Costa, 1980; Mariotti, 1974; Mariotti, 1980; Peixoto et al., 1985; Raizer, 1998). Mariotti (1974; 1980) aconselha a trabalhar com genótipos adaptados a cada ambiente específico, capitalizando assim os ganhos genéticos.

Mariotti et al. (1976), trabalhando com dados de cinco cortes de 17 experimentos instalados num mesmo local durante 15 anos na Argentina, concluíram que a maioria dos genótipos estudados respondeu de forma linear às mudanças ambientais. Comparando os cinco cortes, constataram, também, que o segundo corte apresentou maior estabilidade. Frisaram, ainda, que, em função de os cortes não terem apresentado uma concordância, sugeriram que a estabilidade naquelas condições deveria ser avaliada em função da média dos diversos cortes.

Com o objetivo de estudar a estabilidade fenotípica da produção de colmos de seis variedades de cana-de-açúcar em sete locais

dos estados de Pernambuco e do Rio Grande do Norte em três anos agrícolas para o primeiro e o segundo corte, Pires (1981), verificou pela análise da estabilidade, uma resposta das variedades às flutuações do ambiente predominantemente linear. Notaram-se, também, diferenças genéticas entre os parâmetros que avaliam a produção, a adaptação e a estabilidade. Analisando a estabilidade de cada corte separadamente, constatou que o segundo corte apresentou tendência de ser mais estável, concluindo, ainda, não ser recomendável avaliar a estabilidade fenotípica da cana-de-açúcar com base num único corte para aquelas condições canavieiras.

Bassinello (1984) avaliou a interação GxA nas regiões de Araras-SP e Bandeirantes-PR em dez variedades de cana-de-açúcar para os caracteres produtividade de colmos e teor de sacarose em três cortes contíguos durante diferentes épocas de corte no período da safra. Pela análise conjunta da variância, constatou, baseando-se na interação não significativa épocas de colheita x variedades, que não houve diferenças entre a média do corte e a produtividade, ou, em outras palavras, que a alteração observada no comportamento das variedades de uma época para outra foi desprezível, não causando diferenças entre elas. Esse fenômeno foi verificado nas duas regiões, o que permitiu inferir que, para um maior sucesso nos programas de melhoramento, se proceda à escolha das épocas de colheita mais apropriadas a cada estágio de corte nos experimentos avaliados.

Quanto aos métodos de estabilidade utilizados, Peixoto et al. (1985) constataram que o de Silva & Barreto (1985) discerniu melhor sobre o comportamento das variedades de cana-de-açúcar em relação ao de Eberhart & Russell (1966) e ao de Verma et al. (1978) naquelas condições de estudo.

Avaliando os caracteres peso de colmos, teor de sacarose (brix) e número médio de colmos em progênies obtidas de sete cruzamentos em cana-de-açúcar em duas regiões, Bassinello (1991) verificou a necessidade de trabalhar com programas de melhoramento específicos para ambientes contrastantes, visando assim, capitalizar essa interação significativa entre progênies e locais para o caráter peso de

colmos, aumentando o ganho genético. Constatou, também, uma boa correlação, entre as regiões, para os caracteres brix e número médio de colmos, sendo que a maior estabilidade foi verificada para o brix.

Raizer (1998) comparou 48 clones de cana-de-açúcar com oito variedades de cultivo comercial em três diferentes grupos de experimentos durante três períodos de caracterização em diferentes regiões do estado de São Paulo para o caráter produtividade de açúcar (TPH) estimado para cinco cortes. Foi constatado que, dentre os modelos que utilizam a aproximação por regressão, os bissegmentados forneceram informações mais detalhadas de adaptação e de previsibilidade de resposta ambiental, destacando-se a metodologia proposta por Cruz et al. (1989). De um modo geral, o caráter produtividade de açúcar dos genótipos apresentou linearidade em relação à qualidade do ambiente para diversas variedades, sendo independente dos parâmetros de estabilidade e de adaptabilidade. O autor chama a atenção de que, devido à independência dos parâmetros de estabilidade, com o emprego de metodologias mais adequadas há possibilidades de detectar ganhos em produtividade com a melhoria ambiental, o que acarretaria a seleção simultânea de clones produtivos e com características desejáveis de estabilidade e adaptação.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material genético

Para a condução deste estudo foram consideradas três espécies, quais sejam: milho, feijão e cana-de-açúcar, abrangendo, respectivamente, os três sistemas reprodutivos a saber: alógamas, autógamas e de propagação vegetativa.

3.1.1 Milho (*Zea mays* L.)

Os dados referentes ao caráter produtividade de grãos (kg/ha), corrigidos para 13% de umidade, foram obtidos dos Ensaios Nacionais de Competição de Milho, coordenados pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS – EMBRAPA), situado em Sete Lagoas–MG. Utilizaram-se para a análise, dados referentes a dois ciclos de desenvolvimento: normal e precoce, este último conduzido nas regiões Centro e Sul, conforme a divisão geográfica do CNPMS. Para o ciclo normal foram considerados os anos/safras 1992/93 a 1994/95 e, para o precoce apenas o ano/safra 1994/95. A adubação utilizada foi variável de acordo com os resultados das análises de solos dos locais onde os experimentos foram instalados. Os nomes dos locais e dos materiais genéticos são apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

3.1.1.1 Análise estatística

O delineamento experimental empregado foi o látice, com três repetições. As parcelas foram constituídas por duas fileiras de cinco

Tabela 1. Locais em que os experimentos do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho foram conduzidos para os diferentes ciclos de desenvolvimento.

CICLOS					
Normal			Precoce Região Centro	Precoce Região Sul	
1992/93	1993/94	1994/95	1994/95	1994/95	
1	Alegre/ES	Ataliba Leonel/SP	Acreuna/GO	Araçu/GO	Apucarana/PR
2	Campinas/SP	Campinas/SP	Araçú/GO	Barretos/SP	Cascavel/PR **
3	Campo Alegre/SC	Capinópolis/MG	Ataliba Leonel/SP	Birigui/SP	Cascavel/PR ***
4	Campo de Parecis/MT	Capinópolis/MG1	Barretos/SP	Cambê/PR	Castro/PR
5	Capinópolis/MG	Cascavel/PR	Cambê/PR	Campinas/SP (IAC)	Cruz Alta/RS
6	Cascavel/PR	Cascavel/PR1	Campinas/SP1	Capinópolis/MG*	Nova Prata/RS
7	Cravinhos/SP	Coimbra/MG	Capinópolis/MG1	Cascavel/PR**	São M. Oeste/SC
8	Cristalina/GO	Coimbra/MG1	Cascavel/PR1	Cascavel/PR***	Santa Rosa/RS
9	Goianésia/GO	Cravinhos/SP	Cascavel/PR2	Cravinhos/SP	
10	Goiânia/GOP	Cristalina/GO	Cravinhos/PR	Cristalina/GO	
11	Inhumas/GO	Formoso/GO	Cristalina/GO	Goianésia/GO	
12	Jacarezinho/PR	Goianésia/GO	Goiânia/GO	Guaira/SP****	
13	Jardinópolis/SP	Itumbiara/GO	Guaira/SP1	Guaira/SP*****	
14	Manduri/SP	Lavras/MG	Guaira/SP2	Itumbiara/GO	
15	Paulínia/SP	Londrina/PR	Guaira/SP	Jacarezinho/PR	
16	Piracicaba/SP	Mangabeiras	Jacarezinho/PR	Jardinópolis/SP ¹	
17	Rio Paranaíba/MG	Nova Mutum/MT	Jardinópolis/SP	Jardinópolis/SP ²	
18	Rondonópolis/MT1	Paulínia/SP	Lavras/MG	Lavras/MG	
19	Rondonópolis/MT2	Pedro Afonso/TO	Londrina/PR	Londrina/PR	
20	São G. Oeste/MS	Rondonópolis/MT	Nova Mutum/MT	Manduri/SP	
21	Sete Lagoas/MG	São G. Oeste/MS	Ourinhos/SP	Montevidiu/GO	
22	Sidrolândia/MS	Selvira/MS	Rio Paranaíba/MG	Nova Mutum/MT	
23	Toledo/PR	Sete Lagoas/MG	Rio Verde/GO1	Ourinhos/SP	
24		Toledo/PR	Rio Verde/GO2	Paulínia/SP	
25		Uberlândia/MG	Rondonópolis/MT	Piracicaba/SP	
26			São G. Oeste/MS	Rio Paranaíba/MG	
27			Serranópolis/GO	Rio Verde/GO ³	
28			Sete Lagoas/MG	Rio Verde/GO ⁴	
29			Sta. C. Palmeiras/SP	Rondonópolis/MT	
30			Tangará Serra/MT	São Carlos/SP	
31			Uberlândia/MG	Selvira/MS	
32				Local X ⁵	
33				Senador Cândido/GO	
34				Serranópolis/GO	
35				Sete Lagoas/MG	
36				São G. Oeste/MS	
37				Sidrolândia/MS	
38				Sta C. Palmeiras/SP	
39				Uberlândia/MG	

* Sementes Agrocere; ** Ciba Sementes; *** Ocepar; **** Colorado Híbridos Especiais; *****Agromem Sementes Agrícolas; 1,2 Dinamilho; 3 Zeneca; 4 Engopa; 5: Local cujo nome não foi identificado.

Tabela 2. Identificação dos genótipos de milho dos diferentes ciclos de desenvolvimento avaliados no Ensaio Nacional de Competição de Cultivares.

CICLO				
	Normal		Precoce Região Centro	Precoce Região Sul
	1992/93	1993/94	1994/95	1994/95
1	AG 351	IR 4335	XL-655	Z 84 E 90
2	IAC 8222 BE	C 141	IAC EXP.3651	FT 9004
3	AG 916	AL 34	EXP. 29	G 142-S
4	OC EXP 14	CO.E.6253	Z 8501	C444-E
5	EXP7-92	C 137	C 166	CO-32
6	AG 603	AG 1051	X 1274H	FT 9006
7	XL 660	C 145	CO-42	AL-25
8	G 131 C	OC EXP. 14	PL-312	C 435-A
9	OC EXP 2	AGROMEN 1050	RIO DOURADO 505	AGX 8478
10	G 550	OC 6155-7	RIO DOURADO 303	AGX 8476
11	OC 705	OC 705	PL-412	D-932
12	MF 6002	CO.E.6236	PL-311	EMGOPA 505
13	ALN 894	XB 8028	C 137	RA 100
14	AG 951	AGX 1271	G-150C	C 435
15	AGROMEN 1040	XL 660	AGX 7391	XB 5022
16	XL 380	ICI 8568	AGROMEN 1045	RD-404
17	C 131	IR 4348	OC 1542-8	HT 2X
18	PL 410	C 123 A	AL 34	92 HD 1 QPM
19	AGROMEN 1035	MF 6002	AG 951	HATA 2022
20	X 9153	MF 6001	XL-660	G 133 S
21	AG 943	CO.E.6234	XL-380	C 435-D
22	AG 9206	AG 951	AGROMEN 1040	EX 10129
23	C 123 A	EXP.F-IV	XB 5020	G 143-S
24	XB 8028	XL 655	XB 8030	G 153-C
25	PL 411	PL-310	ALN 923	AG 5012
26	IR-30	PL-410	AG 1051	P 3071
27	IAC MAYA XXIX	AG 603	C 131	PL 403
28	IAC PHOENYX A	C 149	AG 1043	OC 30018
29	ICI 8568	AGX 1272	OC 705	AG 8012
30	AG 9210	ALN 894	PL-410	AG 5011
31	ICI 791151	AGROMEN 1040	AL MANDURI	CMS 9274
32	C 145	XL 380	EXP. 14	XL 370
33	XB 8030	AG 1043	C 145	EXP 4243
34	MF 6001	C 166	PL-413	HATA 2015
35	IAC PHOENYX X	C 131	RA 200	Z 8452
36	PL 310	PL-411	C 333	G 550
37	MF 6101	PL-412		FT 9043
38	X 9251	AGROMEN 1045		C 444-A
39	C 211	AGROMEN 1055		C 615
40	C 137	C 181		PL 401
41	AL 34	AGX 1273		OC 6176-7
42	IAC PHOENYX C	IAC MAYA LAT.		AGROMEN 2014
43				X 1273 A
44				COE-9440
45				C 444
46				PL 404
47				Z 84 E 40
48				AGROMEN 2016
49				AGX 5273

metros, compreendendo 25 plantas por metro. O espaçamento entre as parcelas foi variável em função do tipo de ciclo de desenvolvimento. Para o ciclo normal, foi de 1m, perfazendo em torno de 50.000 plantas/ha; para o ciclo precoce, o espaçamento foi de 0,90m, resultando em uma densidade de 55.000 plantas/ha. As linhas externas das parcelas foram utilizadas como bordadura, sendo também consideradas integralmente no ato da colheita.

O número de materiais genéticos e de locais avaliados foram variáveis. Para o ciclo normal, ano/safra 1992/93 e 1993/94, 42 materiais (látice retangular 6x7) foram ensaiados em 23 e 25 locais, respectivamente. No ano/safra 1994/95, esse número foi de 36 (látice 6x6), em 31 locais. Para o ciclo precoce avaliaram-se 49 materiais (látice 7x7) em 39 e 8 locais, nas regiões Centro e Sul, respectivamente.

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância para cada um dos locais com a recuperação da informação interblocos de acordo com o modelo estatístico a seguir, proposto por Cochran & Cox (1957):

$$Y_{idk} = m + g_i + r_d + b_{(d)k} + e_{idk}$$

em que:

$i=1, 2, \dots, p$;

$d=1, 2, \dots, f$;

$k=1, 2, \dots, u$;

Y_{idk} : é o valor observado na parcela experimental que recebeu o material genético i , no bloco incompleto k , dentro da repetição d ;

m : é o efeito fixo da média geral do experimento;

g_i : é o efeito fixo do material genético i ;

r_d : é o efeito aleatório da repetição d ;

$b_{(d)k}$: é o efeito aleatório do bloco incompleto k , dentro da repetição d ;

e_{idk} : é o efeito aleatório do erro experimental associado à observação Y_{idk} , sendo $e_{idk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

O esquema dessa análise é mostrado na Tabela 3 e segue o quarto tipo de análise apresentada por Silva (1997).

Tabela 3. Esquema da análise de variância para cada local e ano/safra dos ensaios de milho.

FV	GL	QM	F	E(QM)
Repetição	f-1			
Tratamentos (ajust.)	(p-1)	Q ₁	Q ₁ /Q ₂	$\sigma_e^2 + r\phi_g$
Resíduo efetivo	(u-1)(fu-u-1)	Q ₂		σ_e^2

em que $\phi_g = \frac{\sum_{i=1}^p g_i^2}{p-1}$

Realizadas as análises individuais de variâncias, para cada local, procedeu-se à análise conjunta de variância dentro dos anos agrícolas, utilizando-se as médias ajustadas calculadas nas análises individuais, seguindo o modelo estatístico a seguir:

$$Y_{idkj} = m + g_i + l_j + (gl)_{ij} + r_{d(j)} + b_{k(dj)} + e_{idkj}$$

em que:

$j=1, 2, \dots, q$;

Y_{idkj} : é a produtividade observada do material genético i, na repetição d, no bloco k, no local j;

m: é o efeito fixo da média geral;

g_i : é o efeito fixo do material genético i;

l_j : é o efeito aleatório do local j;

$(gl)_{ij}$: é o efeito aleatório da interação do material i com o local j;

$r_{d(j)}$: é o efeito aleatório da repetição d dentro do local j;

$b_{k(dj)}$: é o efeito aleatório do bloco k dentro da repetição d e do local j;

e_{idkj} : é o efeito aleatório do erro efetivo médio associado à observação

$$Y_{idkj}.$$

O respectivo esquema dessa análise é apresentado resumidamente na Tabela 4.

Tabela 4. Esquema da análise conjunta de variância dos locais dentro de cada ano agrícola para os diferentes ciclos de desenvolvimento em milho.

FV	GL	QM	F	E(QM)
Repetição/Locais	$q(u-1)$			
Locais (L)	$q-1$			
Tratamentos (ajust.)(T)	$p-1$	Q_1	Q_1/Q_2	$\sigma_e^2 + u\left(\frac{p}{p-1}\right)\sigma_{gl}^2 + uq\phi_g$
L x T	$(q-1)(p-1)$	Q_2	Q_2/Q_3	$\sigma_e^2 + u\left(\frac{p}{p-1}\right)\sigma_{gl}^2$
Resíduo médio	$q(u-1)(p-1)$	Q_3		σ_e^2

Para a realização da análise conjunta de variância, procedeu-se ao teste de homocedasticidade dos quadrados médios dos resíduos de cada um dos locais. Aceitou-se que, quando a razão entre o maior e o menor quadrado médio residuais (efetivos) fosse menor ou igual a sete, eles seriam considerados como homogêneos, como preconizado por Gomes (1987).

3.1.2 Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)

Os dados utilizados nesse trabalho referem-se ao rendimento de grãos (kg/ha) corrigidos para 13% de umidade, obtidos do Ensaio Regional de Competição de Cultivares e Linhagens de Feijão do grupo Carioca no Estado do Paraná, em duas épocas de plantio (águas e secas). Os experimentos foram supervisionados pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), situado em Londrina-PR. Uma nova variedade para ser recomendada, nesse Estado, necessita passar por três anos em testes, um correspondendo ao ensaio intermediário e dois aos ensaios finais. Os

ensaios intermediários foram compostos por cultivares e linhagens, daqui para a frente denominados apenas de genótipos, oriundos de ensaios preliminares de instituições que desenvolvem programas de melhoramento genético de feijão, os quais são testados por um ano. Já os ensaios finais testam os genótipos selecionados nos ensaios intermediários. Os melhores genótipos dos ensaios finais, permanecem por mais um ano em teste, no mesmo ensaio, para, então, serem recomendados ou não como novos cultivares.

Os tratos culturais, como adubação, controle de ervas daninhas, insetos e doenças, foram efetuados seguindo as recomendações para a cultura nesse estado.

Os nomes dos genótipos, bem como dos locais onde esses materiais foram instalados são mostrados nas Tabelas 5 e 6.

3.1.2.1 Análise estatística

Para esses ensaios foi empregado o delineamento de blocos completos ao acaso com quatro repetições. O número de genótipos variou conforme o tipo de ensaio. Deste modo, no ano/safra 1994/95, ensaio intermediário, foram avaliados 10 genótipos em cinco locais. Nos dois anos/safras seguintes, 1995/96 e 1996/97, que identificam os ensaios finais, avaliaram-se 12 e 20 genótipos em 18 e 14 locais, respectivamente. As parcelas, de um modo geral, foram compostas por quatro linhas de 5,0m de comprimento, com 0,5m de espaçamento entre linhas, contendo em torno de 14 plantas por metro linear.

Os dados de rendimento de grãos foram submetidos à análise de variância para cada um dos locais, considerando o modelo estatístico abaixo, cujo esquema da análise de variância é mostrado na Tabela 7.

$$Y_{ik} = m + g_i + b_k + e_{ik}$$

em que:

Y_{ik} : é o valor observado na parcela experimental que recebeu o genótipo i ,
no bloco k ;

m : é o efeito fixo da média geral do experimento;

g_i : é o efeito fixo do genótipo i ;

b_k : é o efeito aleatório do bloco k ;

e_{ik} : é o efeito aleatório do erro experimental associado à observação Y_{ik} ,
sendo $e_{ik} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

Tabela 5. Nome dos locais em que os experimentos do Ensaio Regional de Competição de Cultivares e Linhagens de Feijão foram conduzidos no Estado do Paraná nos três anos/safras.

LOCAIS	ENSAIO INTERMEDIÁRIO 1994/95	ENSAIO FINAL 1995/96	ENSAIO FINAL 1996/97
1	Iarati/A	Arapoti/A	Arapoti/S
2	Lapa/A	Arapoti/S	Arapoti/A
3	Pato Branco/A	Campo Mourão/A	Campo Mourão/A
4	Pato Branco/S	Cândido de Abreu/S	Carambei/S
5	Ponta Grossa/S	Cândido de Abreu/A	Lapa/S
6		Carambei/A	Lapa/A
7		Curitiba/A	Londrina/A
8		Irati/A	Maringá/A
9		Ivaiporã/A	Pato Branco/S
10		Ivaiporã/S	Pato Branco/A
11		Lapa/A	Ponta Grossa/S
12		Londrina/A	Ponta Grossa – FT/S
13		Maringá/A	São João do Ivaí/A
14		Pato Branco/A	Wenceslau Braz/A
15		Pato Branco/S	Wenceslau Braz/S
16		Ponta Grossa/S	
17		Três Barras/A	
18		Wenceslau Braz/A	
19		Wenceslau Braz/S	

OBS: A: Safra das águas;
S: Safra das secas.

Tabela 6. Identificação dos genótipos de feijão conduzidos no Ensaio Regional de Competição de Cultivares e Linhagens de Feijão do Estado do Paraná nos três anos/safras.

GENÓTIPOS	1994/95	1995/96	1996/97
1	Carioca (T)	Carioca* (T)	Carioca* (T)
2	IAPAR 14 (T)	IAPAR 14* (T)	IAPAR 14* (T)
3	IAPAR 31 (T)	IAPAR 31* (T)	IAPAR 31* (T)
4	LP 93-2	A 285	Apore* (T)
5	LP 93-15	Aporé*	LP 91-22*
6	LP 93-16	Pérola*	LP 91-23*
7	LP 93-38	LP 91-1	LP 91 (22+23)
8	LP 93-54	LP 91-22*	LP 93
9	LP 93-56	LP 91-23*	LP [SPI] 93-17
10	LP 93-81	LP 93-2	LP 93-23
11		LP 93-56*	LP 93-56*
12		LP 93-81*	LP 93-81*
13			LP 94-1
14			LP 94-29
15			Carioca E. M.
16			IAC AKYTA
17			IAC PYATA
18			IAC Arua
19			Pérola*
20			FT-Bonito

T: testemunhas;

LP: linhagens promissoras;

* Genótipos (cultivares e linhagens) comuns nos dois anos/safras

Tabela 7. Esquema da análise de variância para cada local e ano/safra dos ensaios de feijão.

FV	GL	QM	F	E(QM)
Blocos	u-1	Q ₁		$\sigma_e^2 + p\sigma_b^2$
Genótipos	p-1	Q ₂	Q ₂ /Q ₃	$\sigma_e^2 + u\phi_g$
Resíduo	(u-1)(p-1)	Q ₃		σ_e^2

Concluídas as análises de variância em cada um dos locais, realizou-se a análise conjunta de variância desses locais dentro dos anos/safras, obedecendo o modelo estatístico abaixo, cujo esquema da análise de variância é mostrado na Tabela 8.

$$Y_{ijk} = m + g_i + l_j + b_{k(j)} + (gl)_{ij} + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} : é a produção do genótipo i no bloco k, no local j;

m: é o efeito fixo da média geral do experimento;

g_i : é o efeito fixo do genótipo i;

l_j : é o efeito aleatório do local j;

$(gl)_{ij}$: é o efeito aleatório da interação do genótipo i com o local j;

$b_{k(j)}$: é o efeito aleatório do bloco k dentro do local j;

e_{ijk} : é o efeito aleatório do erro médio associado à observação Y_{ijk} .

Semelhantemente à cultura do milho, foi aceito para a realização da análise conjunta uma relação inferior ou igual a sete entre o maior e o menor quadrados médios residuais (Gomes, 1987).

Em função dos anos/safras 1995/96 e 1996/97 apresentarem nove genótipos comuns, uma nova análise conjunta de variância foi realizada entre esses anos, o que permitiu avaliar a magnitude das interações dos tipos genótipos x locais (GxL), genótipos x anos (GxA) e genótipos x locais x anos (GxLxA), com a finalidade de verificar a grandeza

da contribuição relativa de locais e anos para a interação com os genótipos.

Tabela 8. Esquema da análise conjunta de variância dos locais dentro de cada ano/safra em feijão.

FV	GL	QM	F	E(QM)
Blocos/Locais	$q(u-1)$	Q_1		$\sigma_E^2 + p\sigma_{B/L}^2$
Locais (L)	$q-1$	Q_2	Q_2/Q_1	$\sigma_e^2 + p\sigma_{b/l}^2 + up\sigma_l^2$
Genótipo (G)	$p-1$	Q_3	Q_3/Q_4	$\sigma_e^2 + u\left(\frac{p}{p-1}\right)\sigma_{gl}^2 + uq\phi_g$
L x G	$(q-1)(p-1)$	Q_4	Q_4/Q_5	$\sigma_e^2 + u\left(\frac{p}{p-1}\right)\sigma_{gl}^2$
Erro médio	$q(u-1)(p-1)$	Q_5		σ_e^2

Pelo teste "F" é possível constatar se anos e locais podem ser considerados como ambientes diferentes para a caracterização da estabilidade fenotípica (macroambientes). Salienta-se também, que para essa análise, foram considerados 19 locais para o ano/safra 1995/96 e 15 para o ano/safra 1996/97, totalizando 34 ambientes, sendo que desses, 12 eram comuns e, foram assim, empregados no cálculo da interação do tipo anos x locais.

O modelo estatístico para essa análise é dado a seguir, e o seu esquema é apresentado na Tabela 9.

$$Y_{ijtd} = m + g_i + l_j + a_t + (gl)_{ij} + (ga)_{it} + (la)_{jt} + (gla)_{ijt} + b_{d(jt)} + e_{ijtd}$$

em que:

Y_{ijtd} : é a observação do genótipo i, no local j, no ano t e na repetição d;

m: é o efeito fixo da média geral;

g_i : é o efeito fixo do genótipo i;

l_j : é o efeito aleatório do local j;

a_t : é o efeito aleatório do ano t;

$(gl)_{ij}$: é o efeito aleatório da interação do genótipo i com o local j;

$(ga)_{it}$: é o efeito aleatório da interação do genótipo i com o ano t;

$(la)_{jt}$: é o efeito aleatório da interação do local j com o ano t;

$(gla)_{ijt}$: é o efeito aleatório da interação do genótipo i, com o local j e com o ano t;

$b_{d(jt)}$: é o efeito aleatório da repetição d dentro do local j e do ano t;

e_{ijtd} : é o efeito aleatório do erro experimental médio associado à observação Y_{ijtd} .

Tabela 9. Esquema da análise conjunta de variância considerando os genótipos de feijoeiro nas repetições, nos locais e nos anos/safras.

FV	GL	QM	E(QM)
Blocos/Locais/Anos	$mq(u-1)$	Q_1	$\sigma_e^2 + p\sigma_{b/l/a}^2$
Genótipos (G)	$p-1$	Q_5	$\sigma_e^2 + \left(\frac{p}{p-1}\right)u\sigma_{gla}^2 + \left(\frac{p}{p-1}\right)uq\sigma_{ga}^2 + \left(\frac{p}{p-1}\right)um\sigma_{gl}^2 + uqmp\sigma_g^2$
Ambientes (E)	$E-1$		
Locais (L)	$q-1$	Q_2	$\sigma_e^2 + p\sigma_{b/l/a}^2 + up\sigma_{la}^2 + ump\sigma_l^2$
Anos (A)	$m-1$	Q_3	$\sigma_e^2 + p\sigma_{b/l/a}^2 + up\sigma_{la}^2 + uqp\sigma_a^2$
LxA	$(q-1)(m-1)$	Q_4	$\sigma_e^2 + p\sigma_{b/l/a}^2 + up\sigma_{la}^2$
G x E	$(p-1)(E-1)$		
GxL	$(p-1)(q-1)$	Q_6	$\sigma_e^2 + \left(\frac{p}{p-1}\right)u\sigma_{gla}^2 + \left(\frac{p}{p-1}\right)um\sigma_{gl}^2$
GxA	$(p-1)(m-1)$	Q_7	$\sigma_e^2 + \left(\frac{p}{p-1}\right)u\sigma_{gla}^2 + \left(\frac{p}{p-1}\right)uq\sigma_{ga}^2$
GxLxA	$(p-1)(m-1)(q-1)$	Q_8	$\sigma_e^2 + \left(\frac{p}{p-1}\right)u\sigma_{gla}^2$
Resíduo Médio	$mq(u-1)(p-1)$	Q_9	σ_e^2
Total	$pqmu-1$		

O teste “F” para verificação da significância dessas fontes de variação é dado por:

$$F_{B/L/A} = Q_1/Q_9; F_L = Q_2/Q_4; F_A = Q_3/Q_4; F_{LA} = Q_4/Q_1;$$

$$F_G = (Q_5+Q_8)/(Q_6+Q_7); F_{GL} = Q_6/Q_8; F_{GA} = Q_7/Q_8; F_{GLA} = Q_8/Q_9.$$

3.1.3 Cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.)

Foi analisado nessa cultura, o caráter tonelada de “pol” por hectare ou produtividade de açúcar (TPH), estimado para a média de cinco cortes, por ser considerado o de maior importância na seleção de variedades de cana e também, de maior interesse econômico. Esse caráter é obtido através do produto de dois outros quais sejam, a produtividade de colmo (TCH) e o teor de açúcar (PCC), dividido por cem. A estimativa da produtividade de açúcar para a média de cinco cortes (TPH5) é fornecida com detalhes por Raizer (1998).

Os ensaios analisados corresponderam à última fase de experimentação do Programa de Melhoramento da Copersucar. Esses ensaios, também denominados de “Ensaio de Caracterização”, são referentes aos anos de plantio, tendo-se, deste modo, os Ensaio de Caracterização 92, 93 e 94, correspondentes ao plantio dos anos de 1992, 1993 e 1994, respectivamente.

O número de genótipos (clones) e locais variaram entre os ensaios. Em 1992, avaliaram-se 25 genótipos em 14 locais. Já em 1993 e 1994, 20 foram avaliados em 16 e 13 locais, respectivamente. O nome dos locais e dos genótipos, daqui para frente denominado apenas de variedades, encontram-se nas Tabelas 10 e 11.

Por ocasião da escolha das áreas experimentais, as operações de preparo do solo, calagem, adubação e plantio foram realizadas de acordo com a recomendação e tipo de solo da área. Os tratamentos culturais de cana-planta e cana-soca foram executados de acordo com o usual em cada usina. Foram obtidos e analisados os dados de colheita do primeiro e segundo corte (cana-planta e cana-soca). Na cana-planta (corte 1), as variedades foram colhidas aproximadamente aos 16 meses de idade, e no

ano seguinte, aos 13 meses para a cana-soca (corte 2). Estes critérios foram seguidos em todos os locais, nos três grupos de ensaios.

3.1.3.1 Análise estatística

Os ensaios foram instalados empregando-se o delineamento de blocos completos ao acaso com quatro repetições. Nesses ensaios, foram utilizadas parcelas contendo cinco sulcos de largura por dez metros de comprimento, com carregadores de dois metros separando as parcelas. Os ensaios apresentavam espaçamento entre linhas de 1,10 a 1,50 metros, com área da parcela variando de 66 a 90 m², respectivamente. Maiores informações sobre a genealogia das variedades, avaliação dos caracteres e mais detalhes sobre a condução dos experimentos são fornecidos por Raizer (1998).

Inicialmente, procedeu-se à análise individual de cada um dos locais de cada Ensaio de Caracterização. Em seguida, realizou-se a análise conjunta dos locais dentro de cada Ensaio de Caracterização. O modelo estatístico adotado para as análises individuais e conjuntas foi semelhante ao apresentado para a cultura do feijoeiro. Do mesmo modo, consideraram-se os efeitos de variedades como fixos e de locais aleatórios, bem como, a relação aceitável entre os quadrados médios dos erros das análises individuais, menor ou igual a sete para a realização da análise conjunta.

Tabela 10. Usinas e municípios em que os Ensaios de Caracterização de Cana-de-açúcar foram conduzidos.

ENSAIO CARACTERIZAÇÃO 92			ENSAIO CARACTERIZAÇÃO 93			ENSAIO CARACTERIZAÇÃO 94		
USINA	MUNICÍPIO		USINA	MUNICÍPIO		USINA	MUNICÍPIO	
1 Barra Grande	Lençóis Paulista		Barra Grande	Lençóis Paulista		Barra Grande	Lençóis Paulista	
2 Bela Vista	Pontal		Catanduva	Ariranha		Catanduva	Ariranha	
3 Cresciumal	Leme		Cresciumal	Leme		Cresciumal	Leme	
4 Iracema	Iracemápolis		Da Pedra	Serrana		Diamante	Jaú	
5 Santa Adélia	Jaboticabal		Santa Adélia	Jaboticabal		Santa Adélia	Jaboticabal	
6 Quatá	Quatá		Santa Luiza	Araraquara		Santa Luiza	Araraquara	
7 Santa Maria	Cerquillo		Santa Maria	Cerquillo		Santa Maria	Cerquillo	
8 Santa T. Sá	Espírito Sto Pinhal		São Carlos	Jaboticabal		São João	Araras	
9 São João	Araras		São Francisco AB	Sertãozinho		São Luiz AA	Pirassununga	
10 São Luiz Aa	Pirassununga		São João	Araras		São Luiz SA	Ourinhos	
11 São Luiz As	Ourinhos		São José da Estiva	Novo Horizonte		São Manoel	São Manoel	
12 São Manoel	São Manoel		São José ZI	Macatuba		São Martinho	Pradópolis	
13 São Martinho	Pradópolis		São Luiz AA	Pirassununga		Zanin	Araraquara	
14 Zanin	Araraquara		São Manoel	São Manoel				
15			São Martinho	Pradópolis				
16			Zanin	Araraquara				

Tabela 11. Nomes das variedades de cana-de-açúcar avaliadas nos diferentes Ensaio de Caracterização.

	ENSAIO CARACTERIZAÇÃO 92	ENSAIO CARACTERIZAÇÃO 93	ENSAIO CARACTERIZAÇÃO 94
1	RB72454 (P)	RB72454 (P)	RB72454 (P)
2	RB765418 (P)	RB785148 (P)	SP70-1143 (P)
3	SP70-1143 (P)	SP70-1143 (P)	SP78-4792
4	SP71-1406 (P)	SP71-6163 (P)	SP79-1011 (P)
5	SP71-6163 (P)	SP72-5713	SP79-2312 (P)
6	SP79-1011 (P)	SP77-3024	SP80-0085
7	SP79-2312 (P)	SP77-3331	SP80-0144
8	SP79-2345	SP79-1011 (P)	SP80-0180
9	SP80-0147	SP79-2312 (P)	SP80-3280
10	SP80-0185	SP79-6191	SP80-3390
11	SP80-1816	SP80-1079	SP80-3862
12	SP81-0274	SP80-1468	SP80-4439
13	SP81-1763	SP80-1519	SP80-4445
14	SP81-1949	SP80-1607	SP80-4966
15	SP81-2590	SP80-3480	SP81-1776
16	SP82-1432	SP81-1747	SP82-1724
17	SP82-2048	SP81-4883	SP82-3530
18	SP82-2077	SP81-5193	SP82-4055
19	SP82-3421	SP81-5259	SP82-6108
20	SP82-4010	SP82-3721	SP83-1483
21	SP82-6034		
22	SP83-1006		
23	SP83-1624		
24	SP83-5073		
25	SP83-5145		

P: variedades-padrão.

3.2 Estimação dos parâmetros de estabilidade do modelo de regressão não-linear proposto por Toler (1990) e o enquadramento dos genótipos nos cinco grupos

Para obtenção das estimativas dos parâmetros α_i , β_{1i} , β_{2i} e μ_j , foi utilizado o software desenvolvido por Ferreira & Zambalde (1997). Este programa, faz o uso da técnica de quadrados mínimos não-lineares, através de processos iterativos, empregando-se para a estimação desses parâmetros, o método de Gauss-Newton modificado (Gallant, 1987).

No processo iterativo, as primeiras estimativas a serem empregadas são as do índice ambiental obtidas pela expressão proposta por Eberhart & Russell (1966) e que equivalem, no caso, a $\hat{\mu}_j$. Esse processo termina, quando estimativas sucessivas da soma dos quadrados

dos desvios (SQD) são minimizados, o que implica na sua convergência para valores de magnitude mínima, de tal modo que eles não se modificam mais dentro de um padrão lógico de precisão.

Esse programa apresenta os modelos não-lineares propostos por Digby (1979), que considera somente um coeficiente de regressão (β_i), e o modelo bissegmentado com dois coeficientes de regressão (β_{1i} e β_{2i}) desenvolvido por Toler (1990). Se a hipótese testada $H(\beta_1 = \beta_2)$ for não rejeitada, isso permitirá indicar o enquadramento dos genótipos nos grupos B, C ou D. Caso contrário, indicará a existência de dois coeficientes de regressão distintos e os genótipos poderão ser enquadrados nos grupos A ou E, conforme as significâncias de suas estimativas para esses parâmetros.

Para ambos os modelos, Ferreira & Zambalde (1997) propuseram que as hipóteses fossem testadas pelo teste “t” de Student. Para o enquadramento dos genótipos nos distintos grupos, foi necessário seguir o seguinte procedimento:

- a) primeiramente, através das estimativas dos parâmetros β_{1i} e β_{2i} , geradas pelo modelo bissegmentado não-linear, foi verificada a hipótese $H(\beta_1 = \beta_2)$;
- b) se esta hipótese fosse rejeitada indicar-se-ia que essas estimativas são estatisticamente diferentes entre si; desta forma, os genótipos podem ser enquadrados nos grupos A ou E, conforme o outro teste de hipótese que é feito para averiguar se elas são iguais a unidade: $H(\beta_1 = 1)$ e $H(\beta_2 = 1)$;
- c) caso a hipótese $H(\beta_1 = \beta_2)$ fosse não rejeitada, assumir-se-ia a existência de um β comum para esses genótipos; nesta condição, a hipótese a ser testada, em seguida, seria dada pelas estimativas dos parâmetros gerados pelo modelo não-linear com um único coeficiente de regressão, no caso $H(\beta = 1)$;
- d) se esta hipótese fosse aceita, os genótipos enquadrar-se-iam no grupo C, caso contrário, poderiam ser enquadrados nos grupos B ($\beta > 1$) ou D ($\beta < 1$).

Observando esses passos, foi possível enquadrar os genótipos nos seus grupos correspondentes, classificando-os segundo os seus níveis de produtividades em cinco categorias (com intervalos sucessivos, correspondentes a 20% da média geral) o que permite caracterizá-los com base nessas duas propriedades simultaneamente.

Normalmente, nos modelos lineares de estabilidade, o coeficiente de determinação (R^2) é empregado para inferir sobre a estabilidade de um dado genótipo. Nesse estudo, ele será também utilizado com esse propósito. No entanto, como se trata de modelo não-linear, as somas de quadrados são denominadas de somas de quadrados parciais (Gallant, 1987). Para o seu cálculo, foram empregados todos os valores da tabela de dupla entrada, gerando assim, valores diferentes dos encontrados para os modelos lineares. Desta maneira, é errôneo calcular o coeficiente R^2 como normalmente é feito nos modelos lineares. Nesse caso particular, o recomendado é que ele seja calculado através do quadrado do coeficiente de correlação estimado entre os valores observados dos genótipos e os valores estimados pelo modelo não-linear de estabilidade.

3.3 Estimativa da correlação de ordem entre os parâmetros de estabilidade do modelo de regressão não-linear

Para verificar a associação entre as estimativas dos parâmetros β_{1i} e β_{2i} , obteve-se o coeficiente de correlação ordinal de Spearman (Steel & Torrie, 1980), entre os respectivos conjuntos de estimativas para os genótipos avaliados.

Consideraram-se os pares dos valores de $\hat{\beta}_{1i}$ e $\hat{\beta}_{2i}$, mesmo para aqueles materiais genéticos que se enquadraram nos grupos B, C e D. A equação para cálculo desse coeficiente é dada por:

$$r_{s\hat{\beta}_{1i},\hat{\beta}_{2i}} = 1 - \frac{6\sum d_i^2}{n^3 - n}$$

em que:

d_i : é a diferença entre a ordem de classificação do genótipo i , para a estimativa dos parâmetros β_{1i} e β_{2i} ;

n : é o número de valores das estimativas de β_{1i} e β_{2i} .

Para verificação da hipótese $H(r_{\hat{\beta}_{1i}, \hat{\beta}_{2i}} = 0)$, foi aplicado a estatística t , através da expressão abaixo, testando-a com $n-2$ graus de liberdade.

$$t = r_{\hat{\beta}_{1i}, \hat{\beta}_{2i}} \sqrt{\frac{n-2}{1 - (r_{\hat{\beta}_{1i}, \hat{\beta}_{2i}})^2}}$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Considerações iniciais

Para o desenvolvimento dessa pesquisa, cujo objetivo principal é apresentar uma nova metodologia para avaliar a estabilidade fenotípica de cultivares por meio de um modelo de regressão não-linear nos parâmetros, como é apresentado por Toler (1990) e Toler & Burrows (1998), utilizou-se de dados referentes a três espécies: milho, feijão e cana-de-açúcar, cada uma delas representando os sistemas reprodutivos das alógamas, das autógamas e das de propagação vegetativa, respectivamente.

É conveniente mencionar, que os resultados obtidos nessa pesquisa referem-se à estabilidade no sentido geográfico, em outras palavras, entre os vários locais dentro de um mesmo ano agrícola. Assim, a presença significativa da interação do tipo genótipos por ambientes que é a princípio condição necessária para se proceder esse estudo, considera a interação de genótipos com locais dentro de um dado ano agrícola. Isso ocorre dentre outros fatores, devido ao pequeno número de genótipos comuns entre os anos.

Um dos motivos deve-se em parte, à dinâmica dos programas de melhoramento genético, onde a cada ano, novos cultivares são lançados no mercado; outros, devido ao seu baixo desempenho vão deixando de participar dos ensaios de competição, sendo então substituídos. Além disso, na maioria das vezes, os ensaios não são conduzidos com a finalidade de estudar a estabilidade fenotípica, e sim, outros atributos dos materiais genéticos.

Outro entrave é a própria legislação agrária que exige que os materiais genéticos sejam ensaiados no mínimo durante dois anos antes de serem recomendados aos agricultores. Esse comentário se faz interessante principalmente em se tratando de um estudo de estabilidade fenotípica. Segundo Arias (1996), foi constatado entre os anos/safras 1987/88 a 1993/94, que apenas 34% de todos os materiais genéticos foram avaliados por um ano e 54% em dois anos no Estado do Mato Grosso do Sul. Essa alta taxa de substituição dos cultivares afeta os próprios métodos de estabilidade utilizados, que na maioria deles, são baseados em modelos de regressão lineares. Nesses modelos o índice ambiental, que é uma medida da qualidade do ambiente e atua como a variável independente na regressão, vem sendo muito criticado por vários autores pelo fato dele estar associado à variável dependente, no caso, a média dos tratamentos, principalmente, quando o conjunto de materiais avaliados é pequeno, o que de certa forma, também força um comportamento linear desses materiais frente as variações ambientais (Freeman & Perkins, 1971; Lin et al., 1986; Crossa, 1990).

Uma das propostas para atenuar esta crítica seria o emprego de medidas independentes da média dos tratamentos. Dentre os relatos na literatura, pode-se citar a utilização da média das testemunhas. Neste caso, haveria a necessidade de se ter, durante vários anos, alguns materiais padrões para se estimar essa média que irá refletir a qualidade do ambiente. Ferreira et al. (1992), trabalhando com feijão, constataram ser vantajoso o uso da média das testemunhas como medida independente do índice de qualidade ambiental, pois foi possível discernir melhor o comportamento daqueles materiais em estudo. Como inconveniente, comentam sobre a identificação de qual material seria o mais apropriado para ser utilizado como padrão.

Um outro agravante é que as empresas de sementes preferem, muitas vezes, testar os materiais dentro de um mesmo ano, em uma gama elevada de locais, do que em vários anos. Este último caso, permite avaliar a estabilidade temporal, que é a preferível e também a mais importante para os pequenos agricultores (Vencovsky & Torres, 1986;

Fernandes,1988). Por último, pode-se citar a pressa das empresas em lançar novos cultivares no mercado, o que também contribui para a ocorrência de poucos materiais repetidos entre anos.

Já foi relatado que, para se proceder à análise de variância dos dados das três espécies, considerou-se a priori que os efeitos genotípicos seriam assumidos como fixos e os demais efeitos, de anos, locais e a interação entre eles, aleatórios. No caso dos genótipos, apesar de serem muitos e oriundos de várias firmas, o que a princípio poderia dar a idéia de se tratar de efeito aleatório, não o foi, isto por que a recomendação para os agricultores é feita para um conjunto de cultivares mais estáveis para uma dada condição ambiental. Por ser a estabilidade uma medida relativa, ela não permite que os resultados sejam extrapolados para outros grupos de cultivares para aquelas mesmas condições ambientais, sendo por isso, considerado como de efeito fixo. No caso de locais, eles devem representar bem as regiões de plantio e também, de comercialização do produto, não sendo deste modo, escolhidos criteriosamente. Para os efeitos de anos, devido a sua imprevisibilidade, já é assumido tratar-se de efeito aleatório. Com relação às interações, todas são consideradas como sendo de efeito aleatório, mesmo tendo um componente entre elas de efeito fixo (Searle et al., 1992).

4.2 Análises individuais e conjunta da variância

Inicialmente serão abordados os resultados obtidos para o milho nos dois ciclos de desenvolvimento e, posteriormente, para o feijão e para a cana-de-açúcar, respectivamente.

4.2.1 Milho (*Zea mays* L.)

4.2.1.1 Ciclo de desenvolvimento normal

Os Anexos A a C correspondentes aos anos/safras 1992/93 a 1994/95, respectivamente, mostram as médias de cada um dos locais onde

os experimentos foram ensaiados ($\bar{Y}_j$), os seus respectivos CV's, obtidos das análises da variância individuais e as medidas da qualidade ambiental (μ_j) estimadas segundo o modelo de regressão não-linear bissegmentado preconizado por Toler (1990).

Observa-se que as médias dos locais foram bastante diferentes, variando de 3684,68 kg/ha em Campo Alegre (SC) a 8966,67 kg/ha em Sete Lagoas (MG) no ano/safra 1992/93, (Anexo A), mostrando haver uma amplitude de variação ambiental bastante elevada (5281,99 kg/ha), correspondendo aproximadamente a 86% da média geral do ensaio (6125,9 kg/ha). Essa faixa de variação ambiental é um indicativo importante para se proceder ao estudo de estabilidade fenotípica de cultivares, o que é confirmado quando se observa os valores bastante discrepantes de μ_j . Embora os tratos culturais sejam os mesmos, para todos os locais, essa diferença se deve provavelmente às condições edafoclimáticas inerentes de cada local, o que leva a adaptação dos cultivares. Os coeficientes de variação, que medem a precisão dos experimentos, foram em termos médios, baixos, variando de 6,2% a 17,8% para os locais Paulínia (SP) e Campinas (SP), respectivamente, refletindo nos cuidados que foram tomados para a condução desses experimentos. Esses valores encontram-se dentro dos limites aceitáveis na literatura para esse caráter (Hallauer & Miranda Filho, 1987).

No ano/safra 1993/94 (Anexo B), a média geral do ensaio ficou em torno de 5854 kg/ha e a amplitude de variação entre os locais de maior e menor produção ao redor de 4246,44 kg/ha (Cascavel - PR e Ataliba Leonel - SP, respectivamente). Em termos relativos, essa faixa de variação equivale a 72% da média geral indicando, como no caso anterior, condições ideais para se proceder ao estudo de estabilidade. Os μ_j apresentaram magnitudes bastante variadas, confirmando a elevada divergência ambiental onde esses ensaios foram conduzidos. Os CV's estiveram, como no caso anterior, dentro dos limites aceitáveis na literatura.

Os resultados obtidos nos anos/safras 1994/95 (Anexo C), mostram que o experimento conduzido em Cristalina (GO) foi o que

apresentou maior produtividade (8180,04 kg/ha), superando inclusive a média geral do ensaio nesse ano em 2111 kg/ha. Por outro lado, o experimento conduzido em Nova Mutum (MT) apresentou a menor média (2808,46 kg/ha), quantidade esta próxima da diferença relatada acima. O grande número de locais onde esses experimentos foram conduzidos durante esse ano/safra (total de 31), representa uma das principais causas que permitiram essa ampla variação na produtividade, sendo condição indispensável para o estudo da estabilidade fenotípica. O coeficiente de variação foi, em média, de 15%, estando dentro dos limites aceitáveis para a cultura. Os valores estimados de μ_j indicaram, como nos anos anteriores, uma elevada faixa de variação na produtividade dos locais.

Os resultados da análise conjunta de variância é mostrado na Tabela 12. Foram detectadas diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) para todas as fontes de variação: genótipos, locais e interação de genótipos com locais.

A significância para genótipos indicou que eles são formados por grupos geneticamente distintos, mostrando haver uma suficiente disponibilidade de variabilidade, como mostram os Anexos A a C, pois, suas produtividades foram bastante variáveis. Com respeito à significância de locais, em princípio, era de se esperar a sua existência, haja vista a grande diversidade ecológica e edáfica onde esses experimentos foram instalados, como se observa pela elevada amplitude de variação da produtividade dos locais, o que permite inferir que eles são bem contrastantes entre si. A condição primária para se proceder a análise de estabilidade é observar a significância da interação do tipo genótipos com locais, que é um indicativo do comportamento diferenciado dos genótipos frente aos locais. Essa significância sugere, ainda, que as variâncias dos genótipos são diferentes de local para local, permitindo ainda inferir, a existência de genótipos ou grupos de genótipos com adaptação específica para determinados locais e outros com adaptação geral a todos os ambientes. Nesse estudo foi detectado esse fenômeno, indicando que o desempenho relativo que um genótipo apresenta num dado local pode não se repetir nos outros.

Tabela 12. Quadrados médios das análises conjuntas de variância do caráter produtividade média de grãos (kg/ha) para a cultura do milho nos dois ciclos de desenvolvimento, para a cultura do feijão e, também, do caráter produtividade média de açúcar estimada para cinco cortes (TPH5) em cana-de-açúcar nos três grupos de ensaios avaliados.

Espécie	Ciclo	Ano/safr	QM				MÉDIA	CV(%)
			GEN.(G)	LOCAIS (L)	GxL	Erro médio		
Milho	Normal	1992/93	23425454,00** (41)	248545168,00** (22)	1093756,12** (902)	495671,90 (1562)	6125,9	11,5
		1993/94	18317248,00** (41)	317154272,00** (24)	1118020,12** (984)	483834,56 (1619)	5854,5	11,9
		1994/95	43735480,00** (35)	151550720,00** (30)	1080345,87** (1050)	420304,35 (1755)	6069,0	10,7
		1994/95	34739596,00** (48)	253788432,00** (38)	1333178,12** (1824)	434253,30 (3144)	6468,9	10,2
Feijão	Precoce Região Centro	1994/95	10828672,00** (48)	142064608,00** (7)	1435310,25** (336)	643219,78 (678)	7831,0	10,2
		1994/95	316387,77 ^{ns} (9)	14430003,31** (4)	224880,83** (36)	57723,22 (199)	2192,5	11,0
		1995/96	714693,80** (11)	16058533,90** (17)	153091,00** (187)	63148,70 (592)	1937,1	13,0
		1996/97	2101230,10** (19)	29584231,70** (13)	353859,80** (247)	79345,70 (791)	2080,6	13,5
Cana-de-açúcar		1992	94,22** (24)	256,11** (13)	6,67** (312)	0,93 (1008)	14,9	6,5
		1993	124,97** (19)	196,00** (15)	6,20** (285)	0,94 (912)	13,2	7,3
		1994	66,16** (19)	250,24** (12)	3,96** (228)	0,70 (741)	12,7	6,6

** : Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de F;
ns: não significativo;
Os valores entre parênteses indicam o número de graus de liberdade que estão associados a essas respectivas fontes de variação.

Contribuíram para a significância dessas fontes de variação, a alta precisão dos experimentos, a elevada faixa de variação ambiental ($\hat{\mu}_j$) e, também, o grande número de graus de liberdade a elas associados, o que tornam esses resultados bastante consistentes.

4.2.1.2 Ciclo de desenvolvimento precoce ensaiados nas regiões Centro e Sul

As produtividades médias de cada um dos locais ($\bar{Y}_j$), os valores dos CV's obtidos das análises individuais da variância, além das estimativas da qualidade ambiental (μ_j) do ano/safra 1994/95, para o ciclo de desenvolvimento precoce, cultivados nas regiões Centro e Sul, são mostrados nos Anexos D e E, respectivamente.

Observa-se, que para a região Centro, a amplitude de variação foi grande, de 3612,55 kg/h a 9252,93 kg/ha, em Ourinhos (SP) e Cascavel (PR), respectivamente, indicando que esses experimentos foram instalados em condições edáficas e ecológicas bastante divergentes. Ressalta-se que essa amplitude (5640,38 kg/ha) correspondeu a 87% da média geral do ensaio e foi muito superior à média de vários outros locais. Os CV's foram abaixo de 20%, estando dentro dos limites aceitáveis para a cultura, o que refletiu na boa precisão desses experimentos. Os valores estimados de μ_j revelaram uma alta variação na produtividade dos locais, sendo condição ideal para o estudo da estabilidade fenotípica.

A análise conjunta (Tabela 12), mostra que todas as fontes de variação foram significativas ($P < 0,01$), o que pode ser constatado quando se observa também o Anexo D, que ilustra claramente a grande discrepância na produtividade dos materiais para cada um dos locais. A significância da interação de genótipos com locais indicou haver comportamento diferenciado dos genótipos frente às variações edafoclimáticas existentes.

Para a região Sul (Anexo E), a média geral do ensaio foi a mais alta de todas (7831 kg/ha) e também a que apresentou a menor amplitude

de variação (3229,32 kg/ha). Essa pequena faixa, talvez se deva ao pequeno número de locais (total de oito) em que esses experimentos foram instalados, sendo confirmado pelos valores estimados da qualidade do ambiente. Os CV's obtidos das análises individuais de cada um dos locais foram baixos, semelhante aos outros ciclos de desenvolvimento.

A análise conjunta de variância (Tabela 12), para essa região, indicou haver diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) para genótipos, locais e interação entre eles. A interação do tipo GxL significativa sugere, assim, que se procure identificar e selecionar genótipos que consigam capitalizar os ganhos genéticos em locais específicos ou que sejam menos influenciados pelas variações ambientais, podendo ser explorado em vários outros ambientes. Observa-se que, apesar de terem sido considerados poucos locais para a avaliação, foi possível detectar diferenças nas suas produtividades, evidenciando que eles forneceram condições bastante variadas para a avaliação dos genótipos. Sendo assim, ela foi desdobrada para quantificar quais foram os genótipos que interagiram menos nesses locais. A significância de genótipos e locais, para o último ciclo de desenvolvimento abordado, nas duas regiões e a interação do tipo GxL significativa para as mesmas regiões, ocorreram, provavelmente, devido aos baixos valores de CV's encontrados, ao elevado número de graus de liberdade que estão associados a elas e, também, às diferenças edafoclimáticas desses locais.

De uma maneira geral, considerando os dois ciclos de desenvolvimento em todos os anos/safras, verificou-se que a análise individual de variância acusou diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) para os efeitos de genótipos (valores não apresentados). Essa constatação se deve, à boa precisão experimental, ao grande número de graus de liberdade associado a essa fonte de variação e a grande variabilidade existente nesses materiais genéticos, o que permite inferir que esses genótipos apresentaram padrões de resposta diferenciados. De fato, o que foi relatado, foi confirmado através dos resultados obtidos nas análises conjuntas de variância (Tabela 12), que indicou para essas fontes de variação diferenças altamente significativas para os dois ciclos de

desenvolvimento. No entanto, observando novamente a Tabela 12 percebe-se, em termos de quadrado médio, que a magnitude da fonte de variação locais foi bastante superior as demais, sendo ela responsável pela maior parte da variação ocorrida. Pode-se, assim, inferir que os efeitos de locais contribuíram de modo mais acentuado para a variação na produtividade de grãos. Foi possível então, com base nesses resultados, proceder ao estudo mais detalhado dessa interação significativa, através da estabilidade fenotípica de cultivares. É interessante destacar que aqueles locais que apresentaram médias altas, foram os que mostraram, de certa forma, os menores valores de CV's. Esse comentário corrobora com o abordado por Storck & Vencovsky (1992) e Arias (1996). O último autor observou através de correlação entre a média dos experimentos e os seus respectivos CV's, estarem eles associados negativamente, atribuindo a essa associação, a magnitude das médias e não a dos erros, visto esse último ter sido pressupostamente admitido como homogêneo para que se pudesse realizar a análise conjunta de variância.

Com relação às estimativas de μ_j , percebe-se que houve um claro relacionamento entre elas e as médias dos locais, isto é, os locais de médias altas apresentaram as maiores estimativas de μ_j . Já os locais de menores produtividades mostraram normalmente os μ_j menores e negativos. É importante ressaltar que uma das maiores vantagens que esse modelo de regressão não-linear bissegmentado detém é apresentar teste de hipóteses mais rigorosos, como é preconizado por Toler (1990). Na estimação desses parâmetros, utiliza-se de toda a tabela de dupla entrada (linhas e colunas), através de processo iterativo, o que pode justificar o maior vigor dos testes. Considerando ainda, que foram utilizados muitos genótipos e muitos locais, isso só vem reforçar a independência entre esses parâmetros, haja vista que, segundo Storck (1989), a inclusão nas análises de muitos locais e genótipos favorecem a ocorrência de independência entre os parâmetros.

4.2.2 Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)

As médias do caráter peso de grãos do Ensaio Intermediário, os CV's e as estimativas de μ_j , são apresentados no Anexo F. Observa-se que, apesar de os genótipos (cultivares e linhagens, daqui para frente denominados simplesmente de genótipos) terem sido avaliados em poucos locais (total de cinco), foi possível detectar uma elevada diferenciação edafoclimática. Ela foi retratada pelo contraste entre os locais de maior e menor produção, que no caso foi Pato Branco na safra das águas e Ponta Grossa na safra das secas, respectivamente, com 1479 kg/ha aproximadamente, equivalendo a 67% da média geral da produtividade do ensaio. Os coeficientes de variação, foram baixos, variando de 9,2% a 13,9%, nos locais de Pato Branco e Irati, respectivamente, ambos na safra das águas (Anexo F). Esses valores encontram-se dentro dos limites reportados na literatura (Santos, 1980; Pacova et al., 1987; Duarte, 1988; Abreu et al., 1992 e Miranda et al., 1993). Nesse mesmo Anexo, é possível verificar que a amplitude de variação de μ_j , foi praticamente a mesma para as médias dos locais mencionados.

A análise conjunta de variância (Tabela 12) acusou diferenças altamente significativas para locais e interação GxL ($P < 0,01$). Apesar de terem sido poucos os locais, foi possível constatar que eles apresentaram condições edafoclimáticas bem contrastantes. Para a fonte de variação genótipos não se constataram diferenças significativas, o que permite inferir que o seus desempenhos foram bastante semelhantes. Normalmente, a não significância dessa fonte de variação é um indicativo da existência de pouca variabilidade genética disponível para o caráter. Provavelmente, tal fenômeno pode ter ocorrido devido os genótipos terem sido avaliados em poucos locais, de modo que a expressão de seu potencial genético para produtividade não tenha se manifestado totalmente.

Pode-se atribuir a significância dessas fontes de variação, às baixas estimativas dos CV's que revelaram alta precisão na condução dos experimentos. Quanto aos graus de liberdade a elas associados, apesar de não terem sido muitos, favoreceu também a detecção dessas diferenças,

permitindo, assim, que se proceda a análise de estabilidade para identificar e selecionar aqueles genótipos mais estáveis.

O Anexo G retrata a média dos genótipos do ano/safra 1995/96 do Ensaio Final. A magnitude dada pela faixa de variação da média dos locais de menor e de maior produtividade foi de 2132,11 kg/ha, superior inclusive à média geral do ensaio (1937,10 kg/ha). Como já visto, essa amplitude de variação dá condições para se efetuar a seleção de genótipos mais estáveis para esses locais, o que é confirmado pelos valores estimados de μ_j , que apresentaram uma variação comparável à ressaltada anteriormente. Os CV's foram, de um modo geral, baixos, indicando a boa precisão experimental dos ensaios. Variou de 7,3% a 21,8% nos locais Lapa e Campo Mourão, respectivamente, ambos na safra das águas. Observa-se que o alto valor de CV (21,8%) esteve associado à média baixa, sendo provavelmente este o motivo da elevada magnitude desse coeficiente.

A análise conjunta de variância (Tabela 12), indicou haver diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) para todas as fontes de variação. Essa significância permitiu inferir que os locais foram bastante contrastantes entre si e que os genótipos não constituem um conjunto geneticamente homogêneo. A significância da interação do tipo GxL, por sua vez, mostrou a ocorrência de diferenças no padrão de resposta dos genótipos às variações edafoclimáticas dos locais. Os CV's estiveram dentro dos limites encontrados por Santos (1980) e Duarte (1988), refletindo a boa precisão dos experimentos. De fato, alta precisão experimental, aliada ao elevado número de graus de liberdade e a alta divergência ambiental, contribuíram para que fosse possível detectar diferenças significativas para essas fontes de variação.

Os comentários feitos para o ano/safra 1995/96 podem ser usados para o ano/safra seguinte 1996/97, visto que o comportamento médio dos genótipos e dos locais foram bastante semelhantes (Anexo H). Restrições se fazem com relação ao número de locais e genótipos avaliados que foram diferentes, porém, como já frisado, de comportamentos bastante parecidos.

4.2.2.1 Interação de genótipos com locais e com anos

Considerando-se que, entre os anos/safras 1995/96 e 1996/97, havia nove genótipos comuns, realizou-se a análise conjunta de variância entre eles (Tabela 13).

Os resultados médios da produtividade de grãos dos genótipos, os CV's obtidos das análises individuais, bem como, as estimativas da qualidade ambiental (μ_j) estão contidos no Anexo I. Constata-se, que o contraste entre os locais de menor e maior produtividade média foi alto, (2317,03 kg/ha), superior à média geral do ensaio (2018,8 kg/ha), indicando haver assim, uma alta variabilidade edafoclimática entre os locais. Isso é reforçado pela elevada amplitude de variação de μ_j . Os CV's foram bastante variáveis, de 7,7% em Londrina no ano/safra 1995/96 a 36,3% em Lapa no ano/safra de 1996/97, ambos na época das águas. Observa-se que Londrina apresentou também, no ano/safra 1995/96, CV bastante baixo. Já o local Lapa, não foi considerado para efeito de análise no ano/safra 1996/97, provavelmente, pelo fato de seu quadrado médio do erro ter sido bastante elevado.

As informações obtidas por meio dessa análise (Tabela 13), permitem que se conheça qual é a contribuição dos efeitos de locais (L), anos (A) e de locais com anos conjuntamente, para a interação dos genótipos com os ambientes. O efeito de ambientes foi altamente significativo ($P < 0,01$). O seu desdobramento em locais, anos e interação entre eles, mostrou-se não significativo para os dois primeiros. Para os locais e, apesar deles terem sido muitos e terem apresentados uma alta variabilidade na produtividade de grãos, como já constatado, foi possível inferir, na realidade, que apresentaram condições edafoclimáticas semelhantes, não detectando, assim, diferenças significativamente marcantes. Para a fonte de variação anos, essa não significância se deve ao pequeno número de graus de liberdade associados a ela. Já para a interação LxA, foi detectada diferença altamente significativa ($P < 0,01$), indicando que houve alterações nas médias de um ano para outro, incitado pelos locais.

É pertinente destacar os números de graus de liberdade que estão associados a essas fontes de variação. O número de ambientes considerados foi, ao todo, de 34, sendo em dois anos/safras 1995/96 e 1996/97, abrangendo o primeiro 19 locais e o segundo 15 (Anexo I). Chama-se a atenção os relacionados aos efeitos de locais e da interação LxA. Dos 34 ambientes (locais), 12 eram comuns, ou seja, eram repetidos de um ano para outro, sendo obviamente utilizados para estimar o efeito da interação de LxA. Para a fonte de variação locais, foram considerados na análise 22 locais, sendo que dez não eram repetidos através dos anos e os 12 restantes sim.

A fonte de variação da interação do tipo genótipos com ambientes, mostrou-se altamente significativa ($P < 0,01$), bem como o seu desdobramento GxL, GxA e GxLxA (Tabela 13). A significância desse desdobramento evidenciou que o desempenho diferencial dos genótipos foi influenciado pelas variações ambientais previsíveis e/ou imprevisíveis (Allard & Bradshaw, 1964). A interação tripla informa que entre os nove genótipos avaliados, alguns deles apresentaram comportamento distinto em um determinado ano para um dado local. As significâncias das interações GxL e GxA, demonstraram que os genótipos testados apresentaram padrão de resposta diferenciado frente as variações de locais e de anos, respectivamente. Considerando que, em todos os locais, nos dois anos, os tratamentos culturais aplicados foram praticamente os mesmos, infere-se que as dissimilaridades observadas nas médias desses ambientes se deve, principalmente, às variações edafoclimáticas. O coeficiente de variação foi baixo, refletindo uma alta precisão experimental, o que deve ter favorecido a detecção de diferenças significativas nas diversas fontes de variação dessa análise.

O objetivo dessa análise de variância, foi o de verificar se anos e locais poderiam ser considerados como ambientes diferentes. Os resultados obtidos evidenciaram tal fato, de modo que eles representam melhor a diversidade dos fatores ambientais onde os genótipos foram ensaiados. A interação tripla (GxLxA), bem como as duplas (GxL e GxA), foram significativas. Pode-se inferir que a interação do tipo GxA

provavelmente tenha sido a que mais contribuiu para a significância de GxE. Verifica-se que a magnitude da interação do tipo GxA, foi bem maior que as demais em termos de QM. Esse resultado vai contrário aos apresentados por Santos (1980) e Duarte (1988), onde a interação tripla foi a maior responsável pelo comportamento diferenciado dos cultivares ao longo dos anos nos diferentes locais ensaiados. No entanto, nesses trabalhos, as interações do tipo cultivares com locais e cultivares com anos, mostraram-se não significativas, o que permitiu tal conclusão.

Tabela 13. Quadrados médios da análise conjunta de variância dos genótipos no Ensaio Regional Final de Competição de Cultivares e Linhagens de Feijão do Estado do Paraná nos anos/safras 1995/96 e 1996/97.

FV	GL	QM
Blocos/Locais/Anos	102	396843**
Ambientes (E)	33	13954757**
Locais (L)	21	15231328 ^{ns}
Anos (A)	1	1204960 ^{ns}
LxA	11	12676740**
Genótipos (G)	8	2622600**
GxE	264	237488**
GxL	168	267774**
GxA	8	413173*
GxLxA	88	163699**
Resíduo Médio	812	78952
Total	1219	
CV(%)	13,9	
Média	2018,8	

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

De uma maneira geral, foi constatado para os três anos/safras, através das análises individuais, diferenças altamente significativas para os efeitos de genótipos, evidenciando a alta variabilidade genética existente entre os materiais, o que refletiu nas produtividades diferenciadas dentro dos locais. A análise conjunta (Tabela 13) confirmou essa alta variabilidade, devendo-se, em parte, atribuí-la aos baixos valores de CV's estimados; a

elevada divergência ambiental retratada pelos valores de μ_j , que possibilitou que os genótipos manifestassem a sua potencialidade produtiva, além também, do elevado número de graus de liberdade associados a essa fonte de variação (G). Também verifica-se nas Tabelas 12 e 13, como já reportado para o milho, que a fonte de variação de locais foi a que mais contribuiu para a resposta diferenciada da produtividade de grãos.

4.2.3 Cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.)

Os resultados médios ($\bar{Y}_j$) das variedades em cada local para os três grupos de caracterização 92, 93 e 94, as estimativas dos CV's e da qualidade ambiental ($\hat{\mu}_j$), são apresentados nos Anexos J a L. Observa-se que a faixa de variação da produtividade de açúcar variou de 13,00 a 19,18 ton açúcar/ha nos municípios de Quatá e Araraquara, respectivamente, com média geral de 14,9 ton açúcar/ha, no ano de caracterização 92 (Anexo J). Essa amplitude de variação indica que esses locais são bem contrastantes, o que pode ser também verificado pelos valores estimados de μ_j , o que permite inferir que as condições climáticas, edáficas e ecológicas são bem divergentes. A precisão experimental foi bastante alta, como pode ser observado pelos baixos valores de CV's obtidos das análises individuais.

O Anexo K mostra os resultados médios do ano de caracterização 93. A faixa de variação foi de 10,45 a 15,46 ton açúcar/ha entre os municípios de Serrana e São Manoel, respectivamente. Apesar de o ensaio nesse ano ter sido conduzido em mais locais, a faixa de variação foi bastante próxima à encontrada no ano anterior (6,18 ton açúcar/ha e 5,01 ton açúcar/ha, respectivamente). Novamente, a precisão experimental foi bastante alta, refletindo a boa condução e avaliação dos experimentos nesse ano de Caracterização.

Comentários semelhantes a esses podem ser aplicados para os dados do ano de caracterização 94 (Anexo L). A faixa de variação esteve bem próxima dos anos anteriores (6,14 ton açúcar/ha) e os CV's estiveram

em níveis bem baixos (menores de 9%), mostrando que esses experimentos foram bem conduzidos, igualmente à sua avaliação.

A análise conjunta de variância para cada um dos três anos de caracterização, é apresentada na Tabela 12. Todas as fontes de variação, para cada ano, foram altamente significativas ($P < 0,01$). A significância de variedades e também de locais deveu-se entre outros fatores, à boa precisão dos ensaios. As variedades apresentaram padrão de resposta diferenciada, em virtude de as mesmas representarem grupos geneticamente diferentes. Os locais ensaiados, por sua vez, foram bastante contrastantes. A interação do tipo GxL significativa, é um indicativo da existência de variedades que interagem mais ou menos com os locais, ou, em outras palavras, de variedades que apresentem adaptabilidade específica ou geral com os locais.

Em termos gerais, observou-se através das análises individuais que os efeitos de variedades foram altamente significativas para os três anos de caracterização. Essa significância deve ter sido reflexo dos baixos valores de CV's estimados, além de refletir a variabilidade genética entre os materiais ensaiados. Esses materiais são originários de vários tipos de cruzamentos, biparentais e policruzamentos, fazendo com que as famílias geradas (irmãos germanos e meio irmãos, respectivamente) apresentem alta variabilidade. O mencionado foi reforçado pelos resultados obtidos através da análise conjunta (Tabela 12), que mostrou diferenças significativas para todas as fontes de variação. Novamente em termos de quadrado médio, nota-se que os efeitos de locais foi o que mais contribuiu para níveis de produtividade de açúcar diferenciados.

4.3 Análise da estabilidade fenotípica através do modelo de regressão não-linear

4.3.1 Considerações iniciais

A interpretação de β_{1i} e β_{2i} , praticamente é a mesma apresentada por Verma et al. (1978), Silva & Barreto (1985), Cruz et al.

(1989) e Storck (1989). O coeficiente β_{1i} , identifica o padrão de resposta dos materiais genéticos nos ambientes abaixo da média geral de todos os ambientes ($\mu_j \leq 0$), ou, em outras palavras, para aquelas condições ambientais menos tecnificadas, mais hostis. Já, o segundo coeficiente (β_{2i}), representa o padrão de resposta dos materiais genéticos nos ambientes acima da média geral ($\mu_j \geq 0$).

Chama a atenção, que nos modelos lineares bissegmentados, os materiais genéticos que apresentam responsividade acima da média geral dos ambientes, são caracterizados normalmente pelo somatório dos dois coeficientes de regressão, $b_1 + b_2$ e, neste modelo não-linear bissegmentado, essa responsividade nesses ambientes é dada apenas por β_{2i} . Dessa forma, os genótipos de comportamento ideal, segundo Toler (1990), seriam aqueles que apresentassem β_{1i} menor que a unidade e, por sua vez, β_{2i} , maior, indicando que eles suportam bem as condições adversas dos ambientes mas, quando essas condições melhoram, eles conseguem responder a elas satisfatoriamente, incrementando assim, a sua produtividade.

Quando o modelo selecionado for aquele que apresenta um único segmento, a interpretação do β será semelhante a que é dada por Finlay & Wilkinson (1963). Assim, quando ele for próximo da unidade, os materiais irão apresentar padrão de resposta médio sob todos os ambientes, sendo que a adaptabilidade irá depender da média da produtividade; quando ela for maior que a unidade, os genótipos serão especificamente adaptados aos ambientes de alta qualidade, e associados a alta responsividade; por último, quando for menor que um, os genótipos serão adaptados aos ambientes inferiores, e associados a baixa responsividade.

4.3.2 Parâmetros de estabilidade

Serão apresentados os resultados para cada uma das espécies, primeiramente para o milho abrangendo os dois ciclos de

desenvolvimento e, em seguida, para o feijão e por último para a cana-de-açúcar.

4.3.2.1 Milho (*Zea mays* L.)

4.3.2.1.1 Ciclo de desenvolvimento normal

As Tabelas 14 a 16 mostram as estimativas dos parâmetros do modelo não-linear bissegmentado, bem como, suas significâncias pelo teste “t” de Student para os anos/safras 1992/93 a 1994/95, respectivamente.

Observa-se, através dessas tabelas, que a grande maioria dos materiais genéticos apresentaram padrões de resposta não significativos ($P > 0,05$) pelo teste da hipótese $H(\beta_1 = \beta_2)$, indicando que eles não mostraram diferenças entre os ambientes favoráveis e desfavoráveis e, portanto, poderão se enquadrar nos grupos B, C ou D, conforme a magnitude dos $\hat{\beta}$ comuns, dado agora pelo teste da hipótese $H(\beta_i = 1)$.

Já os materiais que apresentaram padrões de resposta significativamente diferentes ($P < 0,05$), nas duas faixas de ambientes, ao contrário do anterior, poderão enquadrar-se no grupo A (padrão de resposta convexo) ou E (padrão de resposta côncavo), conforme as magnitudes dos valores estimados de $\hat{\beta}_{1i}$ e $\hat{\beta}_{2i}$.

As Tabelas 17 a 19, apresentam as estimativas dos parâmetros do modelo $\hat{\alpha}_i$, $\hat{\beta}_{1i}$, $\hat{\beta}_{2i}$ e $\hat{\beta}$ comum, além dos grupos onde esses materiais se enquadraram e das suas estimativas de R^2 que informam sobre a previsibilidade para os anos/safras 1992/93 a 1994/95, respectivamente. Nota-se, de uma maneira geral, que foi possível enquadrá-los em todos os cinco grupos. Toler (1990) discute que, para haver o enquadramento dos materiais genéticos nos distintos grupos, é preciso observar quatro requisitos: a existência de alta diversidade ambiental, no caso para propiciar aos materiais condições ideais para que eles possam expressar o seu máximo potencial genético produtivo; a alta precisão experimental, retratada pelos baixos valores dos CV's; da real

Tabela 14. Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter peso de grãos (kg/ha). Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Normal no ano/safra 1992/93.

Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta_1=\beta_2$)	Pr> t	Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta=1$)	Pr> t
$\beta_2-\beta_1(1)$	-0,13	0,2057	-0,642	0,520	$\beta(1)$	1,04	0,0609	0,752	0,452
$\beta_2-\beta_1(2)$	0,20	0,2058	1,021	0,307	$\beta(2)$	0,91	0,0609	-1,475	0,140
$\beta_2-\beta_1(3)$	0,38	0,2058	1,864	0,062	$\beta(3)$	1,00	0,0609	0,094	0,924
$\beta_2-\beta_1(4)$	-0,25	0,2057	-1,220	0,222	$\beta(4)$	0,99	0,0609	-0,089	0,929
$\beta_2-\beta_1(5)$	-0,30	0,2058	-1,512	0,130	$\beta(5)$	0,84	0,0609	-2,561	0,010
$\beta_2-\beta_1(6)$	0,53	0,2059	2,570	0,010	$\beta(6)$	1,07	0,0609	1,218	0,223
$\beta_2-\beta_1(7)$	0,31	0,2058	1,500	0,133	$\beta(7)$	0,96	0,0609	-0,594	0,552
$\beta_2-\beta_1(8)$	-0,32	0,2058	-1,543	0,122	$\beta(8)$	0,97	0,0609	-0,421	0,673
$\beta_2-\beta_1(9)$	0,16	0,2058	0,772	0,440	$\beta(9)$	0,92	0,0609	-1,229	0,219
$\beta_2-\beta_1(10)$	-0,32	0,2058	-1,528	0,126	$\beta(10)$	0,99	0,0609	-0,208	0,834
$\beta_2-\beta_1(11)$	-0,40	0,2058	-1,929	0,053	$\beta(11)$	0,94	0,0609	-0,989	0,322
$\beta_2-\beta_1(12)$	0,37	0,2058	1,831	0,067	$\beta(12)$	1,06	0,0609	0,962	0,335
$\beta_2-\beta_1(13)$	-0,06	0,2057	-0,323	0,746	$\beta(13)$	0,87	0,0609	-2,044	0,041
$\beta_2-\beta_1(14)$	-0,10	0,2057	-0,492	0,622	$\beta(14)$	1,08	0,0609	1,343	0,179
$\beta_2-\beta_1(15)$	0,05	0,2058	0,282	0,777	$\beta(15)$	1,15	0,0609	2,449	0,014
$\beta_2-\beta_1(16)$	0,08	0,2057	0,376	0,706	$\beta(16)$	1,08	0,0609	1,419	0,155
$\beta_2-\beta_1(17)$	-0,23	0,2057	-1,111	0,266	$\beta(17)$	1,02	0,0609	0,310	0,756
$\beta_2-\beta_1(18)$	-0,10	0,2057	-0,533	0,593	$\beta(18)$	0,95	0,0609	-0,813	0,415
$\beta_2-\beta_1(19)$	-0,17	0,2057	-0,817	0,413	$\beta(19)$	1,01	0,0609	0,233	0,815
$\beta_2-\beta_1(20)$	0,22	0,2057	1,063	0,287	$\beta(20)$	0,99	0,0609	-0,123	0,901
$\beta_2-\beta_1(21)$	0,28	0,2058	1,354	0,175	$\beta(21)$	0,99	0,0609	-0,176	0,860
$\beta_2-\beta_1(22)$	0,04	0,2057	0,198	0,842	$\beta(22)$	1,12	0,0609	1,997	0,046
$\beta_2-\beta_1(23)$	0,03	0,2058	0,148	0,882	$\beta(23)$	1,15	0,0609	2,510	0,012
$\beta_2-\beta_1(24)$	-0,39	0,2058	-1,884	0,059	$\beta(24)$	1,03	0,0609	0,561	0,574
$\beta_2-\beta_1(25)$	0,18	0,2057	0,840	0,400	$\beta(25)$	1,05	0,0609	0,882	0,377
$\beta_2-\beta_1(26)$	0,58	0,2059	2,832	0,004	$\beta(26)$	1,07	0,0609	1,229	0,218
$\beta_2-\beta_1(27)$	0,32	0,2058	1,550	0,121	$\beta(27)$	0,99	0,0609	-0,144	0,884
$\beta_2-\beta_1(28)$	0,47	0,2059	2,248	0,024	$\beta(28)$	0,95	0,0609	-0,799	0,423
$\beta_2-\beta_1(29)$	-0,10	0,2059	-0,504	0,613	$\beta(29)$	0,73	0,0610	-4,459	0,000
$\beta_2-\beta_1(30)$	0,20	0,2058	0,985	0,324	$\beta(30)$	1,17	0,0609	2,742	0,006
$\beta_2-\beta_1(31)$	-0,45	0,2059	-2,193	0,028	$\beta(31)$	1,12	0,0609	2,055	0,040
$\beta_2-\beta_1(32)$	-0,11	0,2057	-0,554	0,579	$\beta(32)$	1,05	0,0609	0,815	0,414
$\beta_2-\beta_1(33)$	-0,21	0,2057	-1,025	0,305	$\beta(33)$	0,98	0,0609	-0,391	0,695
$\beta_2-\beta_1(34)$	-0,29	0,2058	-1,404	0,160	$\beta(34)$	0,99	0,0609	-0,202	0,839
$\beta_2-\beta_1(35)$	-0,36	0,2058	-1,769	0,076	$\beta(35)$	0,86	0,0609	-2,156	0,031
$\beta_2-\beta_1(36)$	-0,15	0,2058	-0,755	0,449	$\beta(36)$	0,85	0,0609	-2,467	0,013
$\beta_2-\beta_1(37)$	-0,15	0,2057	-0,733	0,463	$\beta(37)$	0,95	0,0609	-0,827	0,407
$\beta_2-\beta_1(38)$	0,79	0,2061	3,822	0,000	$\beta(38)$	1,03	0,0609	0,573	0,566
$\beta_2-\beta_1(39)$	-0,34	0,2059	-1,606	0,108	$\beta(39)$	1,16	0,0609	2,696	0,007
$\beta_2-\beta_1(40)$	-0,47	0,2058	-2,282	0,022	$\beta(40)$	0,92	0,0609	-1,210	0,226
$\beta_2-\beta_1(41)$	-0,11	0,2057	-0,509	0,610	$\beta(41)$	0,94	0,0609	-0,937	0,348
$\beta_2-\beta_1(42)$	0,33	0,2058	1,611	0,107	$\beta(42)$	0,97	0,0609	-0,524	0,599

* Erro Padrão da estimativa dos parâmetros $\beta_2-\beta_1$ e β .

Tabela 15. Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter peso de grãos (kg/ha). Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Normal no ano/safra 1993/94.

Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta_1=\beta_2$)	Pr> t	Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta=1$)	Pr> t
$\beta_2-\beta_1(1)$	0,48	0,2056	2,349	0,018	$\beta(1)$	0,89	0,0510	-2,011	0,044
$\beta_2-\beta_1(2)$	0,45	0,2055	2,194	0,028	$\beta(2)$	1,03	0,0510	0,773	0,439
$\beta_2-\beta_1(3)$	0,15	0,2054	0,755	0,450	$\beta(3)$	1,00	0,0510	0,143	0,885
$\beta_2-\beta_1(4)$	0,24	0,2054	1,168	0,242	$\beta(4)$	1,03	0,0510	0,653	0,513
$\beta_2-\beta_1(5)$	-0,67	0,2057	-3,257	0,001	$\beta(5)$	0,95	0,0510	-0,863	0,387
$\beta_2-\beta_1(6)$	-0,12	0,2054	-0,581	0,560	$\beta(6)$	1,09	0,0510	1,867	0,061
$\beta_2-\beta_1(7)$	0,25	0,2054	1,198	0,231	$\beta(7)$	1,00	0,0510	-0,035	0,972
$\beta_2-\beta_1(8)$	0,23	0,2054	1,142	0,253	$\beta(8)$	1,05	0,0510	0,939	0,347
$\beta_2-\beta_1(9)$	-0,32	0,2055	-1,523	0,127	$\beta(9)$	1,13	0,0510	2,495	0,012
$\beta_2-\beta_1(10)$	0,13	0,2054	0,611	0,541	$\beta(10)$	1,10	0,0510	1,938	0,052
$\beta_2-\beta_1(11)$	-0,17	0,2054	-0,810	0,417	$\beta(11)$	0,95	0,0510	-1,051	0,293
$\beta_2-\beta_1(12)$	0,06	0,2055	0,292	0,769	$\beta(12)$	0,87	0,0510	-2,586	0,009
$\beta_2-\beta_1(13)$	0,30	0,2055	1,464	0,143	$\beta(13)$	1,08	0,0510	1,680	0,093
$\beta_2-\beta_1(14)$	-0,39	0,2055	-1,920	0,055	$\beta(14)$	1,11	0,0510	2,270	0,023
$\beta_2-\beta_1(15)$	0,22	0,2055	1,047	0,295	$\beta(15)$	1,12	0,0510	2,414	0,015
$\beta_2-\beta_1(16)$	-0,11	0,2054	-0,515	0,606	$\beta(16)$	0,89	0,0510	-2,125	0,033
$\beta_2-\beta_1(17)$	-0,20	0,2055	-0,957	0,338	$\beta(17)$	0,88	0,0510	-2,233	0,025
$\beta_2-\beta_1(18)$	-0,19	0,2054	-0,905	0,365	$\beta(18)$	0,99	0,0510	-0,264	0,791
$\beta_2-\beta_1(19)$	0,20	0,2054	0,976	0,328	$\beta(19)$	1,07	0,0510	1,427	0,153
$\beta_2-\beta_1(20)$	-0,14	0,2054	-0,672	0,501	$\beta(20)$	1,07	0,0510	1,330	0,183
$\beta_2-\beta_1(21)$	0,04	0,2054	0,211	0,832	$\beta(21)$	0,88	0,0510	-2,413	0,015
$\beta_2-\beta_1(22)$	0,08	0,2055	0,397	0,691	$\beta(22)$	1,21	0,0510	4,226	0,000
$\beta_2-\beta_1(23)$	0,19	0,2055	0,907	0,364	$\beta(23)$	0,81	0,0510	-3,735	0,000
$\beta_2-\beta_1(24)$	0,40	0,2055	1,949	0,051	$\beta(24)$	0,90	0,0510	-1,904	0,057
$\beta_2-\beta_1(25)$	0,03	0,2055	0,180	0,856	$\beta(25)$	0,79	0,0510	-4,123	0,000
$\beta_2-\beta_1(26)$	0,67	0,2058	3,239	0,001	$\beta(26)$	0,84	0,0510	-3,055	0,002
$\beta_2-\beta_1(27)$	-0,41	0,2056	-2,020	0,043	$\beta(27)$	1,11	0,0510	2,276	0,022
$\beta_2-\beta_1(28)$	0,12	0,2054	0,578	0,562	$\beta(28)$	1,11	0,0510	2,208	0,027
$\beta_2-\beta_1(29)$	0,28	0,2055	1,370	0,170	$\beta(29)$	1,00	0,0510	0,072	0,942
$\beta_2-\beta_1(30)$	-0,36	0,2055	-1,732	0,083	$\beta(30)$	0,99	0,0510	-0,158	0,873
$\beta_2-\beta_1(31)$	-0,18	0,2054	-0,829	0,406	$\beta(31)$	0,90	0,0510	-1,866	0,062
$\beta_2-\beta_1(32)$	-0,16	0,2055	-0,805	0,420	$\beta(32)$	1,18	0,0510	3,579	0,000
$\beta_2-\beta_1(33)$	-0,38	0,2055	-1,876	0,060	$\beta(33)$	0,96	0,0510	-0,766	0,443
$\beta_2-\beta_1(34)$	-0,79	0,2059	-3,845	0,000	$\beta(34)$	1,14	0,0510	2,766	0,005
$\beta_2-\beta_1(35)$	-0,32	0,2055	-1,525	0,127	$\beta(35)$	0,94	0,0510	-1,168	0,242
$\beta_2-\beta_1(36)$	0,13	0,2054	0,601	0,547	$\beta(36)$	0,96	0,0510	-0,841	0,399
$\beta_2-\beta_1(37)$	0,98	0,2062	4,769	0,000	$\beta(37)$	0,79	0,0510	-3,985	0,000
$\beta_2-\beta_1(38)$	0,04	0,2054	0,224	0,822	$\beta(38)$	0,93	0,0510	-1,268	0,204
$\beta_2-\beta_1(39)$	-0,06	0,2054	-0,315	0,752	$\beta(39)$	0,97	0,0510	-0,551	0,581
$\beta_2-\beta_1(40)$	-0,62	0,2057	-3,059	0,002	$\beta(40)$	1,16	0,0510	3,288	0,001
$\beta_2-\beta_1(41)$	0,02	0,2054	0,107	0,914	$\beta(41)$	1,04	0,0510	0,742	0,458
$\beta_2-\beta_1(42)$	-0,12	0,2054	-0,587	0,556	$\beta(42)$	0,99	0,0510	-0,084	0,932

* Erro Padrão da estimativa dos parâmetros $\beta_2-\beta_1$ e β .

Tabela 16. Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter peso de grãos (kg/ha). Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Normal no ano/safra de 1994/95.

Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta_1=\beta_2$)	Pr> t	Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta=1$)	Pr> t
$\beta_2-\beta_1(1)$	0,10	0,1776	0,540	0,589	$\beta(1)$	1,05	0,0568	0,881	0,378
$\beta_2-\beta_1(2)$	0,12	0,1776	0,683	0,494	$\beta(2)$	0,99	0,0568	-0,189	0,849
$\beta_2-\beta_1(3)$	-0,23	0,1778	-1,307	0,191	$\beta(3)$	0,84	0,0569	-2,802	0,005
$\beta_2-\beta_1(4)$	-0,40	0,1777	-2,249	0,024	$\beta(4)$	1,07	0,0569	1,256	0,209
$\beta_2-\beta_1(5)$	-0,02	0,1777	-0,096	0,923	$\beta(5)$	1,21	0,0569	3,752	0,000
$\beta_2-\beta_1(6)$	-0,32	0,1777	-1,826	0,067	$\beta(6)$	1,09	0,0569	1,647	0,099
$\beta_2-\beta_1(7)$	-0,07	0,1777	-0,386	0,698	$\beta(7)$	1,11	0,0569	1,962	0,049
$\beta_2-\beta_1(8)$	-0,26	0,1779	-1,437	0,150	$\beta(8)$	0,73	0,0569	-4,768	0,000
$\beta_2-\beta_1(9)$	0,13	0,1778	0,733	0,463	$\beta(9)$	0,72	0,0569	-4,864	0,000
$\beta_2-\beta_1(10)$	0,18	0,1777	0,982	0,325	$\beta(10)$	0,97	0,0568	-0,593	0,552
$\beta_2-\beta_1(11)$	-0,23	0,1779	-1,250	0,211	$\beta(11)$	0,72	0,0569	-4,877	0,000
$\beta_2-\beta_1(12)$	-0,69	0,1779	-3,909	0,000	$\beta(12)$	1,01	0,0568	0,204	0,838
$\beta_2-\beta_1(13)$	0,18	0,1777	1,003	0,315	$\beta(13)$	0,91	0,0569	-1,578	0,114
$\beta_2-\beta_1(14)$	-0,35	0,1778	-1,978	0,047	$\beta(14)$	1,21	0,0569	3,706	0,000
$\beta_2-\beta_1(15)$	0,31	0,1782	1,731	0,083	$\beta(15)$	1,43	0,0570	7,513	0,000
$\beta_2-\beta_1(16)$	0,39	0,1777	2,192	0,028	$\beta(16)$	1,04	0,0568	0,822	0,411
$\beta_2-\beta_1(17)$	-0,22	0,1777	-1,213	0,225	$\beta(17)$	1,04	0,0568	0,653	0,513
$\beta_2-\beta_1(18)$	-0,17	0,1777	-1,001	0,316	$\beta(18)$	0,97	0,0568	-0,466	0,640
$\beta_2-\beta_1(19)$	0,28	0,1780	1,562	0,118	$\beta(19)$	1,30	0,0569	5,279	0,000
$\beta_2-\beta_1(20)$	0,03	0,1777	0,140	0,888	$\beta(20)$	0,91	0,0569	-1,553	0,120
$\beta_2-\beta_1(21)$	0,27	0,1777	1,543	0,122	$\beta(21)$	1,07	0,0569	1,341	0,179
$\beta_2-\beta_1(22)$	0,05	0,1776	0,269	0,787	$\beta(22)$	0,95	0,0568	-0,816	0,414
$\beta_2-\beta_1(23)$	0,45	0,1778	2,526	0,011	$\beta(23)$	0,89	0,0569	-1,891	0,058
$\beta_2-\beta_1(24)$	0,07	0,1777	0,440	0,659	$\beta(24)$	0,82	0,0569	-3,163	0,001
$\beta_2-\beta_1(25)$	-0,21	0,1777	-1,201	0,229	$\beta(25)$	0,99	0,0568	-0,182	0,855
$\beta_2-\beta_1(26)$	0,27	0,1782	1,551	0,120	$\beta(26)$	1,41	0,0570	7,279	0,000
$\beta_2-\beta_1(27)$	0,25	0,1777	1,432	0,152	$\beta(27)$	0,97	0,0568	-0,560	0,573
$\beta_2-\beta_1(28)$	0,47	0,1780	2,680	0,007	$\beta(28)$	1,21	0,0569	3,745	0,001
$\beta_2-\beta_1(29)$	0,07	0,1777	0,401	0,688	$\beta(29)$	0,86	0,0569	-2,399	0,165
$\beta_2-\beta_1(30)$	-0,14	0,1777	-0,818	0,413	$\beta(30)$	0,94	0,0568	-0,969	0,332
$\beta_2-\beta_1(31)$	0,00	0,1777	0,052	0,958	$\beta(31)$	0,90	0,0569	-1,796	0,725
$\beta_2-\beta_1(32)$	-0,09	0,1776	-0,524	0,600	$\beta(32)$	1,05	0,0568	0,907	0,364
$\beta_2-\beta_1(33)$	-0,28	0,1777	-1,577	0,114	$\beta(33)$	1,03	0,0568	0,564	0,572
$\beta_2-\beta_1(34)$	-0,32	0,1781	-1,846	0,065	$\beta(34)$	0,64	0,0570	-6,251	0,000
$\beta_2-\beta_1(35)$	0,28	0,1777	1,619	0,105	$\beta(35)$	0,98	0,0568	-0,279	0,780
$\beta_2-\beta_1(36)$	0,09	0,1777	0,534	0,593	$\beta(36)$	0,91	0,0569	-1,535	0,124

* Erro Padrão da estimativa dos parâmetros $\beta_2-\beta_1$ e β .

diversidade entre os padrões de respostas presentes nos genótipos testados (β_{1i} e β_{2i}) e, do nível de significância adotado no teste. Quanto a este último, foi adotado para essa pesquisa, valor "t" ao nível de 5% de

probabilidade e, obviamente, o enquadramento dos genótipos é alterado quando se passa de um nível para outro. Sendo assim, ele não será discutido.

Observando a Tabela 17, constata-se, de uma maneira geral, que os valores estimados de $\hat{\beta}_{1i}$ e $\hat{\beta}_{2i}$ apresentaram magnitudes diferentes, mesmo para aqueles materiais que mostraram através da hipótese $H(\beta_{1i} = \beta_{2i})$ serem não significativos, aceitando-se nesse caso, um $\hat{\beta}$ comum. A significância dessa hipótese se deveu, provavelmente, às baixas estimativas dos erros a eles associados (Tabela 14), além, do elevado número de locais ensaiados, o que contribuiu para essa divergência.

Pode-se inferir, assim, que esse ensaio proporcionou condições bastante satisfatórias para a manifestação do máximo potencial genético produtivo desses materiais. Observa-se também que os R^2 estiveram acima de 70%, sugerindo que o comportamento foi previsível, o que pode ser melhor entendido como um indicativo de uma menor oscilação de suas produtividades frente aos vários locais.

Os materiais que apresentaram padrão de resposta duplamente desejável (resposta convexa - grupo A), por mostrarem-se estáveis nos ambientes de baixa qualidade e responsivos nos de melhor qualidade (Grupo A), foram o AG-603 (6), o X-9251 (38), o IR-30 (26), o IAC-PHOENYX A (28). Já os que apresentaram ao contrário desses, padrão de resposta duplamente indesejável (resposta côncava – grupo E), foram o IAC-791151 (31) e o C-137 (40). É interessante mencionar alguns aspectos que estão envolvidos nesses grupos. Observa-se que, dos quatro materiais que se enquadraram no grupo A, dois apresentaram produtividade média ($\bar{Y}_i$) inferior à média geral do ensaio (6125,9kg/ha) localizando-se entre os 40% menos produtivos e, os do grupo E, a mesma tendência, um acima e outro abaixo da média geral do ensaio. De um modo geral, as médias dos integrantes dos grupos bissegmentados foram no geral, menores do que a média daqueles dos grupos unisegmentados, principalmente do B e C. Percebe-se também, que os R^2 de ambos os grupos A e E, foram inferiores aos dos demais grupos, mesmo estando eles acima de 80% e, dentro desses dois, os do E foram os maiores.

Tabela 17. Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de grãos (kg/ha) obtidas do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Normal no ano/safra 1992/93.

CULTIVAR	$\bar{Y}_i$	$\hat{\alpha}_i$	$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\beta}_{2i}$	β COMUM	GRUPO	R ²
39	7171,9	7171,9	1,34	1,00	1,16	B	76,0
14	7121,0	7121,0	1,13	1,03	1,08	C	86,2
30	7094,7	7094,7	1,06	1,26	1,17	B	88,7
19	6994,2	6994,2	1,10	0,93	1,01	C	85,2
21	6760,3	6760,3	0,84	1,12	0,99	C	89,5
22	6718,7	6718,7	1,10	1,14	1,12	B	91,5
15	6661,6	6661,6	1,12	1,17	1,15	B	91,3
23	6625,7	6625,7	1,13	1,16	1,15	B	90,6
6	6597,1	6305,2	0,79	1,32	-	A	85,2
32	6473,5	6473,5	1,11	1,00	1,05	C	76,4
38	6448,3	6013,7	0,61	1,40	-	A	81,8
31	6440,6	6689,8	1,37	0,92	-	E	85,2
16	6436,4	6436,4	1,04	1,12	1,08	C	86,4
33	6426,4	6426,4	1,09	0,88	0,98	C	86,2
17	6391,7	6391,7	1,14	0,91	1,02	C	89,6
29	6358,7	6358,7	0,78	0,68	0,73	D	66,6
20	6295,7	6295,7	0,87	1,09	0,99	C	88,6
10	6283,3	6283,3	1,16	0,84	0,99	C	90,4
9	6256,2	6256,2	0,84	1,00	0,92	C	85,2
25	6237,1	6237,1	0,96	1,14	1,05	C	87,9
7	6223,0	6223,0	0,80	1,11	0,96	C	83,1
11	6201,5	6201,5	1,15	0,75	0,94	C	90,3
8	6177,3	6177,3	1,14	0,82	0,97	C	85,3
4	6160,9	6160,9	1,13	0,88	0,99	C	88,3
3	6129,8	6129,8	0,80	1,18	1,00	C	74,6
24	6120,5	6120,5	1,24	0,85	1,03	C	89,2
40	6102,7	6361,9	1,18	0,71	-	E	82,9
1	5963,5	5963,5	1,11	0,98	1,04	C	92,1
41	5933,1	5933,1	1,00	0,89	0,94	C	90,2
34	5875,2	5875,2	1,14	0,85	0,99	C	94,5
18	5867,9	5867,9	1,00	0,90	0,95	C	85,7
12	5851,3	5851,3	0,86	1,23	1,06	C	91,8
37	5842,2	5842,2	1,03	0,88	0,95	C	91,4
26	5514,2	5192,4	0,76	1,34	-	A	81,3
5	5443,2	5443,2	1,00	0,70	0,84	D	88,7
13	5397,7	5397,7	0,90	0,84	0,87	D	86,8
36	5220,6	5220,6	0,93	0,78	0,85	D	74,2
42	5181,7	5181,7	0,79	1,12	0,97	C	82,6
2	5154,0	5154,0	0,80	1,00	0,91	C	86,8
27	5089,2	5089,2	0,82	1,14	0,99	C	89,6
35	5054,3	5054,3	1,06	0,70	0,86	D	77,6
28	4989,4	4734,1	0,70	1,17	-	A	88,1

Outro aspecto a ressaltar, diz respeito às médias estimadas ($\hat{\alpha}_i$) dos genótipos dos grupos A e E, não corresponderem na realidade, com as suas médias originais ($\bar{Y}_i$), o mesmo não ocorrendo com aqueles dos grupos B, C e D (Tabela 17). Verifica-se que, para aqueles materiais enquadrados no grupo E, houve uma superestimativa do seu valor em

relação às médias observadas e, os do grupo A, uma subestimativa, chegando essa diferença a 259 kg/ha aproximadamente a mais para o C-137 (40) enquadrado no grupo E. No entanto, essa diferença deve-se ao processo utilizado para sua estimação. Pela equação 4, nota-se que tal diferença pode ser atribuída à divergência entre as estimativas dos padrões de resposta ($\hat{\beta}_{1i}$ e $\hat{\beta}_{2i}$) e, também, ao somatório da estimativa da qualidade ambiental ($\hat{\mu}_j$) que, neste caso, é sempre negativo, por tratar-se somente dos ambientes inferiores. Sendo assim, quando $\hat{\beta}_{1i}$ for maior que $\hat{\beta}_{2i}$, os materiais genéticos se enquadrarão no grupo E. Caso contrário, no grupo A. Um meio de aproximar a média estimada da observada para esses grupos, seria testar os materiais num grande número de ambientes, pois, deste modo, os valores de $\sum \hat{Z}_j \hat{\mu}_j$ se tornariam muito pequenos e, qualquer que fosse o valor da diferença entre os padrões de resposta, eles seriam minimizados e $\hat{\alpha}_i$ tenderia a $\bar{Y}_i$. Percebe-se então que, para seleção de materiais, o recomendável seria não basear-se nas produtividades médias estimadas pelo modelo ($\hat{\alpha}_i$). Isso é reforçado, quando se observa que o ajuste do modelo aos dados (R^2) para os integrantes dos grupos bissegmentados, não foram, no geral, tão elevados assim.

Para esse ano/safra (1992/93) em que a grande maioria dos materiais enquadraram-se nos grupos que podem predizer o seu comportamento por um único segmento de reta (B, C e D), os mais frequentes foram os do grupo C. De um maneira geral, eles apresentaram as maiores médias, aqui representadas pelos materiais C-211 (39) com 7171,9 kg/ha, AG-951 (14) com 7121,0 kg/ha e o AG-9210 (30) com 7094,7 kg/ha enquadrados nos grupos B, C e B, respectivamente. Os materiais que apresentaram comportamento mais previsível (maior R^2) foram os do grupo C, como por exemplo MF 6001 (34) com 94,5%, AG 351 (1) com 92,1% e o MF 6002 (12) com 91,8%, porém todos eles associados aos 40% menos produtivos.

Normalmente, nos modelos lineares de estabilidade, já foi detectado existir uma associação alta e positiva entre a média dos genótipos e o seu coeficiente de regressão (b) (Duarte, 1988; Fernandes,

1988; Farias, 1995; Arias, 1996). Nesse modelo não-linear, foi constatado, como já mencionado, que os materiais do grupo B, caracterizados por apresentarem $\beta > 1$, estavam também sempre associados às médias altas. Já os do grupo D, que se caracterizam por apresentarem $\beta < 1$, mostraram na maioria dos casos, médias baixas.

Esse fenômeno pode ser facilmente percebido quando se observa a Tabela 17. Nota-se que ela foi dividida em cinco partes para uma melhor visualização dos dados (20% cada, aproximadamente). Vê-se claramente que, os materiais mais produtivos enquadraram-se nos grupos onde os seus desempenhos nos vários ambientes são facilmente explicados por uma única linha de regressão. Assim, destaca-se o C-211 (39) com $\beta = 1,16$ que, como já visto, apresentou a maior produtividade média de grãos, embora o seu R^2 tenha sido um dos menores.

Os materiais do grupo A são aqueles caracterizados por suportarem os ambientes abaixo da média geral, mas, à medida que essas condições melhoram eles vão respondendo a elas com o incremento na produtividade, sendo considerados como de comportamento duplamente desejável (Toler, 1990). No entanto, verifica-se que esses materiais, apesar de apresentarem esse comportamento favorável, estão associados normalmente a produtividades não muito elevadas, como foi o caso do IR-30 (26) e do IAC PHOENYX A (28), este último, o de menor produtividade de todos (4734,11 kg/ha).

Por outro lado, os materiais enquadrados no grupo E, que se caracterizam por serem bastante responsivos aos ambientes que empregam baixa tecnologia e passam a responder menos em produtividade quando começam a explorar os ambientes superiores, mais tecnificados, expõem algumas vantagens em relação aos do grupo A. Dentre elas menciona-se que, na maioria das vezes, eles localizaram-se em patamares mais elevados de produtividades, não tendo sido encontrados entre os 20% menos produtivos, embora tenham recebido a denominação de padrão de resposta duplamente indesejável (Toler, 1990). No caso dos modelos lineares bissegmentados, esse tipo de comportamento já havia sido detectado. Os materiais que apresentaram o comportamento convexo, também mostraram tendência de baixas produtividades e os que se

assemelham aos do grupo E, médias altas (Riede & Barreto, 1985; Raizer, 1998).

Essa definição, dada por Toler (1990), no entanto, merece questionamento se pensar a nível de pequenos agricultores. Observando os materiais AG-603 e ICI-791151 representantes dos grupos A e E, respectivamente, percebe-se que, para o AG-603 expressar o seu máximo potencial genético de produtividade, ele exige um nível maior de investimento para melhorar a qualidade ambiental pois, nos ambientes inferiores, ele apresenta baixa responsividade, ao contrário do que ocorre quando algum nível de tecnologia é aplicado. Por outro lado, o ICI-791151, consegue atingir o seu máximo potencial genético de produtividade em condições ambientais menos tecnificadas, com níveis menores de investimentos. De fato, comparando esses dois materiais e considerando o mencionado acima, é conveniente observar não somente o tipo de padrão de resposta que os materiais apresentam, mas também, as suas produtividades e para quais tipos de agricultores eles melhor se enquadrarão, pois, não é interessante aos pequenos agricultores utilizarem materiais responsivos somente em ambientes de alta qualidade. Comentário semelhante foi apresentado por Peixoto et al. (1985) em cana-de-açúcar.

Nessa situação, a definição de que os genótipos de comportamento ideal seriam preferencialmente aqueles enquadrados no grupo A, não é muito apropriada. Deste modo, os materiais do grupo E seriam então os mais aconselháveis para os pequenos agricultores e vice-versa para os do grupo A.

Essa conceituação abordada por Toler (1990), com relação aos genótipos enquadrados no grupo A, foi baseada em termos de padrão de resposta, isso porque eles apresentam potencial de incrementar a sua produtividade e também por não demonstrarem sinais de estarem atingindo um platô dentro da gama de ambientes ensaiados, ou, em outras palavras, não alcançarem ainda os seus "limites fisiológicos". A princípio, esse platô deve ser elevado e situa em ambientes de qualidade ainda mais favoráveis do que o detectado nessa pesquisa. Já os do grupo E, por sua vez, mesmo que sejam os mais adequados para os pequenos agricultores que investem

pouco ou quase nada em recursos tecnológicos nas suas lavouras, mostram estar próximos de um platô em ambientes não muito superiores.

Uma visão bastante elucidativa com relação ao mencionado acima, com respeito ao tipo de comportamento dos materiais nos distintos grupos, ocorre quando se supõem que eles, de um modo geral, comportam-se conforme a curva proposta por Gompertz (Storck, 1989), cuja sua propriedade é de representar adequadamente os fenômenos biológicos, nessa situação em pauta, o incremento da produtividade com a melhoria da qualidade ambiental. Visualiza-se assim, na Figura 2, que os materiais do grupo A apresentam tendências de localizarem-se na fase inicial dessa curva (segmento A-C) mostrando potencialidade para aumentarem as suas produtividades com a melhoria da qualidade ambiental. Os do grupo E, por sua vez, situam-se numa parte mais avançada (segmento C-E), mostrando uma certa estabilização em suas produtividades. Já os dos grupos unissegmentados, acham-se na parte intermediária dessa curva de crescimento (segmento B-D).

Figura 2 - Curva de Gompertz, relacionando produtividade de grãos com qualidade ambiental.

Observando a Figura 3, é possível visualizar o comportamento de cinco materiais genéticos representando os distintos grupos. Observa-se que, o AG-603 como já salientado, parte de um patamar de produtividade

alto (acima de 400 kg/ha) nos ambientes desfavoráveis alcançando nesses mesmos ambientes produtividade acima da média geral. O ICI 791151 por sua vez, apresenta baixa produtividade nos ambientes inferiores, conseguindo superar também a média geral do ensaio nessa mesma condição ambiental. Porém, nos melhores ambientes, o seu incremento é menor mas mesmo assim, destaca-se entre um dos mais produtivos como já salientado.

Figura 3 - Comportamento dos materiais de milho do Ciclo Normal enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), no ano/safra 1992/93.

Continuando a observar a figura supra mencionada, observa-se que o C-211 (grupo B) já sai dos ambientes inferiores com uma das maiores médias desse conjunto de materiais e, no final, alcança a maior produtividade de todos. Comportamento semelhante foi o do grupo C (AG-951). Com baixa produtividade ficou o do grupo D (IAC-PHOENIX X), que partiu de baixo patamar de produtividade nos ambientes desfavoráveis e o manteve nos favoráveis.

A Tabela 18 contém informações do ano/safra 1993/94. O material genético C-141 (2) enquadrado no grupo A, como se observa, contempla a definição dada por Toler (1990) de genótipo de comportamento ideal, pois, além de associar padrão de resposta duplamente favorável, apresentou a maior produtividade e uma alta previsibilidade. Dentro do

grupo E, destacam-se o C-166 (34) entre os 40% mais produtivos e de comportamento altamente previsível ($R^2=96,8\%$). Comparando os grupos A e E, não foi encontrado nenhum do E entre os 20% menos produtivos, fato que não ocorreu com o do A. Esse mesmo fenômeno já havia sido constatado no ano/safra anterior, mostrando a tendência de se ter mais materiais do grupo A entre os de menores produtividades. A provável explicação para esses resultados, deve ser como já comentado, dada com base na Figura 2, onde é possível perceber que o segmento A-C se localiza num patamar inferior ao do segmento C-E. O ideal seria encontrar materiais de comportamento convexo em patamares mais elevados de produtividade. Isso foi constatado apenas com o C-141; no entanto, esse fenômeno é raro como já se constatou. Os representantes dos grupos B, C e D, que mostram comportamento linear, destacaram-se por apresentar as maiores médias e, também, serem altamente previsíveis o que é refletido pelos valores elevados de R^2 . Porém, o material que associou menor produtividade (4382,8 kg/ha) com uma das menores previsibilidades (77,7%) desse conjunto de materiais genéticos foi o EXP. F-IV (23), enquadrado no grupo D.

Numa visão geral da Tabela 18, verifica-se uma amplitude de variação da produtividade dos materiais bastante significativa (de 4382,8 kg/ha até 5726,3 kg/ha) bem como, os valores das estimativas dos padrões de resposta ($\hat{\beta}_{1i}$ e $\hat{\beta}_{2i}$) e dos R^2 . Associado ao reportado acima, tem-se uma faixa bem ampla de produtividade ambiental, retratada pelos valores estimados de μ_j , que nesse ensaio foi de 5369,38 kg/ha (Anexo B). Provavelmente, todos esses resultados tenham contribuído de certa forma, para que ocorresse o enquadramento dos materiais genéticos nos cinco grupos. A Figura 4, mostra graficamente o comportamento dos materiais de cada um dos grupos.

O comportamento apresentado pelos materiais dos cinco grupos ilustrados na Figura 4, são bastante semelhantes aos da Figura 3. O C-141 já parte de um patamar razoável de produtividade nos ambientes inferiores e alcança no final, o maior de todos eles. O C-166 por sua vez, sai de um baixo patamar produtivo nos ambientes inferiores, porém alcança

alto nas mesmas condições ambientais. O EXP-IV mantêm a tendência de baixa produtividade tanto nos ambientes inferiores quanto nos superiores.

Tabela 18. Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de grãos (kg/ha) obtidas do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Normal no ano/safra 1993/94.

CULTIVAR	$\bar{Y}_i$	$\hat{\alpha}_i$	$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\beta}_{2i}$	β COMUM	GRUPO	R ²
2	5726,3	5422,1	0,81	1,26	-	A	90,9
6	6627,4	6627,4	1,20	1,04	1,09	C	86,5
22	6524,4	6524,4	1,17	1,25	1,21	B	92,2
33	6460,5	6460,5	1,20	0,77	0,96	C	89,0
7	6403,3	6403,3	0,90	1,12	1,00	C	91,6
39	6392,4	6392,4	1,00	0,94	0,97	C	88,0
38	6374,9	6374,9	0,91	0,95	0,93	C	86,5
15	6317,8	6317,8	1,00	1,23	1,12	B	93,7
14	6287,1	6287,1	1,31	0,92	1,11	B	87,4
34	6276,7	6276,7	1,54	0,75	-	E	96,8
4	6248,5	6248,5	0,91	1,15	1,03	C	92,0
29	6247,2	6247,2	0,90	1,14	1,00	C	87,2
41	6205,9	6205,9	1,02	1,04	1,04	C	88,9
32	6204,0	6204,0	1,30	1,10	1,18	B	91,0
18	6202,7	6202,7	1,08	0,89	0,99	C	91,6
9	6138,3	6138,3	1,30	0,97	1,13	B	90,6
28	6081,3	6081,3	1,10	1,17	1,11	B	90,5
10	6075,6	6075,6	1,00	1,16	1,10	C	89,8
16	6020,4	6020,4	1,00	0,84	0,89	D	78,9
40	5983,3	6407,8	1,50	0,86	-	E	83,3
5	5982,1	6434,0	1,30	0,62	-	E	93,7
12	5973,9	5973,9	0,80	0,90	0,87	D	90,9
21	5863,6	5863,6	0,90	0,89	0,88	D	87,9
1	5859,2	5533,4	0,70	1,13	-	A	87,5
24	5854,7	5854,7	0,70	1,10	0,90	C	84,3
31	5801,7	5801,7	0,99	0,81	0,90	C	88,3
35	5800,5	5800,5	1,10	0,78	0,94	C	85,4
17	5738,6	5738,6	0,99	0,79	0,88	D	88,4
26	5676,5	5226,9	0,50	1,17	-	A	83,5
27	5597,8	5877,8	1,30	0,91	-	E	85,2
8	5597,1	5597,1	0,93	1,16	1,05	C	93,7
20	5580,9	5580,9	1,14	1,00	1,07	C	91,3
13	5566,4	5566,4	0,93	1,23	1,08	C	91,3
11	5530,9	5530,9	1,00	0,86	0,95	C	89,8
30	5378,5	5378,5	1,17	0,81	0,99	C	93,0
37	5369,8	4706,6	0,30	1,28	-	A	75,2
36	5348,3	5348,3	0,89	1,02	0,96	C	92,4
19	5315,7	5315,7	1,00	1,17	1,07	C	88,2
3	5228,1	5228,1	0,93	1,08	1,00	C	94,9
25	4998,4	4998,4	0,77	0,80	0,79	D	84,7
42	4644,2	4644,2	1,05	0,93	0,99	C	87,3
23	4382,8	4382,8	0,71	0,90	0,81	D	77,7

Figura 4 – Comportamento dos materiais de milho do Ciclo Normal enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), no ano/safra 1993/94.

Os resultados do ano/safra 1994/95 são apresentados na Tabela 19. Como já mencionado anteriormente, aqui também houve enquadramento dos materiais nos cinco grupos. Entre os 20% mais produtivos, encontram-se os dos grupos B, E e C, ao contrário dos do grupo D e A, que exibiram as menores produtividades médias. A amplitude de variação da produtividade média ($\bar{Y}_i$) foi elevada, de 4185,8 kg/ha a 7193,1 kg/ha para os integrantes dos grupos D e B, identificados pelos materiais Rio Dourado-505 (9) e C-333 (26), respectivamente, e ambos mostraram um bom ajuste dos dados ao modelo, indicando serem de comportamento previsíveis (82,2% e 92,2%, respectivamente). O Rio Dourado-505, mesmo apresentando baixas oscilações na sua produtividade diante dos vários locais, está associado a um baixo patamar produtivo, o que não chega a ser muito interessante para os agricultores. A Figura 5, ilustra o comportamento dos materiais em cada um dos grupos.

Tabela 19. Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de grãos (kg/ha) obtidas do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Normal no ano/safra 1994/95.

CULTIVAR	$\bar{Y}_i$	$\hat{\alpha}_i$	$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\beta}_{2i}$	β COMUM	GRUPO	R ²
26	7193,1	7193,1	1,30	1,57	1,41	B	92,2
15	7101,8	7101,8	1,29	1,60	1,43	B	89,6
6	7007,9	7007,9	1,23	0,91	1,09	C	77,1
14	6875,9	7030,2	1,35	1,00	-	E	83,5
19	6859,5	6859,5	1,18	1,46	1,30	B	90,0
4	6838,8	7014,2	1,24	0,84	-	E	84,4
36	6610,6	6610,6	0,87	0,97	0,91	C	72,7
21	6529,3	6529,3	0,96	1,23	1,07	C	82,1
12	6520,8	6825,8	1,30	0,61	-	E	79,3
20	6485,7	6485,7	0,90	0,93	0,91	C	77,2
16	6483,6	6312,7	0,88	1,27	-	A	87,5
33	6480,4	6480,4	1,15	0,87	1,03	C	88,4
5	6409,8	6409,8	1,22	1,20	1,21	B	84,9
35	6390,6	6390,6	0,86	1,14	0,98	C	79,2
30	6350,9	6350,9	1,00	0,86	0,94	C	85,7
28	6282,1	6072,9	1,01	1,49	-	A	91,4
22	6189,9	6189,9	0,93	0,98	0,95	C	88,6
27	6149,4	6149,4	0,86	1,11	0,97	C	85,2
24	6076,0	6076,0	0,79	0,86	0,82	D	71,4
13	6071,3	6071,3	0,83	1,01	0,91	C	78,3
32	6058,7	6058,7	1,09	1,00	1,05	C	90,9
11	6024,3	6024,3	0,82	0,59	0,72	D	74,4
25	5987,7	5987,7	1,08	0,87	0,99	C	93,8
1	5961,1	5961,1	1,00	1,10	1,05	C	84,8
3	5744,8	5744,8	0,94	0,71	0,84	D	73,8
7	5730,6	5730,6	1,14	1,07	1,11	B	79,1
17	5724,4	5724,4	1,13	0,91	1,04	C	78,0
29	5635,7	5635,7	0,83	0,90	0,86	D	74,0
18	5589,9	5589,9	1,04	0,87	0,97	C	84,0
2	5438,2	5438,2	0,94	1,06	0,99	C	83,1
31	5398,2	5398,2	0,89	0,90	0,90	C	86,5
8	5260,5	5260,5	0,84	0,58	0,73	D	70,8
10	5179,9	5179,9	0,89	1,07	0,97	C	81,7
34	5048,8	5048,8	0,78	0,45	0,64	D	59,8
23	4608,8	4411,8	0,70	1,15	-	A	73,8
9	4185,8	4185,8	0,67	0,80	0,72	D	82,2

Figura 5 – Comportamento dos materiais de milho do Ciclo Normal enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), no ano/safra 1994/95.

4.3.2.1.2 Ciclo de desenvolvimento precoce ensaiados nas regiões Centro e Sul

As Tabelas 20 e 21, referentes ao ciclo de desenvolvimento precoce ensaiados nas regiões Centro e Sul do Brasil segundo a divisão geográfica do CNPMS/EMBRAPA, respectivamente, no ano/safra 1994/95, expõem, além das estimativas dos parâmetros de estabilidade do modelo em estudo, a significância do teste “t” para esses parâmetros e suas probabilidades.

Visualiza-se, que a grande maioria dos materiais apresentaram diferenças não significativas ($P > 0,05$) para a hipótese $H(\beta_1 = \beta_2)$, o que permite inferir que os valores estimados desses parâmetros foram estatisticamente iguais, exibindo assim, comportamento unisegmentado diante dos locais ensaiados e, conforme a magnitude do β comum, puderam ser enquadrados em um dos grupos B, C ou D dado pelo teste da hipótese $H(\beta = 1)$. Por outro lado, uma parcela bem menor desses materiais, apresentou diferenças significativas ($P < 0,05$) para a hipótese $H(\beta_1 = \beta_2)$, podendo enquadrar-se nos grupos A ou E.

Tabela 20. Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter peso de grãos (kg/ha). Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Precoce ensaiados na região centro no ano/safra 1994/95.

Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta_1=\beta_2$)	Pr> t	Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta=1$)	Pr> t
$\beta_2-\beta_1(1)$	0,62	0,1701	3,649	0,000	$\beta(1)$	0,94	0,0465	-1,251	0,210
$\beta_2-\beta_1(2)$	-0,15	0,1706	-0,925	0,354	$\beta(2)$	0,93	0,0465	-1,520	0,128
$\beta_2-\beta_1(3)$	-0,13	0,1708	-0,775	0,438	$\beta(3)$	0,86	0,0465	-2,978	0,002
$\beta_2-\beta_1(4)$	0,24	0,1709	1,422	0,155	$\beta(4)$	1,06	0,0465	1,340	0,180
$\beta_2-\beta_1(5)$	0,29	0,1709	1,702	0,088	$\beta(5)$	1,03	0,0464	0,670	0,502
$\beta_2-\beta_1(6)$	-0,32	0,1697	-1,881	0,059	$\beta(6)$	0,95	0,0465	-1,119	0,262
$\beta_2-\beta_1(7)$	-0,14	0,1705	-0,816	0,414	$\beta(7)$	0,96	0,0464	-0,754	0,450
$\beta_2-\beta_1(8)$	0,07	0,1708	0,418	0,675	$\beta(8)$	1,04	0,0465	0,955	0,339
$\beta_2-\beta_1(9)$	-0,14	0,1699	-0,835	0,403	$\beta(9)$	1,16	0,0465	3,450	0,000
$\beta_2-\beta_1(10)$	0,14	0,1705	0,829	0,406	$\beta(10)$	1,19	0,0465	4,165	0,000
$\beta_2-\beta_1(11)$	-0,09	0,1704	-0,554	0,579	$\beta(11)$	1,04	0,0465	0,909	0,363
$\beta_2-\beta_1(12)$	-0,02	0,1705	-0,114	0,908	$\beta(12)$	1,08	0,0465	1,665	0,096
$\beta_2-\beta_1(13)$	-0,39	0,1699	-2,319	0,020	$\beta(13)$	0,77	0,0465	-4,853	0,000
$\beta_2-\beta_1(14)$	0,13	0,1708	0,746	0,455	$\beta(14)$	1,09	0,0465	1,966	0,049
$\beta_2-\beta_1(15)$	-0,17	0,1709	-0,986	0,323	$\beta(15)$	0,80	0,0465	-4,215	0,000
$\beta_2-\beta_1(16)$	-0,05	0,1710	-0,286	0,774	$\beta(16)$	0,88	0,0465	-2,638	0,008
$\beta_2-\beta_1(17)$	-0,25	0,1699	-1,452	0,146	$\beta(17)$	1,02	0,0464	0,365	0,714
$\beta_2-\beta_1(18)$	0,07	0,1711	0,422	0,672	$\beta(18)$	0,95	0,0465	-1,004	0,315
$\beta_2-\beta_1(19)$	-0,44	0,1695	-2,569	0,010	$\beta(19)$	0,79	0,0465	-4,398	0,000
$\beta_2-\beta_1(20)$	-0,00	0,1706	-0,015	0,987	$\beta(20)$	1,07	0,0465	1,587	0,112
$\beta_2-\beta_1(21)$	0,19	0,1708	1,125	0,260	$\beta(21)$	1,10	0,0465	2,254	0,024
$\beta_2-\beta_1(22)$	-0,41	0,1693	-2,392	0,016	$\beta(22)$	0,91	0,0465	-1,777	0,075
$\beta_2-\beta_1(23)$	0,13	0,1705	0,780	0,435	$\beta(23)$	1,19	0,0465	4,153	0,000
$\beta_2-\beta_1(24)$	0,01	0,1704	0,049	0,960	$\beta(24)$	1,13	0,0465	2,888	0,003
$\beta_2-\beta_1(25)$	0,01	0,1701	0,061	0,951	$\beta(25)$	1,25	0,0465	5,288	0,000
$\beta_2-\beta_1(26)$	0,01	0,1708	0,044	0,964	$\beta(26)$	1,00	0,0464	0,139	0,889
$\beta_2-\beta_1(27)$	-0,04	0,1711	-0,218	0,827	$\beta(27)$	0,86	0,0465	-3,016	0,002
$\beta_2-\beta_1(28)$	0,13	0,1714	0,790	0,429	$\beta(28)$	0,82	0,0465	-3,757	0,000
$\beta_2-\beta_1(29)$	-0,11	0,1706	-0,676	0,498	$\beta(29)$	0,96	0,0465	-0,886	0,375
$\beta_2-\beta_1(30)$	-0,11	0,1700	-0,619	0,535	$\beta(30)$	1,17	0,0465	3,738	0,000
$\beta_2-\beta_1(31)$	-0,29	0,1703	-1,726	0,084	$\beta(31)$	0,80	0,0465	-4,219	0,000
$\beta_2-\beta_1(32)$	0,41	0,1705	2,426	0,016	$\beta(32)$	1,11	0,0465	2,550	0,010
$\beta_2-\beta_1(33)$	-0,55	0,1685	-3,263	0,001	$\beta(33)$	0,86	0,0465	-2,943	0,003
$\beta_2-\beta_1(34)$	-0,42	0,1692	-2,472	0,013	$\beta(34)$	0,92	0,0465	-1,537	0,124
$\beta_2-\beta_1(35)$	0,05	0,1710	0,305	0,760	$\beta(35)$	0,97	0,0464	-0,461	0,644
$\beta_2-\beta_1(36)$	0,01	0,1712	0,062	0,950	$\beta(36)$	0,85	0,0465	-3,151	0,001
$\beta_2-\beta_1(37)$	-0,16	0,1698	-0,977	0,328	$\beta(37)$	1,15	0,0465	3,316	0,000
$\beta_2-\beta_1(38)$	0,27	0,1707	1,551	0,120	$\beta(38)$	1,11	0,0465	2,541	0,011
$\beta_2-\beta_1(39)$	0,08	0,1705	0,436	0,662	$\beta(39)$	1,18	0,0465	3,866	0,000
$\beta_2-\beta_1(40)$	0,09	0,1711	0,553	0,579	$\beta(40)$	0,95	0,0465	-1,021	0,306
$\beta_2-\beta_1(41)$	-0,04	0,1712	-0,274	0,783	$\beta(41)$	0,83	0,0465	-3,721	0,000
$\beta_2-\beta_1(42)$	0,05	0,1709	0,290	0,771	$\beta(42)$	1,02	0,0464	0,512	0,608
$\beta_2-\beta_1(43)$	-0,02	0,1711	-0,117	0,906	$\beta(43)$	0,86	0,0465	-2,925	0,003
$\beta_2-\beta_1(44)$	0,21	0,1711	1,233	0,217	$\beta(44)$	0,99	0,0464	-0,226	0,820
$\beta_2-\beta_1(45)$	0,12	0,1707	0,758	0,448	$\beta(45)$	1,13	0,0465	2,850	0,004
$\beta_2-\beta_1(46)$	-0,46	0,1689	-2,724	0,006	$\beta(46)$	0,93	0,0465	-1,375	0,169
$\beta_2-\beta_1(47)$	0,22	0,1713	1,286	0,198	$\beta(47)$	0,86	0,0465	-3,029	0,002
$\beta_2-\beta_1(48)$	0,09	0,1709	0,486	0,626	$\beta(48)$	1,01	0,0464	0,239	0,810
$\beta_2-\beta_1(49)$	0,55	0,1696	3,216	0,001	$\beta(49)$	1,34	0,0465	7,362	0,000

* Erro Padrão da estimativa dos parâmetros $\beta_2-\beta_1$ e β .

Tabela 21. Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter peso de grãos (kg/ha). Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Precoce ensaiados na região sul no ano/safra 1994/95.

Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta_1=\beta_2$)	Pr> t	Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta=1$)	Pr> t
$\beta_2-\beta_1(1)$	-0,76	0,6073	-1,257	0,208	$\beta(1)$	0,82	0,1762	-1,010	0,312
$\beta_2-\beta_1(2)$	0,59	0,6082	0,980	0,327	$\beta(2)$	1,62	0,1769	3,534	0,000
$\beta_2-\beta_1(3)$	-1,18	0,6093	-1,950	0,051	$\beta(3)$	1,08	0,1762	0,462	0,643
$\beta_2-\beta_1(4)$	0,52	0,6073	0,861	0,389	$\beta(4)$	0,82	0,1762	-0,989	0,322
$\beta_2-\beta_1(5)$	-0,41	0,6081	-0,656	0,511	$\beta(5)$	1,40	0,1765	2,260	0,024
$\beta_2-\beta_1(6)$	2,41	0,6168	3,919	0,000	$\beta(6)$	0,97	0,1762	-0,127	0,898
$\beta_2-\beta_1(7)$	-0,96	0,6078	-1,574	0,115	$\beta(7)$	0,81	0,1763	-1,072	0,284
$\beta_2-\beta_1(8)$	0,50	0,6072	0,812	0,416	$\beta(8)$	0,87	0,1762	-0,742	0,457
$\beta_2-\beta_1(9)$	0,59	0,6083	0,972	0,331	$\beta(9)$	0,64	0,1764	-2,034	0,042
$\beta_2-\beta_1(10)$	-0,41	0,6068	-0,666	0,505	$\beta(10)$	1,07	0,1762	0,428	0,668
$\beta_2-\beta_1(11)$	-0,00	0,6085	-0,008	0,993	$\beta(11)$	1,63	0,1769	3,572	0,000
$\beta_2-\beta_1(12)$	0,34	0,6066	0,572	0,567	$\beta(12)$	1,06	0,1762	0,340	0,733
$\beta_2-\beta_1(13)$	1,28	0,6129	2,124	0,034	$\beta(13)$	0,45	0,1767	-3,093	0,002
$\beta_2-\beta_1(14)$	-0,81	0,6074	-1,329	0,184	$\beta(14)$	0,74	0,1763	-1,471	0,141
$\beta_2-\beta_1(15)$	1,31	0,6112	2,156	0,031	$\beta(15)$	0,66	0,1764	-1,904	0,057
$\beta_2-\beta_1(16)$	1,23	0,6090	2,020	0,043	$\beta(16)$	1,03	0,1762	0,181	0,856
$\beta_2-\beta_1(17)$	0,92	0,6090	1,498	0,134	$\beta(17)$	0,74	0,1763	-1,440	0,150
$\beta_2-\beta_1(18)$	-0,13	0,6077	-0,208	0,834	$\beta(18)$	1,46	0,1766	2,613	0,009
$\beta_2-\beta_1(19)$	1,16	0,6092	1,901	0,057	$\beta(19)$	0,91	0,1762	-0,480	0,631
$\beta_2-\beta_1(20)$	-0,12	0,6065	-0,213	0,831	$\beta(20)$	0,91	0,1762	-0,492	0,622
$\beta_2-\beta_1(21)$	-0,72	0,6073	-1,184	0,236	$\beta(21)$	0,65	0,1764	-1,949	0,051
$\beta_2-\beta_1(22)$	0,28	0,6068	0,455	0,649	$\beta(22)$	1,25	0,1763	1,426	0,154
$\beta_2-\beta_1(23)$	-1,00	0,6088	-1,640	0,101	$\beta(23)$	0,32	0,1770	-3,862	0,000
$\beta_2-\beta_1(24)$	-0,28	0,6067	-0,463	0,643	$\beta(24)$	1,07	0,1762	0,426	0,670
$\beta_2-\beta_1(25)$	1,42	0,6094	2,323	0,020	$\beta(25)$	1,25	0,1763	1,449	0,147
$\beta_2-\beta_1(26)$	-0,33	0,6068	-0,533	0,594	$\beta(26)$	0,72	0,1763	-1,560	0,119
$\beta_2-\beta_1(27)$	-0,96	0,6080	-1,572	0,116	$\beta(27)$	1,00	0,1762	0,023	0,981
$\beta_2-\beta_1(28)$	-0,15	0,6066	-0,234	0,814	$\beta(28)$	0,82	0,1762	-1,007	0,314
$\beta_2-\beta_1(29)$	1,63	0,6103	2,668	0,007	$\beta(29)$	1,26	0,1763	1,512	0,130
$\beta_2-\beta_1(30)$	1,24	0,6089	2,028	0,042	$\beta(30)$	1,54	0,1767	3,057	0,002
$\beta_2-\beta_1(31)$	0,36	0,6067	0,599	0,548	$\beta(31)$	0,98	0,1762	-0,116	0,906
$\beta_2-\beta_1(32)$	0,90	0,6076	1,491	0,136	$\beta(32)$	1,35	0,1764	1,978	0,048
$\beta_2-\beta_1(33)$	-0,26	0,6066	-0,438	0,661	$\beta(33)$	1,06	0,1762	0,363	0,716
$\beta_2-\beta_1(34)$	-1,10	0,6081	-1,794	0,073	$\beta(34)$	0,69	0,1764	-1,729	0,084
$\beta_2-\beta_1(35)$	-1,09	0,6087	-1,798	0,072	$\beta(35)$	1,05	0,1762	0,277	0,781
$\beta_2-\beta_1(36)$	-2,42	0,6176	-3,925	0,000	$\beta(36)$	1,11	0,1762	0,657	0,511
$\beta_2-\beta_1(37)$	-0,41	0,6070	-0,676	0,498	$\beta(37)$	0,67	0,1764	-1,847	0,065
$\beta_2-\beta_1(38)$	-0,83	0,6074	-1,354	0,175	$\beta(38)$	0,69	0,1764	-1,742	0,081
$\beta_2-\beta_1(39)$	0,16	0,6065	0,281	0,778	$\beta(39)$	1,14	0,1762	0,787	0,431
$\beta_2-\beta_1(40)$	1,56	0,6102	2,559	0,010	$\beta(40)$	1,14	0,1762	0,841	0,400
$\beta_2-\beta_1(41)$	-0,27	0,6082	-0,428	0,668	$\beta(41)$	1,47	0,1766	2,678	0,007
$\beta_2-\beta_1(42)$	-1,99	0,6138	-3,247	0,001	$\beta(42)$	1,06	0,1762	0,363	0,716
$\beta_2-\beta_1(43)$	1,64	0,6103	2,673	0,007	$\beta(43)$	1,26	0,1763	1,505	0,132
$\beta_2-\beta_1(44)$	-1,60	0,6105	-2,609	0,009	$\beta(44)$	0,89	0,1762	-0,619	0,536
$\beta_2-\beta_1(45)$	0,00	0,6067	0,008	0,993	$\beta(45)$	1,25	0,1763	1,431	0,152
$\beta_2-\beta_1(46)$	-2,01	0,6130	-3,296	0,001	$\beta(46)$	0,86	0,1762	-0,784	0,432
$\beta_2-\beta_1(47)$	-0,82	0,6083	-1,340	0,180	$\beta(47)$	1,20	0,1763	1,117	0,264
$\beta_2-\beta_1(48)$	-0,52	0,6068	-0,862	0,388	$\beta(48)$	0,82	0,1762	-1,002	0,316
$\beta_2-\beta_1(49)$	1,43	0,6124	2,339	0,019	$\beta(49)$	0,60	0,1765	-2,222	0,026

* Erro Padrão da estimativa dos parâmetros $\beta_2-\beta_1$ e β .

Através da Tabela 22, referente a região Centro, nota-se que as produtividades médias de grãos ($\bar{Y}_i$) foram bastante discrepantes, bem como os valores estimados dos parâmetros $\hat{\beta}_{1i}$, $\hat{\beta}_{2i}$ e R^2 . A amplitude do coeficiente R^2 variou de 63,5% do material RD-404 (16) até 92,0% do C-435 (14). Observa-se que o RD-404 foi o segundo menos produtivo (5178,5 kg/ha) e se enquadrou no grupo D, que se caracteriza por ser pouco exigente em qualidade ambiental, explorando eficientemente os ambientes inferiores. Por outro lado, o material genético G-153-C (24) foi o mais produtivo (7609,9 kg/ha), identificando-se por explorar de modo eficaz os ambientes que utilizam altos níveis de tecnologia (grupo B). Aliado a essa média, está um valor de R^2 relativamente alto (83,2%), indicando assim, que as oscilações que esse material genético sofre frente aos vários locais podem ser previsíveis.

Os materiais dos grupos bissegmentado A e E, apresentaram uma inversão na ordem de produtividade em relação aos materiais do ciclo normal, visto anteriormente. Nessa região Centro, 20% dos genótipos menos produtivos, foram enquadrados no grupo E, como foi o caso do RA-100 (13) com 5918,4 kg/ha, do PL-404 (46) com 5842,5 kg/ha e do EX-10129 (22) com 5577,9 kg/ha, todos associados a R^2 altos. Já entre os 20% mais produtivos, destaca-se apenas um material do grupo A, o AGX-5273 (49), com 7070,8 kg/ha, o quinto em produtividade associado a uma boa previsibilidade (86,2%), satisfazendo em parte o conceito de genótipo de comportamento ideal.

Deve-se atribuir a esse enquadramento, os baixos valores de CV's obtidos através das análises individuais de variância e das baixas estimativas dos erros associados aos parâmetros. Os materiais dos grupos identificados por uma só linha de regressão ocorreram com mais frequência, apresentando médias e estimativas de R^2 altos. A Figura 6, ilustra o comportamento dos materiais nesses grupos.

A Tabela 23, que caracteriza os ensaios conduzidos na região Sul, mostra a elevada amplitude de variação da média observada dos materiais, de 6071,9 kg/ha com o XB-5020 (23) até 9123,6 kg/ha com o C-444 (28), ambos, enquadrados nos grupos D e C, respectivamente.

Tabela 22. Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de grãos (kg/ha) obtidas do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Precoce ensaiado na região centro no ano/safra 1994/95.

CULTIVAR	$\bar{y}$	$\hat{\alpha}_i$	$\hat{\beta}_i$	$\hat{\beta}_i$	β COMUM	GRUPO	R^2
24	7609,9	7609,9	1,15	1,16	1,13	B	83,2
23	7278,9	7278,9	1,14	1,27	1,19	B	65,7
39	7275,6	7275,6	1,16	1,24	1,18	B	80,5
35	7099,9	7099,9	0,98	1,03	0,98	C	80,5
49	7070,8	6805,7	1,10	1,65	-	A	86,2
43	7026,9	7026,9	0,89	0,87	0,86	D	81,8
8	6917,8	6917,8	1,03	1,10	1,04	C	88,1
10	6898,7	6898,7	1,15	1,29	1,19	B	84,1
11	6889,6	6889,6	1,11	1,02	1,04	C	83,7
9	6861,5	6861,5	1,26	1,12	1,16	B	80,6
45	6838,5	6838,5	1,09	1,22	1,13	B	88,9
20	6838,3	6838,3	1,10	1,10	1,07	C	78,7
44	6835,1	6835,1	0,91	1,12	0,99	C	82,4
30	6831,0	6831,0	1,25	1,14	1,17	B	88,2
5	6829,9	6829,9	0,91	1,20	1,03	C	85,6
17	6813,7	6813,7	1,16	0,91	1,02	C	82,2
38	6803,1	6803,1	1,01	1,28	1,12	B	88,9
14	6796,6	6796,6	1,05	1,18	1,09	C	92,0
21	6751,0	6751,0	1,03	1,22	1,10	B	87,4
26	6741,7	6741,7	1,02	1,03	1,00	C	86,3
1	6740,9	6436,9	0,66	1,28	-	A	80,3
3	6693,8	6693,8	0,95	0,82	0,86	D	72,1
12	6624,1	6624,1	1,11	1,09	1,08	C	88,9
25	6584,6	6584,6	1,27	1,28	1,25	B	82,3
33	6522,7	6799,0	1,16	0,61	-	E	76,7
4	6508,0	6508,0	0,96	1,20	1,06	C	86,4
32	6489,5	6288,9	0,94	1,35	-	A	84,7
27	6477,2	6477,2	0,9	0,86	0,86	D	76,8
34	6469,1	6680,3	1,16	0,74	-	E	82,5
48	6457,8	6457,8	0,99	1,08	1,01	C	87,0
29	6449,6	6449,6	1,04	0,93	0,96	C	68,6
40	6350,0	6345,0	0,93	1,02	0,95	C	87,4
47	6286,3	6286,3	0,77	0,99	0,86	D	85,3
36	6195,8	6195,8	0,87	0,88	0,85	D	76,6
19	6160,6	6379,8	1,03	0,59	-	E	79,5
6	6156,5	6156,5	1,13	0,81	0,95	C	86,1
37	6100,9	6100,9	1,26	1,10	1,15	B	74,7
18	6043,2	6043,2	0,94	1,01	0,95	C	88,0
28	6024,2	6024,2	0,78	0,91	0,82	D	79,1
7	6011,9	6011,9	1,06	0,92	0,96	C	84,0
2	6011,3	6011,3	1,03	0,88	0,93	C	74,3
42	5974,7	5974,7	1,02	1,07	1,02	C	84,6
13	5918,4	6116,9	0,99	0,60	-	E	82,3
46	5842,5	6074,5	1,19	0,73	-	E	83,2
41	5587,0	5587,0	0,87	0,83	0,83	D	77,4
31	5584,8	5584,8	0,97	0,68	0,80	D	68,4
22	5577,9	5782,5	1,14	0,73	-	E	86,1
16	5178,5	5178,5	0,93	0,88	0,88	D	63,5
15	4945,3	4945,3	0,91	0,74	0,80	D	72,4

Figura 6 – Comportamento dos materiais de milho do Ciclo Precoce ensaiados na região centro enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), no ano/safra 1994/95.

Verifica-se também, a grande discrepância nos coeficientes de determinação que refletem a previsibilidade dos materiais. Eles variaram de 30,2% do material D-932 (34) até 95,0% do Z-84 E 40 (29). O XB-5020 (23), além de ter exibido a menor produtividade de grãos, apresentou também, um dos menores R^2 (37,2%). Por outro lado, o C-444 mostrou valor de R^2 de magnitude razoável (70,0%). Destaque do grupo A, foram os materiais P-3071 (16) e AG-521 (25) entre os 20% mais produtivos, porém com R^2 não muito elevados (67,3% e 80,2%, respectivamente).

Observando os 20% dos materiais genéticos mais produtivos, constata-se que aqueles enquadrados no grupo C [C-444 (28), C-444-A (21), C-1335 (31), C-615 (33), D-932 (34) e HT-2X (1)], que se caracterizam por um $\hat{\beta}$ comum não diferente da unidade, apresentaram também, previsibilidade de magnitude um pouco abaixo do encontrado até o momento. Visualizando de forma geral essa tabela, depreende-se que para alguns materiais, os seus R^2 foram bem baixos, indicando na realidade, ter havido um mau ajuste do modelo aos dados. Deste modo, fica difícil prever os seus desempenhos frente às variações dos locais, como foi o caso do AG-8012 (19) com 51%, o D-934 (26) com 45,2% e o D-

933 (4) com 38,7%, todos enquadrados no grupo C, do G-800 (13) com 55,6% do grupo A e, dentre outros, o XB-5020 (23) do grupo D com apenas 37,2%. Para esse grupo de materiais, infere-se que o modelo em questão não se mostrou o mais adequado, devendo-se procurar outros que forneçam um melhor ajustamento aos dados. No entanto, pode-se atribuir a ocorrência dos baixos valores de R^2 , provavelmente ao pequeno número de locais considerados nessa análise (oito ao todo). De fato, o Anexo E mostra que houve uma pequena faixa de variação de $\hat{\mu}_j$, embora ela não tenha afetado o enquadramento dos materiais nos cinco grupos e também não tenha impedido que a interação $G \times L$ fosse significativa.

Com relação ao enquadramento nos cinco grupos, apesar de os erros associados aos parâmetros $\hat{\beta}_{1i}$ e $\hat{\beta}_{2i}$ terem sido de magnitudes relativamente elevadas que, para alguns materiais foram muito próximos das suas próprias estimativas, parecem não terem sido tão determinantes assim. Pode-se creditar a esse enquadramento, a elevada divergência genética entre os materiais e também a alta precisão experimental. O comportamento gráfico dos materiais de cada um dos grupos é mostrado na Figura 7.

Considerando todos os ciclos de desenvolvimento conjuntamente, percebe-se que a alta precisão experimental aliada ao grande número de materiais e, na grande maioria dos casos, a uma gama elevada de ambientes, proporcionou que os erros associados as estimativas dos parâmetros $\hat{\beta}_{1i}$, $\hat{\beta}_{2i}$, $\hat{\beta}$ comum e $\hat{\mu}_j$ fossem pequenos, levando assim, ao enquadramento nos cinco grupos.

Outra constatação importante, diz respeito aos materiais dos grupos bissegmentados A e E. De uma maneira geral, eles apresentaram R^2 maiores do que os dos grupos unisegmentados indicando que o ajuste do modelo aos dados foi melhor. As Tabelas 17 a 19 e 22 e 23, mostram a divisão dos materiais em cinco partes, correspondendo a aproximadamente 20% cada uma. Verifica-se, que foi raro aliar ao padrão de resposta duplamente desejável (A), produtividades e previsibilidades elevadas. Percebe-se claramente, a dificuldade que os melhoristas enfrentam em aliar essas duas características simultaneamente.

Tabela 23. Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de grãos (kg/ha) obtidas do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares de Milho do Ciclo de Desenvolvimento Precoce ensaiado na região sul no ano/safra 1994/95.

CULTIVAR	$\bar{Y}_i$	$\hat{\alpha}_i$	$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\beta}_{2i}$	β COMUM	GRUPO	R ²
28	9123,6	9123,6	0,92	0,77	0,82	C	70,0
21	8889,1	8889,1	1,14	0,42	0,65	C	55,3
31	8843,1	8843,1	0,75	1,11	0,98	C	81,6
33	8834,8	8834,8	1,23	0,97	1,06	C	79,4
2	8818,3	8818,3	1,23	1,82	1,62	B	92,5
18	8760,9	8760,9	1,54	1,41	1,46	B	91,2
34	8628,6	8628,6	1,43	0,33	0,69	C	30,2
1	8602,4	8602,4	1,32	0,56	0,82	C	67,6
16	8537,7	8117,1	0,22	1,45	-	A	67,3
25	8445,3	7961,3	0,3	1,72	-	A	80,2
20	8383,1	8383,1	1,00	0,88	0,91	C	88,3
35	8361,5	8361,5	1,77	0,68	1,05	C	85,5
12	8312,0	8312,0	0,83	1,17	1,06	C	90,0
41	8311,7	8311,7	1,66	1,39	1,47	B	91,3
3	8270,9	8270,9	1,88	0,69	1,08	C	76,5
5	8262,0	8262,0	1,68	1,27	1,40	B	86,3
11	8207,6	8207,6	1,62	1,62	1,63	B	93,4
29	8104,8	7548,2	0,19	1,82	-	A	95,0
30	8103,1	7681,0	0,73	1,97	-	A	89,5
7	8085,0	8085,0	1,45	0,49	0,81	C	80,1
19	8007,2	8007,2	0,12	1,28	0,91	C	51,0
13	7934,8	7489,9	-0,40	0,88	-	A	55,6
36	7915,1	8743,8	2,73	0,31	-	E	95,2
8	7834,4	7834,4	0,53	1,03	0,87	C	82,3
22	7809,6	7809,6	1,08	1,36	1,25	C	80,9
26	7800,1	7800,1	0,93	0,60	0,72	C	45,2
24	7776,9	7776,9	1,26	0,98	1,07	C	86,8
46	7716,8	8407,5	2,20	0,19	-	E	81,3
6	7702,9	6876,5	-0,63	1,78	-	A	90,0
4	7491,9	7491,9	0,47	0,99	0,82	C	38,7
48	7486,1	7486,1	1,17	0,65	0,82	C	77,4
32	7475,7	7475,7	0,72	1,62	1,35	B	66,3
40	7471,7	6937,9	0,10	1,66	-	A	93,5
43	7464,5	6906,9	0,18	1,82	-	A	85,6
47	7381,6	7381,6	1,74	0,92	1,20	C	82,9
45	7368,9	7368,9	1,23	1,23	1,25	C	87,0
14	7353,8	7353,8	1,29	0,48	0,74	C	73,5
15	7349,0	6898,4	-0,20	1,11	-	A	82,2
38	7273,6	7273,6	1,25	0,42	0,69	C	51,2
44	7256,1	7800,6	1,96	0,36	-	E	81,6
17	7155,8	7155,8	0,11	1,03	0,74	C	46,4
10	7148,0	7148,0	1,34	0,93	1,07	C	88,2
39	7097,5	7097,5	1,04	1,20	1,14	C	86,2
37	7015,7	7015,7	0,94	0,53	0,67	C	41,6
27	6994,8	6994,8	1,63	0,67	1,00	C	74,0
9	6869,8	6869,8	0,25	0,84	0,64	D	92,1
42	6869,8	7551,1	2,38	0,39	-	E	70,6
49	6777,5	6287,9	-0,35	1,08	-	A	79,0
23	6071,9	6071,9	0,98	-0,02	0,32	D	37,2

Figura 7 – Comportamento dos materiais de milho do Ciclo Precoce ensaiados na região sul enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unissegmentados (B), no ano/safra 1994/95.

Destacaram-se dentro do grupo A, os materiais AG-603, PL-412, AGROMEN 1045 do ciclo normal nos anos/safras 1992/93 a 1994/95, respectivamente, o AGX-5273 do ciclo precoce da região Centro e o P-3071 da região Sul, todos eles entre os mais produtivos.

Os do grupo E, estiveram, na maioria das vezes, entre os 20% mais produtivos e, raramente, entre os 20% menos produtivos. Esses materiais são bastante interessantes para aqueles produtores que não trabalham com alta tecnologia (insumos, adubação, herbicidas, irrigação, etc) podendo a eles ser recomendados. Destaca-se o ICI-791151 do ano/safra 1992/93, o C-166 do ano/safra 1993/94, o G-150-C do ano/safra 1994/95, todos os três do ciclo normal, o EXP 4243 e o C-435-A do ciclo precoce ensaiados nas regiões centro e sul, respectivamente.

Outro aspecto interessante, diz respeito aos genótipos dos grupos B, C e D. Não houve casos em que os do grupo B, que se caracterizam por apresentarem alta responsividade estivessem entre os 20% menos produtivos. Apareceram, na maioria das vezes, entre os 60% mais produtivos, chegando, inclusive, a ocupar as primeiras colocações, como foi o caso do C-211 - ano/safra 1992/93, AG-1051 - ano/safra 1994/95, ambos do ciclo normal, e o G-153-C do ciclo precoce ensaiado na região Centro do Brasil. Já os do grupo D, estiveram em muito das vezes,

ocupando a posição dos 40% menos produtivos. Isso ocorreu com o C-123-A e o AGROMEN 1050 nos anos/safras 1993/94 e 1994/95, respectivamente, ambos do ciclo normal, o XB-5022 do ciclo precoce da região Centro e, o XB-5020 da região Sul. Já os materiais do grupo C, oscilaram entre os cinco níveis de produtividades, destacando-se o C-444 como o de maior produtividade no ciclo precoce dos ensaios da região Sul. De uma maneira geral, os materiais desses três grupos (B, C e D), apresentaram estimativas de R^2 de magnitude baixa a alta oscilando de 30,2% (D-932 do ciclo precoce da região Sul) até 94,9% (AL34 do ciclo normal ano/safra 1993/94). Observando todas as tabelas, nota-se que houve uma tendência de os materiais se enquadrarem predominantemente nos grupos unissegmentados (cerca de 80%) e dentro deles os do grupo C com maior ocorrência (51%). Esses resultados aproximaram-se dos encontrados por Toler (1990), trabalhando com a mesma cultura. Segundo esse autor, a alocação de genótipos nos grupos C, B e D foram de 63%, 18% e 6%, respectivamente, totalizando 87% dos 49 genótipos testados em 18 ambientes no ano agrícola de 1975. Percebe-se que a frequência desses grupos foram bastante próximas das encontradas nessa pesquisa. Resultado semelhante foi encontrado por Ribeiro (1998) trabalhando também com milho, em que, apenas 10% dos materiais apresentaram comportamento bissegmentado.

Esse modelo permitiu que se detectasse um maior discernimento entre o comportamento dos materiais empregados, dada a associação entre o padrão de resposta e a produtividade, o que foi possível pelos testes apresentados sobre os parâmetros do modelo que caracterizam o comportamento médio dos materiais.

4.3.2.2 Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)

As Tabelas 24, 25, 26 e 27 caracterizam os anos agrícolas 1994/95, 1995/96, 1996/97 e os anos conjuntos 1995/96 e 1996/97, respectivamente, mostrando o teste “t” para as hipóteses $H(\beta_{1i} = \beta_{2i})$ do

modelo de regressão bissegmentado e para a hipótese $H(\beta_i = 1)$ do modelo de regressão unisegmentado.

Observa-se pelas Tabelas 24 e 25, que somente os genótipos LP-93-2 (4) e LP-93-81 (12) respectivamente, mostraram diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) para a hipótese $H(\beta_{1i} = \beta_{2i})$, indicando assim, que seus comportamentos devem ser melhor preditos por dois segmentos de reta. Para os demais genótipos não foram constatadas diferenças entre as estimativas dos dois parâmetros, determinando os seus enquadramentos nos grupos B, C e D, conforme a significância da hipótese $H(\beta_i = 1)$.

A Tabela 26, por sua vez, mostrou ao contrário do que se constatou para as duas tabelas anteriores, haver diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) entre as estimativas dos parâmetros $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_2$ pela hipótese $H(\beta_{1i} = \beta_{2i})$ para 65% dos genótipos. Esse resultado permite inferir que os materiais genéticos apresentaram desempenhos que são melhor explicados por dois segmentos de reta. A que grupos eles irão pertencer A ou E, dependerá das magnitudes de $\hat{\beta}_1$ e de $\hat{\beta}_2$. Já os demais materiais são melhor preditos por uma única reta de regressão.

Tabela 24. Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter peso de grãos (kg/ha). Ensaio Regional de Competição de Cultivares e Linhagens de Feijão do Estado do Paraná no ano/safra 1994/95.

Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta_1 = \beta_2$)	Pr> t	Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta = 1$)	Pr> t
$\beta_2 - \beta_1(1)$	-0,17	0,3848	-0,416	0,677	$\beta(1)$	1,05	0,0949	0,583	0,560
$\beta_2 - \beta_1(2)$	0,16	0,3851	0,397	0,691	$\beta(2)$	1,07	0,0949	0,721	0,471
$\beta_2 - \beta_1(3)$	0,23	0,3864	0,600	0,549	$\beta(3)$	0,65	0,0955	-3,606	0,000
$\beta_2 - \beta_1(4)$	1,35	0,3940	3,436	0,000	$\beta(4)$	1,09	0,0949	0,983	0,327
$\beta_2 - \beta_1(5)$	-0,00	0,3850	-0,000	0,999	$\beta(5)$	1,10	0,0949	1,044	0,298
$\beta_2 - \beta_1(6)$	-0,18	0,3861	-0,452	0,651	$\beta(6)$	1,30	0,0953	3,147	0,002
$\beta_2 - \beta_1(7)$	-0,56	0,3879	-1,477	0,141	$\beta(7)$	0,84	0,0950	-1,672	0,096
$\beta_2 - \beta_1(8)$	-0,13	0,3855	-0,341	0,733	$\beta(8)$	0,86	0,0949	-1,443	0,151
$\beta_2 - \beta_1(9)$	-0,48	0,3852	-1,248	0,213	$\beta(9)$	1,20	0,0950	2,004	0,047
$\beta_2 - \beta_1(10)$	-0,22	0,3861	-0,565	0,573	$\beta(10)$	0,83	0,0950	-1,754	0,081

* Erro Padrão da estimativa dos parâmetros $\beta_2 - \beta_1$ e β .

Pela Tabela 27, que considerou os dois anos agrícolas conjuntamente, somente os genótipos IAPAR 31 (3) e LP 93-81 (9) mostraram diferenças significativas entre β_1 e β_2 ($P < 0,05$), e todos os demais enquadraram-se no grupo C, como pode ser visto pela significância da hipótese $H(\beta_i = 1)$.

Tabela 25. Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter peso de grãos (kg/ha). Ensaio Regional de Competição de Cultivares e Linhagens de Feijão do Estado do Paraná no ano/safra 1995/96.

Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta_1 = \beta_2$)	Pr> t	Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta = 1$)	Pr> t
$\beta_2 - \beta_1(1)$	-0,15	0,1725	-0,866	0,386	$\beta(1)$	0,93	0,0503	-1,409	0,159
$\beta_2 - \beta_1(2)$	0,26	0,1726	1,543	0,123	$\beta(2)$	1,06	0,0503	1,298	0,194
$\beta_2 - \beta_1(3)$	-0,01	0,1724	-0,071	0,942	$\beta(3)$	1,04	0,0503	0,773	0,439
$\beta_2 - \beta_1(4)$	-0,17	0,1725	-0,937	0,348	$\beta(4)$	0,95	0,0503	-1,057	0,290
$\beta_2 - \beta_1(5)$	-0,02	0,1726	-0,101	0,919	$\beta(5)$	1,15	0,0504	2,968	0,003
$\beta_2 - \beta_1(6)$	0,18	0,1726	1,084	0,278	$\beta(6)$	1,12	0,0504	2,440	0,014
$\beta_2 - \beta_1(7)$	0,13	0,1725	0,733	0,463	$\beta(7)$	0,90	0,0504	-1,973	0,048
$\beta_2 - \beta_1(8)$	-0,05	0,1724	-0,316	0,752	$\beta(8)$	0,97	0,0503	-0,521	0,602
$\beta_2 - \beta_1(9)$	-0,14	0,1725	-0,802	0,422	$\beta(9)$	0,92	0,0503	-1,572	0,116
$\beta_2 - \beta_1(10)$	0,24	0,1725	1,350	0,177	$\beta(10)$	0,99	0,0503	-0,110	0,911
$\beta_2 - \beta_1(11)$	0,19	0,1725	1,044	0,296	$\beta(11)$	0,91	0,0503	-1,715	0,086
$\beta_2 - \beta_1(12)$	-0,46	0,1728	-2,658	0,008	$\beta(12)$	1,04	0,0503	0,876	0,381

* Erro Padrão da estimativa dos parâmetros $\beta_2 - \beta_1$ e β .

Tabela 26. Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter peso de grãos (kg/ha). Ensaio Regional de Competição de Cultivares e Linhagens de Feijão do Estado do Paraná no ano/safra 1996/97.

Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta_1 = \beta_2$)	Pr> t	Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta = 1$)	Pr> t
$\beta_2 - \beta_1(1)$	0,68	0,2183	3,114	0,001	$\beta(1)$	0,96	0,0625	-0,566	0,570
$\beta_2 - \beta_1(2)$	0,40	0,2181	1,865	0,062	$\beta(2)$	1,13	0,0625	2,065	0,039
$\beta_2 - \beta_1(3)$	0,61	0,2182	2,754	0,006	$\beta(3)$	0,95	0,0625	-0,754	0,450
$\beta_2 - \beta_1(4)$	0,65	0,2183	2,968	0,003	$\beta(4)$	0,93	0,0625	-1,094	0,273
$\beta_2 - \beta_1(5)$	-0,28	0,2178	-1,285	0,199	$\beta(5)$	1,09	0,0625	1,504	0,132
$\beta_2 - \beta_1(6)$	-0,20	0,2177	-0,923	0,356	$\beta(6)$	1,03	0,0625	0,508	0,611
$\beta_2 - \beta_1(7)$	-0,87	0,2188	-3,976	0,000	$\beta(7)$	1,01	0,0625	0,169	0,865
$\beta_2 - \beta_1(8)$	-0,05	0,2177	-0,254	0,799	$\beta(8)$	1,08	0,0625	1,225	0,220
$\beta_2 - \beta_1(9)$	0,10	0,2177	0,464	0,642	$\beta(9)$	0,93	0,0625	-1,170	0,242
$\beta_2 - \beta_1(10)$	-0,68	0,2185	-3,098	0,002	$\beta(10)$	1,28	0,0626	4,513	0,000
$\beta_2 - \beta_1(11)$	0,18	0,2179	0,821	0,411	$\beta(11)$	1,13	0,0625	2,016	0,044
$\beta_2 - \beta_1(12)$	-0,60	0,2182	-2,761	0,005	$\beta(12)$	1,06	0,0625	1,001	0,317
$\beta_2 - \beta_1(13)$	-0,45	0,2180	-2,031	0,042	$\beta(13)$	0,98	0,0625	-0,308	0,758
$\beta_2 - \beta_1(14)$	-0,51	0,2181	-2,361	0,018	$\beta(14)$	1,08	0,0625	1,431	0,152
$\beta_2 - \beta_1(15)$	-0,46	0,2183	-2,075	0,038	$\beta(15)$	0,83	0,0626	-2,686	0,007
$\beta_2 - \beta_1(16)$	1,19	0,2197	5,437	0,000	$\beta(16)$	0,87	0,0625	-2,024	0,043
$\beta_2 - \beta_1(17)$	0,49	0,2182	2,229	0,026	$\beta(17)$	0,76	0,0626	-3,806	0,000
$\beta_2 - \beta_1(18)$	0,54	0,2181	2,472	0,013	$\beta(18)$	0,93	0,0625	-1,110	0,267
$\beta_2 - \beta_1(19)$	0,10	0,2179	0,431	0,666	$\beta(19)$	0,83	0,0626	-2,658	0,007
$\beta_2 - \beta_1(20)$	-0,83	0,2186	-3,810	0,000	$\beta(20)$	1,10	0,0625	1,743	0,081

* Erro Padrão da estimativa dos parâmetros $\beta_2 - \beta_1$ e β .

Tabela 27. Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter peso de grãos (kg/ha). Ensaio Regional de Competição de Cultivares e Linhagens de Feijão do Estado do Paraná nos anos/safras 1995/96 e 1996/97.

Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta_1=\beta_2$)	Pr> t	Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta=1$)	Pr> t
$\beta_2-\beta_1(1)$	0,03	0,1300	0,233	0,815	$\beta(1)$	0,96	0,0367	-0,862	0,388
$\beta_2-\beta_1(2)$	0,14	0,1300	1,131	0,258	$\beta(2)$	1,03	0,0367	0,908	0,363
$\beta_2-\beta_1(3)$	0,26	0,1301	2,055	0,040	$\beta(3)$	1,00	0,0367	0,096	0,923
$\beta_2-\beta_1(4)$	0,07	0,1300	0,532	0,594	$\beta(4)$	1,05	0,0367	1,361	0,173
$\beta_2-\beta_1(5)$	-0,08	0,1300	-0,655	0,512	$\beta(5)$	0,94	0,0367	-1,586	0,112
$\beta_2-\beta_1(6)$	-0,11	0,1300	-0,885	0,376	$\beta(6)$	1,00	0,0367	0,107	0,914
$\beta_2-\beta_1(7)$	-0,18	0,1300	-1,442	0,149	$\beta(7)$	0,95	0,0367	-1,234	0,217
$\beta_2-\beta_1(8)$	0,20	0,1300	1,549	0,121	$\beta(8)$	1,02	0,0367	0,538	0,590
$\beta_2-\beta_1(9)$	-0,33	0,1302	-2,516	0,012	$\beta(9)$	1,02	0,0367	0,672	0,501

* Erro Padrão da estimativa dos parâmetros $\beta_2-\beta_1$ e β .

As estimativas dos parâmetros $\hat{\alpha}_i$, $\hat{\beta}_1$, $\hat{\beta}_2$, $\hat{\beta}$ comum e R^2 , bem como os grupos em que os genótipos foram alocados, são apresentados nas Tabelas 28 a 31 para os anos agrícolas 1994/95, 1995/96, 1996/97 e conjunta dos dois últimos anos 1995/96 e 1996/97, respectivamente. Verifica-se através da Tabela 28, que somente o genótipo LP 93-2 (4) apresentou comportamento que foi melhor explicado por dois segmentos de reta, enquadrando-se no grupo A, que se caracteriza por ser pouco exigente nos ambientes inferiores ($\beta_1=0,38$) e altamente exigente nos superiores ($\beta_2=1,73$), sendo definido por Toler (1990) como de comportamento duplamente desejável.

Além desse genótipo ter apresentado uma alta previsibilidade ($R^2=98,2\%$), mostrou também uma das maiores médias de todo o ensaio nesse ano agrícola (1968,4 kg/ha). O genótipo LP 93-16 (6), enquadrado no grupo B, apresentou a maior média e alta previsibilidade ($R^2=91,4\%$) mostrando que é possível prever a sua variação produtiva diante dos locais. Em termos práticos, esse genótipo é bastante exigente em qualidade do ambiente, revelando o seu potencial genético produtivo naqueles ambientes que empregam muitos recursos tecnológicos, como irrigação, adubação pesada, aplicação de herbicidas, etc. O Carioca (genótipo 1), utilizado como testemunha apresentou média inferior a do ensaio, localizando-se entre os 20% menos produtivos e estando associado a uma baixa previsibilidade média ($R^2=66\%$), embora tenha apresentado

padrão de resposta que não desvia da resposta média do ambiente (grupo C).

Tabela 28. Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de grãos (kg/ha) obtidas na avaliação de cultivares de feijão do Ensaio Regional Intermediário de Competição de Cultivares e Linhagens do Estado do Paraná no ano/safra 1994/95.

GENÓTIPOS	$\bar{Y}_i$	$\hat{\alpha}_i$	$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\beta}_{2i}$	β COMUM	GRUPO	R ²
6	2312,9	2312,9	1,39	1,21	1,30	B	91,4
5	2297,3	2297,3	1,09	1,09	1,10	C	95,4
3	2290,3	2290,3	0,53	0,76	0,65	D	92,7
4	2284,2	1968,4	0,38	1,73	-	A	98,2
9	2283,5	2283,5	1,44	0,96	1,20	B	98,6
7	2212,8	2212,8	1,13	0,57	0,84	C	94,7
10	2182,2	2182,2	0,95	0,73	0,83	C	95,5
8	2053,1	2053,1	0,93	0,80	0,86	C	99,4
2	2006,5	2006,5	0,98	1,14	1,07	C	98,7
1	2002,5	2002,5	1,15	0,98	1,05	C	66,1

Nesse ano agrícola (1994/95), os ensaios foram conduzidos em poucos locais (total de cinco), porém, bem contrastantes em termos edafoclimáticos (Anexo F), o que possibilitou detectar padrão de resposta diferenciado entre os dez genótipos avaliados. Esse fato confirma-se através da significância de locais e da interação do tipo GxL (Tabela 12). Mas, mesmo assim, não foi possível detectar o enquadramento nos cinco grupos, embora os baixos erros associados às estimativas dos parâmetros e a alta precisão experimental, tenham dado condições para tal (Tabela 24). As estimativas dos R² foram bastante altas, acima de 90%, exceção somente para o Carioca (1) com apenas 66%. Mesmo tendo sido considerados poucos locais, ficou clara a eficiência do modelo em se ajustar aos dados. A Figura 8 ilustra o comportamento dos genótipos em cada um dos grupos.

Na Tabela 29, observa-se que o genótipo Aporé (5) suplantou, em termos médios de produtividade, todo o conjunto de materiais genéticos testados e enquadrou-se no grupo B, caracterizado por apresentar alta responsividade nos ambientes que empregam alta tecnologia. É um tipo de genótipo mais exigente, alcançando boa produtividade nos ambientes mais tecnificados. Aliado a essa alta produtividade, mostrou-se também de comportamento altamente previsível (R²=92,0%).

Figura 8 – Comportamento dos genótipos de feijão enquadraados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), no ano agrícola 1994/95.

De uma maneira geral, os genótipos desse ano agrícola apresentaram R^2 de magnitude bastante elevada, acima de 85%, o que permite inferir que o modelo ajustou-se bem aos dados, sugerindo que é possível prever os seus comportamentos frente aos locais onde os experimentos foram instalados.

Tabela 29. Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de grãos (kg/ha) obtidas na avaliação de cultivares de feijão do Ensaio Regional Final de Competição de Cultivares e Linhagens do Estado do Paraná no ano/safra 1995/96.

GENÓTIPOS	$\bar{Y}_i$	$\hat{\alpha}_i$	$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\beta}_{2i}$	β COMUM	GRUPO	R^2
5	2032,8	2032,8	1,16	1,14	1,15	B	92,0
4	2027,9	2027,9	1,04	0,87	0,95	C	85,7
6	2018,7	2018,7	1,02	1,20	1,12	B	86,1
12	2000,9	2104,6	1,30	0,84	-	E	94,0
8	1970,3	1970,3	1,00	0,95	0,97	C	93,1
9	1969,5	1969,5	1,00	0,86	0,92	C	94,3
3	1967,8	1967,8	1,04	1,03	1,04	C	87,3
10	1963,5	1963,5	0,86	1,10	0,99	C	93,6
7	1942,1	1942,1	0,83	0,96	0,90	D	94,0
1	1868,8	1868,8	1,01	0,86	0,93	C	92,2
11	1775,0	1775,0	0,81	1,00	0,91	C	92,0
2	1721,8	1721,8	0,92	1,18	1,06	C	93,7

O IAPAR-14 (2) utilizado como testemunha, enquadrado no grupo C, esteve entre os 20% menos produtivos, como no ano anterior.

Apesar de não ter havido nenhum genótipo alocado no grupo A, pôde-se registrar que as estimativas dos parâmetros $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_2$ obtidas foram bastante consistentes, em função do elevado número de genótipos e de locais avaliados. Como já havia visto no Anexo G, os locais mostraram-se bastante contrastantes, os CV's indicaram alta precisão experimental e os erros associados as estimativas dos padrões de resposta foram de um modo geral baixos (Tabela 25). A Figura 9 mostra o comportamento dos genótipos nos quatro grupos. Por essa figura, nota-se que os genótipos estão mais agrupados com produções mais próximas. O do grupo E parte com a menor produtividade de todos, nos ambientes inferiores, e no final, alcança um dos maiores patamares produtivos.

Figura 9 – Comportamento dos genótipos de feijão enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), no ano agrícola 1995/96.

Através da Tabela 30, vê-se que houve o enquadramento dos genótipos nos cinco grupos. Nota-se que as estimativas dos padrões de resposta foram consistentes, em função dos baixos erros associados a eles e de suas magnitudes que foram bem diferentes entre si, além também, do elevado número de locais testados, aliado a baixa precisão experimental. Cerca de 55% dos genótipos apresentaram médias acima da média geral do ensaio (2080,6 kg/ha). O cultivar testemunha Aporé (4), mostrou-se o mais produtivo de todos estando enquadrado no grupo A. Embora ele satisfaça o

conceito de genótipo de comportamento ideal, o seu R^2 foi de magnitude não muito elevada, dando a entender que o modelo não se ajustou bem aos dados. Pode-se inferir também, com base nesse coeficiente, que esse genótipo apresentou comportamento variável, indicando que a produtividade oscila bastante frente aos locais. Essa estimativa no geral variou de 60,4% do IAC PHYATA (17) até 96,9% do LP 91 (22+23) (7) enquadrados nos grupos A e E, respectivamente.

Percebe-se nessa tabela, que os genótipos de maior e menor produtividade foram o Aporé (4) como já salientado e o IAC-Arua (18), respectivamente, ambos enquadrados no grupo A. Nota-se também, que entre os últimos 20% menos produtivos, três eram de padrão de resposta convexo e um era do grupo B, sendo que este último (LP93-56), foi lançado em 1997 no Paraná como IAPAR 81. Interessante chamar a atenção, que eles têm em comum a capacidade de explorar de modo eficiente os ambientes favoráveis ($\hat{\beta}_i > 1$). Produtividade intermediária, próxima da média do ensaio foi mostrado pelos genótipos LP 93 (8) do grupo C e o Carioca E.M. (15) do E, ambos com R^2 altos.

Tabela 30. Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de grãos (kg/ha) obtidas na avaliação de cultivares de feijão do Ensaio Regional Final de Competição de Cultivares e Linhagens do Estado do Paraná no ano/safra 1996/97.

GENÓTIPOS	$\bar{Y}_i$	$\hat{\alpha}_i$	$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\beta}_{2i}$	β COMUM	GRUPO	R^2
4	2416,8	2264,9	0,64	1,29	-	A	72,4
19	2300,1	2300,1	0,77	0,87	0,83	D	68,6
14	2266,2	2386,9	1,31	0,80	-	E	90,4
10	2240,6	2399,4	1,58	0,90	-	E	87,2
3	2231,2	2090,3	0,69	1,30	-	A	79,6
7	2185,8	2389,9	1,38	0,51	-	E	96,9
9	2178,2	2178,2	0,88	0,98	0,93	C	87,1
5	2177,9	2177,9	1,21	0,93	1,09	C	91,3
12	2168,3	2309,6	1,32	0,72	-	E	91,5
8	2131,8	2131,8	1,10	1,05	1,08	C	92,1
6	2098,1	2098,1	1,12	0,92	1,03	C	93,2
15	2062,3	2168,5	1,03	0,57	-	E	96,1
13	2035,5	2139,4	1,18	0,73	-	E	93,2
20	2012,9	2208,4	1,46	0,63	-	E	81,9
16	1947,1	1667,0	0,35	1,54	-	A	61,0
2	1942,2	1942,2	0,95	1,36	1,13	B	92,0
17	1938,2	1824,1	0,54	1,03	-	A	60,4
11	1920,3	1920,3	1,07	1,25	1,13	B	90,6
1	1877,6	1718,1	0,67	1,35	-	A	76,4
18	1524,3	1397,9	0,71	1,25	-	A	85,5

Nesse ensaio, constatou-se uma alta frequência de genótipos nos grupos bissegmentados (65%). Esse fenômeno deve-se talvez, a essa espécie ser muito influenciada pelos efeitos ambientais. Em outras palavras, por ser de ciclo curto, qualquer alteração no ambiente pode alterar sensivelmente a sua produtividade frente aos ambientes, fazendo com que ocorram picos de produtividade indicando um comportamento bissegmentado. Isso chega a ser plausível para determinados genótipos, ou seja, baseando-se no valor R^2 , houve valores baixos para alguns materiais, o que pode ter sido influenciado por essas variações do ambiente.

A Figura 10 mostra como se comportam os genótipos de cada um dos grupos. O LP 93-23 já partiu nos ambientes inferiores de um nível baixo de produtividade (em torno de 400 Kg/ha) alcançando nesses ambientes produtividade acima da média geral do ensaio. Com a melhoria do ambiente, houve um incremento na produtividade, porém muito timidamente. Ao contrário desse genótipo, o Aporé já apresentava nos ambientes desfavoráveis altas produtividades (em torno de 1400 kg/ha) atingindo no final a maior de todas elas. Dentre os grupos unisegmentados, o do B foi o que partiu do menor patamar produtivo, mostrando em relação aos demais a menor produtividade. O Pérola, enquadrado no D, alcançou produtividade acima de 2000 kg/ha na média dos ambientes e, no final, foi o segundo mais produtivo.

A Tabela 31 contém os resultados estimados dos parâmetros e a alocação dos genótipos nos grupos quando se consideram dois anos conjuntamente. Constata-se que, apesar de terem sido avaliados dois anos em 34 locais, ocorreu o enquadramento em apenas três grupos (A, C e E). Observa-se também, que a amplitude de variação entre as médias foi de 1813,4 kg/ha para o genótipo IAPAR-14 (2) até 2210,9 kg/ha para o genótipo Aporé (4). Todos eles de um modo geral, apresentaram um bom ajuste do modelo ao conjunto de dados, como pode ser visualizado pelo valores estimados de R^2 , que variou de 80,2% com o Pérola (5) até 93,0% com o LP 91-23 (7).

Figura 10- Comportamento dos genótipos de feijão enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), no ano agrícola 1996/97.

Tabela 31. Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de grãos (kg/ha) obtidas na avaliação de cultivares de feijão do Ensaio Regional Final de Competição de Cultivares e Linhagens do Estado do Paraná nos anos/safras 1995/96 e 1996/97.

GENÓTIPOS	$\bar{Y}_i$	$\hat{\alpha}_i$	$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\beta}_{2i}$	β COMUM	GRUPO	R ²
4	2210,9	2210,9	1,01	1,08	1,05	C	87,4
5	2144,3	2086,7	0,98	0,90	0,95	C	80,2
3	2107,1	2039,0	0,87	1,13	-	A	86,9
9	2097	2180,5	1,19	0,87	-	E	89,1
6	2078,9	2033,4	1,06	0,94	1,00	C	91,2
7	2024,3	1948,7	1,05	0,86	0,95	C	93,0
1	1863,2	1863,2	0,95	0,98	0,96	C	84,9
8	1847,1	1964,9	0,92	1,11	1,02	C	90,2
2	1813,3	1813,4	0,96	1,10	1,03	C	92,3

É interessante notar o comportamento do genótipo Aporé (4). Ele esteve sempre entre os primeiros colocados nos dois últimos anos agrícolas, embora no último ensaio não tenha apresentado previsibilidade muito elevada (72,4%) como no primeiro (92,0%). Nas análises de cada um dos anos, ele passou de um comportamento unisegmentado (grupo B) no ano agrícola 1995/96 avaliados em 19 locais para um comportamento bissegmentado (grupo A) em 14 locais no ano 1996/97, tendo sido neste último ano considerado como de comportamento ideal. Quando se

analisaram os dois anos conjuntamente, ele voltou a apresentar comportamento unissegmentado, porém agora enquadrado no grupo C.

Os seus coeficientes de determinação (R^2) variaram, indicando que eles são afetados pelas mudanças ambientais. Mesmo assim mostrou-se muito promissor para aquelas condições do Paraná, devendo ser mantido nos programas de melhoramento, visto apresentar evidências de conter alelos favoráveis tanto para produtividade como para estabilidade. Ao contrário desse genótipo, destaca-se negativamente o IAPAR 14 (2). Observa-se que, apesar de ele ter sido utilizado como testemunha nesses dois anos de ensaio e apresentado uma alta previsibilidade, esteve sempre associado às menores médias em todos os três anos agrícolas, inclusive, quando foram considerados os dois últimos conjuntamente.

De um modo geral, o IAPAR 14 foi enquadrado no grupo C, exceção somente ao ano agrícola 1996/97, quando se enquadrou no B, caracterizando-se por explorar eficientemente os ambientes de melhores condições em detrimento aos locais que empregam um menor nível de tecnologia, porém, mantendo-se de comportamento unissegmentado. É um genótipo que, apesar de responder timidamente à melhoria do ambiente, não tem apresentado potencial genético para produtividade, que o impede de superar esse patamar já alcançado. No entanto, deve apresentar alguma característica favorável, visto ter sido mantido por três anos agrícolas consecutivos. Apesar de não ter havido o enquadramento dos genótipos nos cinco grupos, as estimativas dos parâmetros do modelo de estabilidade foram bastante consistentes, isso porque, além do grande número de locais avaliados, a precisão experimental foi alta e os erros associados a esses parâmetros foram de baixa magnitude. A Figura 11 ilustra o comportamento dos genótipos nos distintos grupos.

Analisando conjuntamente todos esses ensaios, nota-se que a possibilidade de encontrar genótipos que associem alta produtividade com padrão de resposta duplamente desejável, foi aqui também muito baixa, como já constatado para o milho. Novamente nesses ensaios, verificou-se que os mais produtivos foram aqueles que se enquadraram nos grupos unissegmentados, todos eles associados na maioria das vezes às mais altas previsibilidades. Alguns do grupo C mostraram desempenho bastante

inferiores, localizando-se entre os 20% menos produtivos, como foi o caso do Carioca no ano agrícola de 1994/95, do LP 93-56 e do IAPAR-14 no ano de 1995/96 e, novamente o Carioca e o IAPAR-14 quando se consideram os dois últimos anos conjuntamente.

Nota-se também, que esses dois últimos genótipos mencionados, estiveram sempre associados às menores produtividades em todos os anos agrícolas. Geneticamente, são materiais que devem apresentar uma baixa frequência de alelos favoráveis para produtividade, porém associados a alta frequência de alelos favoráveis para estabilidade. Em termos gerais, pode-se dizer que o Aporé, apresentou, ao contrário dos dois últimos, características bastante favoráveis para seleção. De fato, apresenta potencial genético para ser usado em cruzamentos em futuros programas de melhoramento, devido a sua provável alta frequência de alelos favoráveis para as características de produtividade e de estabilidade.

Figura 11 – Comportamento dos genótipos de feijão enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), nos anos agrícolas 1995/96 e 1996/97.

4.3.2.3 Cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.)

As Tabelas 32, 33 e 34 mostram as estimativas dos parâmetros de padrões de resposta, associados às hipóteses $H(\beta_1 = \beta_2)$ do modelo não-linear bissegmentado e $H(\beta_i = 1)$ para o modelo não-linear unisegmentado, além das estimativas dos erros a elas associados, bem como, o valor calculado “t” e suas probabilidades para os Ensaio de Caracterização 92 a 94, respectivamente.

Verifica-se através dessas tabelas, que muitas variedades apresentaram diferenças altamente significativas ($P < 0,01$) para a hipótese $H(\beta_1 = \beta_2)$, indicando que elas mostraram diferenças entre os ambientes favoráveis e desfavoráveis, sendo assim melhor representadas por dois segmentos de reta e, seus enquadramentos nos grupos A ou E, conforme as magnitudes de $\hat{\beta}_1$ e de $\hat{\beta}_2$. Já as demais variedades comportaram-se melhor através de uma única linha diante dos vários ambientes, e a significância da hipótese $H(\beta_i = 1)$ é que irá determinar em que grupos elas se enquadrarão, B, C ou D.

As Tabelas 35, 37 e 38, referem-se aos Ensaio de Caracterização 92 a 94, respectivamente, com os dados dos parâmetros em estudo.

Observa-se pela Tabela 35, que a amplitude de variação da produtividade de açúcar das variedades para o Ensaio de Caracterização 92 foi de magnitude razoável. Variaram em torno de 5,0 ton açúcar/ha entre as variedades SP71-6163 (5) enquadrada no grupo C que se caracteriza por responder aos incrementos ambientais sem desviar da resposta média dos ambientes e, RB72454 (1) variedade-padrão, enquadrada no grupo B, responsiva aos ambientes favoráveis.

As estimativas dos parâmetros β_1 e β_2 apresentaram valores com magnitudes bem diferentes, mesmo para aquelas situações onde foram considerados como sendo iguais pelo teste da hipótese $H(\beta_1 = \beta_2)$. A sua provável causa deve-se, quiçá, às estimativas dos erros a elas associados (Tabela 32).

Tabela 32. Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter produtividade de açúcar (TPH5) do Ensaio de Caracterização 92.

Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta_1=\beta_2$)	Pr> t	Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta=1$)	Pr> t
$\beta_2-\beta_1(1)$	0,37	0,2778	1,333	0,182	$\beta(1)$	1,32	0,0822	3,938	0,000
$\beta_2-\beta_1(2)$	-0,35	0,2790	-1,262	0,207	$\beta(2)$	1,38	0,0823	4,618	0,000
$\beta_2-\beta_1(3)$	1,17	0,2821	4,143	0,000	$\beta(3)$	0,55	0,0824	-5,365	0,000
$\beta_2-\beta_1(4)$	0,49	0,2782	1,776	0,075	$\beta(4)$	0,85	0,0821	-1,785	0,074
$\beta_2-\beta_1(5)$	-0,23	0,2776	-0,849	0,395	$\beta(5)$	1,04	0,0820	0,446	0,655
$\beta_2-\beta_1(6)$	-0,26	0,2784	-0,904	0,366	$\beta(6)$	0,55	0,0824	-5,473	0,000
$\beta_2-\beta_1(7)$	-1,30	0,2809	-4,634	0,000	$\beta(7)$	1,13	0,0821	1,596	0,110
$\beta_2-\beta_1(8)$	0,32	0,2781	1,171	0,241	$\beta(8)$	0,80	0,0821	-2,451	0,014
$\beta_2-\beta_1(9)$	0,21	0,2778	0,738	0,460	$\beta(9)$	1,32	0,0822	3,884	0,000
$\beta_2-\beta_1(10)$	0,72	0,2785	2,580	0,010	$\beta(10)$	1,46	0,0824	5,682	0,000
$\beta_2-\beta_1(11)$	-0,72	0,2811	-2,534	0,011	$\beta(11)$	1,58	0,0826	7,039	0,000
$\beta_2-\beta_1(12)$	-0,32	0,2780	-1,150	0,250	$\beta(12)$	0,66	0,0822	-4,167	0,000
$\beta_2-\beta_1(13)$	0,03	0,2781	0,077	0,938	$\beta(13)$	0,63	0,0823	-4,482	0,000
$\beta_2-\beta_1(14)$	0,97	0,2827	3,442	0,000	$\beta(14)$	0,40	0,0827	-7,235	0,000
$\beta_2-\beta_1(15)$	-0,51	0,2784	-1,826	0,068	$\beta(15)$	1,23	0,0821	2,767	0,005
$\beta_2-\beta_1(16)$	1,73	0,2823	6,134	0,000	$\beta(16)$	1,04	0,0820	0,548	0,583
$\beta_2-\beta_1(17)$	-1,04	0,2799	-3,720	0,000	$\beta(17)$	1,16	0,0821	2,025	0,043
$\beta_2-\beta_1(18)$	1,93	0,2871	6,727	0,000	$\beta(18)$	0,58	0,0823	-5,006	0,000
$\beta_2-\beta_1(19)$	-1,91	0,2822	-6,774	0,000	$\beta(19)$	0,64	0,0823	-4,325	0,000
$\beta_2-\beta_1(20)$	0,91	0,2792	3,292	0,001	$\beta(20)$	0,87	0,0821	-1,466	0,142
$\beta_2-\beta_1(21)$	1,12	0,2792	3,988	0,000	$\beta(21)$	1,47	0,0824	5,774	0,000
$\beta_2-\beta_1(22)$	-2,35	0,2882	-8,174	0,000	$\beta(22)$	1,21	0,0821	2,613	0,009
$\beta_2-\beta_1(23)$	-1,30	0,2813	-4,631	0,000	$\beta(23)$	1,21	0,0821	2,646	0,008
$\beta_2-\beta_1(24)$	-0,16	0,2775	-0,579	0,562	$\beta(24)$	1,00	0,0820	0,110	0,912
$\beta_2-\beta_1(25)$	0,48	0,2782	1,729	0,084	$\beta(25)$	0,84	0,0821	-1,921	0,054

* Erro Padrão da estimativa dos parâmetros $\beta_2-\beta_1$ e β .

Tabela 33. Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão associado (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter produtividade de açúcar (TPH5) do Ensaio de Caracterização 93.

Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta_1=\beta_2$)	Pr> t	Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta=1$)	Pr> t
$\beta_2-\beta_1(1)$	1,63	0,3294	4,929	0,000	$\beta(1)$	1,25	0,0781	3,242	0,001
$\beta_2-\beta_1(2)$	0,67	0,3259	2,029	0,042	$\beta(2)$	0,73	0,0782	-3,433	0,000
$\beta_2-\beta_1(3)$	0,23	0,3258	0,722	0,470	$\beta(3)$	0,55	0,0784	-5,680	0,000
$\beta_2-\beta_1(4)$	3,64	0,3495	10,407	0,000	$\beta(4)$	0,87	0,0780	-1,636	0,102
$\beta_2-\beta_1(5)$	1,76	0,3327	5,310	0,000	$\beta(5)$	1,41	0,0784	5,243	0,000
$\beta_2-\beta_1(6)$	0,03	0,3243	-0,116	0,907	$\beta(6)$	0,92	0,0780	-0,949	0,342
$\beta_2-\beta_1(7)$	0,63	0,3269	-1,929	0,054	$\beta(7)$	1,44	0,0784	5,601	0,000
$\beta_2-\beta_1(8)$	0,51	0,3248	-1,575	0,115	$\beta(8)$	1,07	0,0780	0,924	0,355
$\beta_2-\beta_1(9)$	0,22	0,3244	-0,684	0,493	$\beta(9)$	0,89	0,0780	-1,406	0,159
$\beta_2-\beta_1(10)$	0,90	0,3259	-2,770	0,005	$\beta(10)$	0,86	0,0780	-1,767	0,077
$\beta_2-\beta_1(11)$	0,91	0,3258	2,794	0,005	$\beta(11)$	1,08	0,0780	1,039	0,298
$\beta_2-\beta_1(12)$	0,05	0,3242	0,138	0,889	$\beta(12)$	0,94	0,0780	-0,721	0,470
$\beta_2-\beta_1(13)$	0,77	0,3269	-2,345	0,019	$\beta(13)$	1,39	0,0783	5,032	0,000
$\beta_2-\beta_1(14)$	0,21	0,3244	-0,621	0,534	$\beta(14)$	0,88	0,0780	-1,551	0,121
$\beta_2-\beta_1(15)$	1,13	0,3267	-3,452	0,000	$\beta(15)$	0,94	0,0780	-0,742	0,458
$\beta_2-\beta_1(16)$	0,15	0,3246	-0,470	0,637	$\beta(16)$	0,81	0,0781	-2,441	0,014
$\beta_2-\beta_1(17)$	0,07	0,3247	0,214	0,830	$\beta(17)$	0,79	0,0781	-2,674	0,007
$\beta_2-\beta_1(18)$	0,31	0,3246	-0,976	0,329	$\beta(18)$	0,79	0,0781	-2,638	0,008
$\beta_2-\beta_1(19)$	0,31	0,3265	-0,930	0,352	$\beta(19)$	1,48	0,0785	6,102	0,000
$\beta_2-\beta_1(20)$	0,24	0,3244	-0,746	0,455	$\beta(20)$	0,87	0,0780	-1,609	0,107

* Erro Padrão da estimativa dos parâmetros $\beta_2-\beta_1$ e β .

Tabela 34. Estimativa do contraste entre os parâmetros do modelo proposto por Toler (1990), o erro padrão dessas estimativas (EP), o valor t calculado e suas probabilidades para o caráter produtividade de açúcar (TPH5) do Ensaio de Caracterização 94.

Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta_1=\beta_2$)	Pr> t	Parâmetro	Estimativa	EP*	t ($\beta=1$)	Pr> t
$\beta_2-\beta_1(1)$	-1,72	0,2271	-7,561	0,000	$\beta(1)$	0,97	0,0665	-0,338	0,735
$\beta_2-\beta_1(2)$	-0,26	0,2228	-1,182	0,237	$\beta(2)$	0,84	0,0666	-2,352	0,018
$\beta_2-\beta_1(3)$	0,72	0,2237	3,227	0,001	$\beta(3)$	0,94	0,0665	-0,765	0,444
$\beta_2-\beta_1(4)$	0,58	0,2230	2,557	0,010	$\beta(4)$	1,10	0,0665	1,567	0,117
$\beta_2-\beta_1(5)$	0,41	0,2230	1,828	0,067	$\beta(5)$	0,97	0,0665	-0,470	0,638
$\beta_2-\beta_1(6)$	0,37	0,2228	1,628	0,103	$\beta(6)$	1,10	0,0665	1,542	0,123
$\beta_2-\beta_1(7)$	0,36	0,2231	1,655	0,098	$\beta(7)$	0,91	0,0665	-1,374	0,169
$\beta_2-\beta_1(8)$	-0,79	0,2234	-3,563	0,000	$\beta(8)$	0,49	0,0670	-7,496	0,000
$\beta_2-\beta_1(9)$	0,06	0,2229	0,266	0,790	$\beta(9)$	1,19	0,0666	2,895	0,003
$\beta_2-\beta_1(10)$	-0,73	0,2239	-3,253	0,001	$\beta(10)$	1,11	0,0665	1,662	0,096
$\beta_2-\beta_1(11)$	0,12	0,2229	0,565	0,572	$\beta(11)$	1,23	0,0666	3,478	0,000
$\beta_2-\beta_1(12)$	-0,45	0,2230	-2,025	0,043	$\beta(12)$	1,01	0,0665	0,297	0,766
$\beta_2-\beta_1(13)$	-0,47	0,2233	-2,082	0,037	$\beta(13)$	1,10	0,0665	1,578	0,114
$\beta_2-\beta_1(14)$	0,36	0,2228	1,601	0,109	$\beta(14)$	1,12	0,0665	1,783	0,074
$\beta_2-\beta_1(15)$	0,52	0,2230	2,298	0,021	$\beta(15)$	1,07	0,0665	1,095	0,273
$\beta_2-\beta_1(16)$	0,29	0,2231	1,275	0,202	$\beta(16)$	0,86	0,0666	-2,116	0,034
$\beta_2-\beta_1(17)$	-0,56	0,2231	-2,543	0,011	$\beta(17)$	0,95	0,0665	-0,682	0,495
$\beta_2-\beta_1(18)$	0,23	0,2233	1,008	0,313	$\beta(18)$	0,76	0,0666	-3,512	0,000
$\beta_2-\beta_1(19)$	0,43	0,2229	1,929	0,054	$\beta(19)$	1,21	0,0666	3,143	0,001
$\beta_2-\beta_1(20)$	0,56	0,2232	2,525	0,011	$\beta(20)$	1,00	0,0665	0,109	0,912

* Erro Padrão da estimativa dos parâmetros $\beta_2-\beta_1$ e β .

Os valores estimados de R^2 (Tabela 35) mostraram-se bastante discrepantes, variando de 38% da variedade SP81-1949 (14) até 92,6% da SP80-0185 (10). Ressalta-se que, embora a SP81-1949 tenha apresentado a menor previsibilidade, exibiu produtividade próxima da média geral do ensaio e mostrou padrão de resposta duplamente desejável. Essa baixa previsibilidade é um indicativo de que o modelo não se ajustou muito bem aos dados, mostrando ser de comportamento variável frente aos locais. A variedade-padrão RB72454 (1), embora tenha sido a de maior produtividade, esteve associada a previsibilidade não muito alta (72,4%) apresentando-se eficiente em explorar os locais de alta qualidade. Este resultado corrobora o apresentado por Raizer (1998). Esse autor trabalhou com três modelos de regressão linear para mensurar a estabilidade desse mesmo conjunto de variedades quais sejam: o de Eberhart & Russell (1966), o de Silva & Barreto (1985) e o de Cruz et al. (1989).

Para efeito de comparação, é conveniente mencionar que os testes das hipóteses para os padrões de resposta nos ambientes favoráveis e desfavoráveis devem ser equivalentes. Assim, têm-se para os modelos lineares bissegmentados, quando se consideram os genótipos nos

ambientes desfavoráveis a hipótese $H(b_1=1)$ e nos favoráveis as hipóteses $H(b_2=0)$ e $H(b_1+b_2=1)$. Sendo assim, quando a hipótese $H(b_2=0)$ não é rejeitada, isso indica que apenas um segmento de reta é suficiente para expressar o comportamento de um dado genótipo. Caso contrário, testa-se a seguinte hipótese $H(b_1+b_2=1)$. No caso do modelo de Toler (1990), a não rejeição da hipótese $H(\beta_2 - \beta_1)=0$ fornece a mesma interpretação do modelo linear mencionado anteriormente, ou seja, não há diferença entre os ambientes desfavoráveis e favoráveis e uma única linha reta explica satisfatoriamente o comportamento do genótipo, embora os processos de estimação dos parâmetros sejam diferentes para ambos os modelos.

De uma maneira geral, o método não-linear utilizado nessa pesquisa foi mais adequado em classificar e discernir as variedades quanto ao padrão de resposta em relação aos métodos lineares. O método de Cruz et al. (1989), mais indicado por apresentar ausência de correlação entre os parâmetros que avaliam a adaptabilidade dos genótipos (b_1 e b_1+b_2) e, segundo Raizer (1998) ter sido o que melhor representou o comportamento dessas variedades, não chegou a distinguí-las eficientemente diante dos vários ambientes, pois, embora para algumas delas tenham sido observada a mesma tendência de enquadramento nos mesmos grupos, mostraram R^2 de magnitudes menores e estimativas dos parâmetros diferentes. Por exemplo, a variedade SP82-6034 (21) uma das mais produtivas, apresentou além do padrão de resposta duplamente desejável pelos dois modelos alta previsibilidade, porém, o coeficiente R^2 do processo não-linear foi mais alto, indicando um melhor ajustamento do modelo aos dados, mostrando-se mais eficiente nesse caso.

A mais clara visão entre o método estudado e os apresentados por Raizer (1998), quanto a capacidade de discernimento do comportamento, é quando se comparam as variedades SP80-0185 (10), SP82-6034 (21) e a SP70-1143 (3). Pelo método unissegmentado de Eberhart & Russell (1966), as duas primeiras foram identificadas como sendo as que responderam à melhoria da qualidade ambiental ($b>1$), porém, pelo método não-linear, foi possível enquadrá-las no padrão de resposta duplamente desejável (tipo A), por mostrarem-se tolerantes aos piores ambientes ($\beta_1<1$) e, muito responsivas à melhoria da qualidade

ambiental ($\beta_2 > 1$), além de exibirem maiores R^2 . Em comum, apresentaram a capacidade de explorar eficientemente os ambientes favoráveis.

Tabela 35. Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de açúcar obtidas na avaliação de genótipos de cana-de-açúcar do Ensaio de Caracterização 92.

VARIEDADE	$\bar{Y}_i$	$\hat{\alpha}_i$	$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\beta}_{2i}$	β COMUM	GRUPO	R^2
1	16,8	16,8	1,03	1,40	1,32	B	74,2
11	16,4	16,8	2,07	1,35	-	E	83,9
21	16,4	15,8	0,77	1,89	-	A	90,3
22	16,3	17,5	2,84	0,49	-	E	92,4
20	16,0	15,5	0,24	1,16	-	A	76,8
10	16,0	15,6	1,00	1,72	-	A	92,6
15	15,8	15,8	1,56	1,05	1,23	B	78,6
24	15,7	15,7	1,14	0,98	1,00	C	84,5
9	15,6	15,6	1,17	1,38	1,32	B	88,6
19	15,4	16,4	1,99	0,08	-	E	51,4
12	15,4	15,0	0,83	0,51	0,66	D	40,3
25	15,3	15,2	0,50	0,98	0,84	C	70,8
23	15,2	15,9	2,11	0,81	-	E	81,7
13	15,1	15,1	0,63	0,66	0,63	D	61,2
14	15,0	14,5	-0,29	0,68	-	A	38,0
16	14,6	13,7	-0,17	1,56	-	A	71,4
7	14,4	15,0	2,05	0,75	-	E	78,5
8	14,3	14,2	0,55	0,87	0,80	D	67,5
6	14,2	14,2	0,69	0,43	0,55	D	43,4
17	14,2	14,7	1,88	0,84	-	E	81,6
18	13,9	12,9	-0,79	1,14	-	A	42,3
3	13,7	13,1	-0,24	0,93	-	A	82,8
2	13,5	13,5	1,66	1,31	1,38	B	75,7
4	11,8	11,8	0,50	0,99	0,85	C	40,4
5	11,8	11,8	1,23	1,00	1,04	C	54,1

Por outro lado, a variedade SP70-1143 (3) exibiu pelo mesmo método de regressão linear um valor $b < 1$, indicando especificidade para aqueles ambientes que empregam baixos níveis tecnológicos. Mas, quando se observa o seu enquadramento pelo método de Toler (1990), constata-se que ela passou a apresentar padrão de resposta duplamente desejável (grupo A) e com melhor ajustamento do modelo. Esses resultados evidenciam a capacidade do método bissegmentado em caracterizar melhor o comportamento das variedades em relação aos modelos lineares unisegmentados.

Considerando agora as mesmas variedades, porém utilizando o modelo de Cruz et al. (1989), observou-se que a SP70-1143 (3) e a SP80-0185 (10), tenderam a um comportamento convexo (duplamente desejável, tipo A). O mesmo foi verificado pelo modelo não-linear. Pode-se assim inferir, que para essas variedades os dois modelos bissegmentados se equívalem, no entanto, os R^2 obtidos pelo ajustamento do modelo proposto por Toler (1990) foram maiores, indicando ser ele mais confiável em relação ao de Cruz et al. (1989). Resultado semelhante foi também encontrado por Ribeiro (1998) trabalhando com o método linear de Cruz et al. (1989) e o de Toler (1990) em milho. Esse autor concluiu que as estimativas dos parâmetros embora tenham sido semelhantes, forneceram resultados diferentes no tocante a inclinação da reta de regressão para alguns cultivares, além de ter mostrado um melhor ajustamento do modelo aos dados.

Para uma melhor visualização dos dois modelos, observa-se a Tabela 36, que compara o enquadramento das cinco primeiras variedades mais produtivas pelo modelo não-linear e linear de Cruz et al. (1989).

Tabela 36. Enquadramento dos genótipos nos diferentes grupos pelo modelo não-linear (Toler, 1990) e pelo modelo linear (Cruz et al., 1989) e a classificação com base na produtividade estimada.

Caracterização 92			Caracterização 93			Caracterização 94		
Variedade	Toler	Cruz	Variedade	Toler	Cruz	Variedade	Toler	Cruz
RB72454	B(74)*	A(77)	SP77-3331	B(73)	E(52)	SP80-3280	B(79)	A(82)
SP80-1816	E(84)	E(80)	SP82-3721	C(62)	E(64)	SP80-4445	E(87)	E(86)
SP82-6034	A(90)	A(80)	SP80-3480	E(61)	C(65)	SP80-3390	E(92)	C(88)
SP83-1006	E(92)	E(74)	RB72454	A(75)	A(79)	RB72454	E(75)	E(69)
SP82-4010	A(77)	A(74)	RB785148	A(56)	A(63)	SP80-4439	E(83)	C(82)

*Os valores entre parêntesis indicam os R^2 de cada variedade para seus respectivos modelos.

Observa-se que, das cinco variedades, quatro apresentaram o mesmo enquadramento. Somente a RB72454 (1) divergiu, porém, mostrou-se responsiva aos ambientes favoráveis, enquadrando-se nos grupos B e A. Percebe-se que há uma certa tendência do modelo de Toler (1990) em explicar melhor o comportamento desse conjunto de variedades (maiores R^2). Parece assim, ser mais confiável inferir sobre o comportamento de uma dada variedade com base nas informações do modelo não-linear nessa

situação. A Figura 12 ilustra o comportamento das variedades nos vários grupos.

Figura 12 – Comportamento dos genótipos de cana-de-açúcar enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), do Ensaio de Caracterização 92.

A Tabela 37, referente ao Ensaio de Caracterização 93, mostra que a variação na produtividade média de açúcar foi grande, de 8,4 ton açúcar/ha a 15,0 ton açúcar/ha para as variedades SP71-6163 (4) e SP77-3331 (7), respectivamente. Observa-se que a de maior produtividade de açúcar esteve enquadrada no grupo B e a de menor no A (duplamente desejável). Ambas apresentaram um ajuste apenas razoável do modelo aos dados, indicando que a previsibilidade não foi muito alta.

De uma maneira geral, os R^2 não foram tão altos quanto aos do Ensaio de Caracterização anterior, variando de 56,3% a 91,9%, respectivamente, para as variedades RB785148 (2) e SP80-1519 (13), sendo que os valores estimados pelo modelo unisegmentado foram maiores do que o bissegmentado. Isso pode ter ocorrido devido ao menor número de locais avaliados, limitando provavelmente um melhor ajustamento do modelo aos dados.

Ocorreu o enquadramento nos cinco grupos e novamente entre as 20% menos produtivas não foi encontrada nenhuma do grupo B, igualmente o que se observou para as do grupo D entre as primeiras 20%

mais produtivas. Esse resultado comprova o que já havia sido reportado em outras culturas, ou seja, que variedades com coeficiente de regressão abaixo da unidade estarem associados normalmente a baixas produtividades.

Tabela 37. Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de açúcar obtidas na avaliação de genótipos de cana-de-açúcar do Ensaio de Caracterização 93.

VARIETADE	$\bar{Y}_i$	$\hat{\alpha}_i$	$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\beta}_{2i}$	β COMUM	GRUPO	R^2
7	15,0	15,0	1,78	1,15	1,44	B	73,5
20	14,9	14,9	0,99	0,75	0,87	C	62,0
15	14,6	15,3	1,42	0,29	-	E	60,9
1	14,1	13,0	0,47	2,10	-	A	75,4
2	13,9	13,5	0,39	1,06	-	A	56,3
8	13,8	13,8	1,27	0,76	1,07	C	71,0
11	13,7	13,1	0,61	1,52	-	A	60,3
17	13,6	13,6	0,72	0,79	0,79	D	57,3
18	13,4	13,4	0,95	0,64	0,79	D	88,0
10	13,4	14,0	1,26	0,36	-	E	67,2
12	13,1	13,1	0,93	0,98	0,94	C	71,4
5	13,1	16,2	2,32	0,56	-	E	67,9
6	13,1	13,1	0,91	0,88	0,92	C	64,2
19	13,0	13,0	1,67	1,36	1,48	B	84,6
3	12,8	12,8	0,45	0,68	0,55	D	65,3
16	12,8	12,8	0,86	0,71	0,81	D	70,6
14	12,7	12,7	0,98	0,77	0,88	C	76,2
13	12,7	13,2	1,79	1,02	-	E	91,9
9	11,6	11,6	0,98	0,76	0,89	C	65,0
4	8,4	6,0	-0,78	2,86	-	A	58,5

Houve concordância entre o comportamento das variedades SP81-5259 (19), SP70-1143 (3) e SP81-5193 (18), a primeira enquadrada no grupo B e as duas últimas no D, quando comparadas com o modelo de Eberhart & Russell (1966). Inclusive com relação aos R^2 , eles foram também muito elevados e de magnitudes próximas (Raizer, 1998).

Considerando o modelo de Cruz et al. (1989), notou-se que os parâmetros b_1 e b_1+b_2 foram não significativos para a variedade SP72-5713 (5), indicando que ela pode ser predita por um único segmento de reta. No entanto, no modelo não-linear, constatou-se que essa mesma variedade se enquadrou no grupo E, mostrando-se bastante responsiva aos ambientes de baixa qualidade ambiental e não aos de alta, apresentando R^2 de magnitude não muito elevada. A variedade SP71-6163 (4) mostrou

comportamento bastante semelhante pelos dois métodos, porém, associado a baixa produtividade de açúcar e a baixa previsibilidade.

Observando a Tabela 36, nota-se que não houve uma concordância boa no agrupamento das variedades pelos dois modelos. Das cinco variedades, apenas duas exibiram o mesmo tipo de comportamento (grupo E). As demais não mostraram concordância, ou seja, quando por um método o enquadramento foi no E no outro foi nos grupos B ou C. Provavelmente isso se deva aos baixos valores de R^2 encontrados para todas elas, sendo que, nessa situação, o de Cruz et al. (1989) mostrou valores maiores. Inferir para esse Ensaio qual dos dois métodos melhor discriminou o comportamento das variedades é uma decisão não muito confiável em função de seus ajustes não terem sido altos. Conclui-se que ambos os modelos não foram suficientemente adequados para tal discriminação. A Figura 13 ilustra o comportamento das variedades nos cinco grupos.

Figura 13 -. Comportamento dos genótipos de cana-de-açúcar enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), do Ensaio de Caracterização 93.

Através da Tabela 38, visualizam-se as estimativas dos parâmetros do Ensaio de Caracterização 94. A produtividade média de açúcar variou de 10,9 ton açúcar/ha a 14,7 ton açúcar/ha para as variedades SP82-1724 (16) e SP80-3280 (9), respectivamente. As estimativas dos parâmetros β_1 e β_2 foram bastante discrepantes,

permitindo o enquadramento das variedades nos cinco grupos. Os R^2 variaram de 53,9% da variedade SP80-0180 (8) até 91,6% da SP80-3390 (10), indicando ter havido uma previsibilidade bastante variável entre elas nos distintos grupos.

Tabela 38. Médias observadas e estimativas dos parâmetros de estabilidade segundo a metodologia de Toler (1990) para a produtividade de açúcar obtidas na avaliação de genótipos de cana-de-açúcar do Ensaio de Caracterização 94.

VARIEDADE	$\bar{Y}_i$	$\hat{\alpha}_i$	$\hat{\beta}_{1i}$	$\hat{\beta}_{2i}$	β COMUM	GRUPO	R^2
9	14,7	14,7	1,16	1,22	1,19	B	79,2
13	14,4	14,7	1,38	0,91	-	E	86,9
10	14,3	14,8	1,53	0,80	-	E	91,6
1	14,0	15,2	1,96	0,24	-	E	74,7
12	13,9	14,2	1,27	0,82	-	E	82,9
8	13,3	13,8	0,96	0,17	-	E	53,9
17	13,1	13,4	1,27	0,71	-	E	84,9
6	13,0	13,0	0,89	1,26	1,10	C	84,7
20	12,9	12,5	0,69	1,25	-	A	78,3
4	12,9	10,8	0,76	1,34	-	A	75,3
5	12,6	12,6	0,73	1,14	0,97	C	81,3
19	12,3	12,3	0,96	1,39	1,21	B	88,3
11	12,1	12,1	1,16	1,28	1,23	B	87,0
14	12,1	12,1	0,91	1,27	1,12	C	85,9
7	12,0	12,0	0,70	1,07	0,91	C	68,6
15	12,0	11,6	0,77	1,29	-	A	89,6
2	11,7	11,7	0,99	0,73	0,84	D	80,3
3	11,2	12,1	0,54	1,26	-	A	87,9
18	11,1	11,1	0,64	0,87	0,76	D	77,9
16	10,9	10,9	0,68	0,97	0,86	D	65,9

Observando-se a mesma tabela (38) nota-se que 20% das variedades (as mais produtivas), enquadraram-se nos grupos E e B, e as 20% inferiores nos grupos A e D. Níveis de produtividade intermediária e com boa previsibilidade foram constatadas de um modo geral nas variedades dos grupos A, B e C.

A variedade-padrão RB72454 (1) mostrou-se responsiva aos ambientes de baixa qualidade e menos responsiva à melhoria das condições ambientais. O seu comportamento é bastante semelhante ao encontrado por Raizer (1998) através do modelo de Cruz et al. (1989), embora os valores das estimativas tenham sido bastante diferentes, sendo inclusive até negativas para os ambientes favoráveis. Este mesmo material, considerando o modelo linear de Eberhart & Russell (1966) apresentou estimativas de b_i próxima da unidade, porém associada a um R^2 baixo.

Através da Tabela 36, observa-se que apesar de não ter havido um certo grau de concordância no enquadramento das variedades, houve uma tendência delas explorarem de maneira mais eficiente os ambientes desfavoráveis, exceção para a mais produtiva delas -SP80-3280-, que tendeu a ser mais responsiva nos melhores ambientes (grupos B e A). Quanto aos R^2 , observa-se que houve uma ligeira superioridade quando as variedades foram enquadradas através do modelo de Toler (1990). Embora essa supremacia não seja alta o suficiente para inferir com mais clareza a favor do não-linear, se for considerado todo o conjunto de variedades desse ensaio, nota-se a mesma tendência destacada anteriormente de estimativas um pouco maiores do não-linear em relação ao linear. A Figura 14 mostra o comportamento das variedades nos cinco grupos.

Figura 14 – Comportamento dos genótipos de cana-de-açúcar enquadrados nos grupos bissegmentados (A) e unisegmentados (B), do Ensaio de Caracterização 94.

Numa análise geral de todos os Ensaio de Caracterização, percebe-se que foi possível enquadrar as variedades nos cinco grupos. Isso foi possível graças ao grande número de variedades avaliadas, que mostraram ser geneticamente divergentes em virtude dos diferentes níveis de produtividades constatados. A quantidade de locais também favoreceu esse enquadramento, isto porque, além de eles terem sido muitos, foram bastante contrastantes, como pode-se visualizar pelos valores estimados

de μ_j (Anexo J a L). Os baixos erros associados às estimativas dos parâmetros β_1 , β_2 , β comum e α_i (Tabela 32 a 34), além da alta precisão experimental que foram para todos os anos de Caracterização menores que 8%, contribuíram também para esse enquadramento.

Para essa espécie foi possível comparar os resultados encontrados nessa pesquisa com aqueles obtidos por Raizer (1998), em função das variedades terem sido as mesmas.

Percebe-se que, além de ter havido de uma maneira geral um melhor ajustamento do modelo não-linear aos dados em relação aos lineares, julgado pelo R^2 , constatou-se também uma maior versatilidade no enquadramento das variedades pelo método de Toler (1990). Outra vantagem, agora de cunho estatístico, diz respeito aos testes das hipóteses que podem ser realizadas com maior rigor pelo método não-linear.

Destacaram-se as variedades SP80-1816 e SP82-6034 no Ensaio de Caracterização 92 que apresentaram padrão de resposta duplamente indesejável e desejável, respectivamente, ambas associadas a médias altas e igualmente a altas previsibilidades. Para o ano de Caracterização 93, destacaram-se as variedades SP77-3331, enquadrada no grupo B, e a variedade-padrão RB72454 com padrão de resposta duplamente desejável, as duas associadas a médias altas. Por fim, no Ensaio de Caracterização 94, sobressaíram-se as variedades do grupo E, entre elas a variedade-padrão RB72454 e a SP80-3390 todas as duas associadas a alta previsibilidade e médias também altas.

4.4 Estimativa da correlação ordinal (Spearman) entre os padrões de resposta dos materiais genéticos

Já foi comentado que um dos grandes inconvenientes que os modelos de regressão linear bissegmentados de estabilidade apresentam, é uma associação negativa e significativa entre os estimadores dos parâmetros do modelo que medem a adaptabilidade dos genótipos (coeficientes de regressão), responsáveis pela caracterização de seus

comportamentos nos ambientes inferiores e superiores. Outro inconveniente, é com relação à mudança do ângulo formado pelas retas, que se dá justamente na média do índice ambiental, que no caso particular, é igual a zero, por tratar-se de um desvio entre as médias dos ambientes e a média geral do ensaio (Eberhart & Russell, 1966).

Na realidade, a mudança de comportamento dos genótipos dos ambientes inferiores para os superiores, dado pelo ângulo formado e quantificado pelos valores de b_1 e b_1+b_2 , como reportado na literatura (Verma et al., 1978; Silva & Barreto, 1985; Fonseca Júnior, 1987) não é reflexo da constituição genética dos materiais e sim, devido à falha nas metodologias, que acarretam tal correlação residual o que, em termos práticos, pode prejudicar o processo de seleção para os padrões de estabilidade (Vencovsky & Barriga, 1992; Cruz & Regazzi, 1994). Visando a contornar esse inconveniente de ordem metodológica, Cruz et al. (1989), propuseram uma leve modificação no modelo de Silva & Barreto (1985), acarretando com ela a independência entre os estimadores b_1 e b_1+b_2 . Argumentam que, caso haja correlação, ela é decorrente simplesmente das causas genéticas dos materiais sob avaliação.

No caso particular do modelo não-linear, não foram apresentados por Toler (1990) estudos mais detalhados para verificar se há ou não ocorrência de associação entre $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_2$. Assim, procedeu-se a uma análise de correlação para quantificar o grau de associação entre esses parâmetros, utilizando para essa estimativa o coeficiente de correlação ordinal ou classificatória de Spearman (Steel & Torrie, 1980) e comparando-as com as obtidas pelo modelo modificado de Cruz et al. (1989). Esses resultados estão apresentados na Tabela 39.

Faz-se necessário tecer alguns comentários antes de se proceder à discussão desses resultados. Em primeiro lugar, foram considerados para cada uma das espécies, todos os valores estimados de β_1 e β_2 , independentemente se eles foram estatisticamente iguais pelo teste da hipótese $H(\beta_1=\beta_2)$, o que, nesse caso, implica na ocorrência de um β comum, em que o enquadramento se deu nos grupos unissegmentados. O motivo de tal procedimento, deveu-se ao pequeno

número de graus de liberdade que se teria para testar esse coeficiente de correlação, visto que a maioria dos genótipos dessas espécies enquadraram-se bem menos nos grupos extremos (A e E) em relação aos intermediários (B, C e D). Convém observar, que esta correlação deve ser enfocada sobre dois aspectos. O primeiro deles é com relação à sua influência na média estimada dos genótipos dos grupos A e E. Em segundo lugar, para verificar se os estimadores desses parâmetros no, ponto médio de união ($\mu_j=0$), são independentes.

4.4.1 Estimativa das correlações

Na Tabela 39 estão relacionadas as estimativas da correlação entre $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_2$ do modelo de regressão não-linear e, entre b_1 e b_1+b_2 do modelo linear preconizado por Cruz et al. (1989), para as três espécies pesquisadas em cada um dos anos/safras.

Observando cada uma delas, nota-se que, no caso do milho, houve um certo grau de relacionamento entre $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_2$, para os anos/safras 1992/93 e 1993/94 para o ciclo normal e, 1994/95 para o ciclo precoce ensaiado na região Sul. Estas estimativas, além de terem sido de magnitudes intermediárias, foram negativas, indicando que os valores de $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_2$ são de grandezas inversamente proporcionais. Na prática, significa que aqueles materiais genéticos que apresentaram alto índice de resposta nos ambientes inferiores, identificado pelos valores de $\hat{\beta}_1$, mostraram baixos índices nos ambientes superiores ($\hat{\beta}_2$) e vice-versa. Os materiais que exibiram esses tipos de comportamentos, podem se enquadrar nos grupos A ou E. No caso do grupo A, eles apresentam $\beta_1 < 1$ e, conseqüentemente, $\beta_2 > 1$. Para os do grupo E, ocorre o contrário, $\beta_1 > 1$ e $\beta_2 < 1$. A equação 4, mostra a expressão do estimador $\hat{\alpha}_i$ para esses grupos. Partindo do pressuposto que $\sum \hat{Z}_i \hat{\mu}_i$ é sempre negativo, como já visto, esta associação encontrada faz com que as estimativas das produtividades médias dos materiais do grupo A sejam normalmente menores que as

médias observadas e, vice-versa, para os materiais do grupo E independentemente da magnitude de $\sum \hat{Z}_j \hat{\mu}_j$.

Essa associação negativa entre esses dois parâmetros, vem reforçar que a seleção de genótipos não deve ser praticada com base nas estimativas da produtividade no ambiente médio ($\hat{\alpha}_1$), como já havia sido constatado. Pode-se também atribuir, a essa associação negativa, que o ângulo quantificado pelos valores estimados de β_1 e β_2 são dependentes e inversamente proporcionais. A princípio, poder afirmar que essa correlação é inerente ao modelo e não a causas genéticas, é errôneo. Isto porque o processo de estimação do modelo não-linear é mais complexo do que os lineares, o que dificulta um detalhamento maior para esse tipo de esclarecimento. Sugerem-se desse modo, estudos dirigidos para poder realmente quantificar essa correlação. Supondo que essa associação seja residual, ela não chega a ser desejada pelos melhoristas, pois, quando eles praticam a seleção visando a obter materiais mais responsivos nos ambientes superiores ($\beta_2 > 1$), automaticamente estão selecionando para baixa resposta nos ambientes inferiores ($\beta_1 < 1$). O ideal é que não ocorra associação, ou, caso ocorra, que elas sejam preferencialmente pequenas, de modo que a seleção para os materiais com desempenho favorável nos ambientes superiores não reflita em baixa capacidade de resposta nos ambientes menos tecnificados.

Ressaltando agora o ano/safra 1994/95 para o ciclo normal e precoce cultivado na região Centro, verifica-se que as correlações foram não significativas, indicando não haver associação detectável entre β_1 e β_2 . Como já mencionado, trata-se de um tipo de associação desejável, porque a média estimada de um dado material não ficaria em função da magnitude do seu padrão de resposta nos dois ambientes. Ademais, o ângulo de inclinação da reta, formado no ponto médio da qualidade do ambiente ($\mu_j = 0$) para β_2 seria independente do ângulo formado para β_1 .

As estimativas da correlação obtidas entre b_1 e $b_1 + b_2$ do modelo linear foram não significativas, exceto para o ciclo normal no ano 1994/95. No entanto, não foi verificada uma perfeita concordância entre a

significância dos coeficientes de correlação entre os dois modelos. Observa-se que, quando $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_2$ mostraram estar associados, b_1 e b_1+b_2 , por outro lado, mostraram haver nenhuma associação. Esse resultado, a princípio permite inferir com ressalvas que, a correlação constatada entre $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_2$, são meramente residuais, o que não é desejável.

Tabela 39. Correlação ordinal entre as estimativas dos parâmetros de estabilidade do modelo de regressão não-linear bissegmentado (β_1 e β_2) e entre as estimativas dos parâmetros de estabilidade do modelo de regressão linear bissegmentado (b_1 e b_1+b_2) propostos por Cruz et al. (1989) nas três espécies: milho, feijão e cana-de-açúcar.

M I L H O	Normal						Precoce Centro		Precoce Sul		
	1992/93		1993/94		1994/95		1994/95		1994/95		
	β_2	b_1+b_2	β_2	b_1+b_2	β_2	b_1+b_2	β_2	b_1+b_2	β_2	b_1+b_2	
	β_1	-0,46**	-	-0,39**	-	0,25	-	0,16	-	-0,50**	-
	b_1	-	0,05	-	0,20	-	0,41*	-	0,40**	-	0.02
FEIJÃO	Ensaio Intermediário 1994/95		Ensaio Final 1995/96		Ensaio Final 1996/97		Ensaio Final 1995/96 e 1996/97				
	β_2	b_1+b_2	β_2	b_1+b_2	β_2	b_1+b_2	β_2	b_1+b_2			
	β_1	0,02	-	-0,15	-	-0,74**	-	-0,82**	-		
	b_1	-	0,62*	-	-0,09	-	-0,39	-	-0,02		
CAN DE AÇÚCAR	Caracterização 92		Caracterização 93		Caracterização 94						
	β_2	b_1+b_2	β_2	b_1+b_2	β_2	b_1+b_2					
	β_1	-0,16	-	-0,35	-	-0,43	-				
	b_1	-	0,37	-	0,30	-	0,28				

* e **: Significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade pelo teste t, respectivamente; Demais valores não foram significativos ao nível de 5% de probabilidade.

Como já mencionado, as estimativas das correlações entre os coeficientes de adaptabilidade dos modelos lineares (b_1 e b_1+b_2) dado por Cruz et al. (1989), foram consideradas como padrão dada a pressuposição de independência, ou caso ocorra, serem devidas unicamente a causas

genéticas, como já foi confirmado em outras pesquisas (Davide, 1992; Arias, 1996; Raizer, 1998).

Quanto a correlação negativa entre $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_2$, há evidências dela realmente existir. No tópico anterior, já havia sido constatado que os materiais do grupo A, que se identificam por apresentarem $\beta_1 < 1$ e $\beta_2 > 1$, mostraram médias baixas e as do grupo E, o contrário em relação às médias observadas dos materiais. Como o componente $\sum \hat{Z}_j \hat{\mu}_j$ é sempre negativo (equação 4), $\hat{\alpha}_i$ fica em função das magnitudes das estimativas dos parâmetros que refletem os padrões de respostas dos materiais genéticos.

Para a cultura do feijoeiro (Tabela 39), nota-se que houve dois casos em que a correlação entre $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_2$ foi não significativa (anos/safras 1994/95 e 1995/96) e dois em que ela foi altamente significativa ($P < 0,01$). Percebe-se que, nos dois primeiros anos/safras, a frequência de genótipos nos grupos extremos foi menor que 10% e nos demais, acima de 20%, destacando-se o ano/safra 1996/97 com cerca de 65% (Tabelas 28 a 31). A alta frequência de genótipos nos grupos extremos do ano/safra 1996/97 contribuiu provavelmente para a ocorrência dessa associação negativa. Já havia sido constatado que os valores de R^2 para esses grupos extremos não foram tão elevados assim, o que faz com que essas estimativas não reflitam a verdadeira realidade produtiva dos genótipos. Associando dessa forma, as informações dos resultados obtidos das correlações e dos valores do ajustamento do modelo aos dados (R^2), é possível inferir que para um maior sucesso na seleção de genótipos, não se deve considerar como critério seletivo as informações advindas das estimativas das produtividades no ambiente médio ($\hat{\alpha}_i$).

Pela metodologia linear, apenas o ensaio intermediário (1994/95) mostrou dependência entre os parâmetros b_1 e $b_1 + b_2$. Ressalta-se que esse ensaio foi conduzido em poucos ambientes (total de cinco) com poucos genótipos (total de 10), o que provavelmente pode ter acarretado essa associação fraca.

Para a cana-de-açúcar, observa-se que nos três anos de caracterização, as correlações entre as estimativas dos parâmetros do modelo não-linear e linear foram não significativos, sendo negativas para o de Toler (1990) e positiva para o de Cruz et al. (1989). Nos Ensaio de Caracterização 93 e 94, essas estimativas estiveram muito próximas da significância ao nível de 5% de probabilidade. A frequência das variedades alocadas nos grupos A e E foi alta, acima de 40%. Esses resultados podem ter ocorrido devido aos valores estimados do β comum, terem sido bastante diferentes da unidade (variaram de 0,40 a 1,58 - Tabelas 32 a 34).

De um modo geral, notou-se a existência de correlação entre $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_2$, influenciando a média dos genótipos dos grupos extremos e conseqüentemente o ângulo de inclinação da reta, formado quando se passa do ambiente desfavorável para o favorável. Em geral, elas foram negativas, mesmo para aquelas que se mostraram não significativas. Não houve muita coerência entre as estimativas de correlação obtidas a partir das estimativas de Toler (1990) e de Cruz et al. (1989), para as culturas do milho e feijão, fato que não ocorreu com a cana-de-açúcar.

Outro fato que ficou evidenciado, é que a correlação entre $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_2$ é provavelmente mais forte e negativa quando a diferença entre $|\beta_2 - \beta_1|$ aumenta, caracterizando os grupos A e E (equação 4). Concomitantemente quando o mencionado acima ocorre, o componente $\frac{1}{q} \sum \hat{Z}_j \hat{\mu}_j$ também cresce, ou seja, é possível que a correlação entre $\hat{\beta}_1$ e $\hat{\beta}_2$ afete $\hat{\alpha}_i$ nos respectivos sentidos já discutidos. Deste modo, quando o contraste entre $\beta_2 - \beta_1$ for positivo, $\hat{\alpha}_i < \bar{Y}_i$ e quando for negativo, $\hat{\alpha}_i > \bar{Y}_i$.

4.5 Considerações finais

De uma maneira geral, os programas de melhoramento conduzidos nas empresas de sementes ou nas instituições de pesquisas, não têm como principal objetivo o estudo da estabilidade fenotípica de cultivares. Esse tipo de estudo, na maioria das vezes, é realizado nas

etapas finais desses programas e para os caracteres de baixa herdabilidade, como por exemplo, a produtividade de grãos. Nas etapas iniciais, os ensaios são geralmente conduzidos em poucos ambientes, visando a outras características, normalmente de alta herdabilidade e, provavelmente, muitos materiais que são descartados nessas etapas, poderiam apresentar uma alta frequência de alelos favoráveis para adaptabilidade e estabilidade, visto elas apresentarem um certo grau de controle genético como ficou constatado em várias outras oportunidades com diferentes espécies (Bonato, 1977; Santos, 1980; Torres, 1988).

A estabilidade fenotípica é uma alternativa que os melhoristas preferencialmente lançam mão para atenuar um fenômeno tão comum nos programas de melhoramento genético, que é a interação significativa de genótipos com ambientes. Com essa finalidade, os modelos de regressões lineares têm sido os mais empregados, embora pecam em alguns aspectos, principalmente de ordem estatística e biológica para explicar melhor o comportamento dos genótipos diante das oscilações ambientais. Na literatura, encontram-se diversos trabalhos questionando tais métodos (Lin et al., 1986; Westcott, 1986; Crossa, 1990). Atualmente e, principalmente, devido aos recursos computacionais facilmente disponíveis, muitas outras metodologias têm surgidas para poder melhor explicar esse fenômeno. Destaca-se dentre as muitas sugeridas, aquelas que fazem uso das análises multivariadas e, entre elas o AMMI (*Additive Main Effects and Multiplicative Interactions Analysis*) tem sido uma das mais aplicadas nos últimos anos, cujo objetivo é decompor a interação de genótipos com ambientes por intermédio da técnica dos componentes principais (Zobel et al., 1988, Crossa, 1990; Kang & Gauch, 1996; Duarte & Vencovsky, 1998).

Outra alternativa visando a contornar inconvenientes de ordem metodológica é através do emprego de modelos de estabilidade que fazem uso de regressão não-linear nos parâmetros. Nesse sentido, Toler (1990) propôs um modelo que, segundo ele, é estatisticamente um aprimoramento das análises de estabilidade que empregam a regressão linear, visto que os testes para as hipóteses a respeito dos parâmetros não violam os princípios básicos das análises de regressão.

O índice ambiental (I_j) como concebido inicialmente por Eberhart & Russell (1966), é alvo de muitas críticas por ele ser estimado separadamente, porém, com base nos próprios dados dos genótipos, não sendo, como pressuposto, uma variável estranha ao modelo. Embora nesse modelo não-linear, o estimador do parâmetro que avalia a qualidade ambiental (μ_j) que equivale ao I_j dos modelos lineares, utilize também os próprios dados dos genótipos, o processo de estimação é diferente e mais complexo (processo iterativo de quadrados mínimos não-lineares). Assim, μ_j é estimado de forma conjunta com os demais parâmetros do modelo (α_i , β_{1i} , e β_{2i}), utilizando-se simultaneamente todas as informações contidas na tabela de dupla entrada, isto é, as linhas e colunas (genótipos e ambientes, respectivamente).

Obtidas as estimativas dos parâmetros do modelo, procede-se aos testes das hipóteses. Assim, têm-se para cada parâmetro que caracteriza os ambientes desfavoráveis (β_{1i}) e favoráveis (β_{2i}), os testes a saber: $H(\beta_{1i}=1)$ e $H(\beta_{2i}=1)$, isso para que os genótipos possam se enquadrar nos grupos extremos, A ou E. Outro teste que se faz necessário $H(\beta_{1i} = \beta_{2i} = \beta_i = 1)$, é para verificar se agora os dois segmentos de reta são estatisticamente iguais, sendo que, o comportamento dos genótipos diante dos ambientes passa a ser melhor predito por apenas um segmento de reta. Caso essa hipótese seja aceita, eles poderão se enquadrar nos grupos B, C ou D, conforme a significância do β_i . Se for maior, igual ou menor que a unidade, enquadraram nos grupos B, C e D, respectivamente.

Foi possível ter os genótipos de todas as espécies estudadas enquadrados em grupos distintos, o que permitiu visualizar o seu comportamento diante dos ambientes e inferir para aqueles onde potencialmente poderão se expressar melhor. O teste das hipóteses possibilitou que os materiais genéticos fossem alocados nos grupos conforme o seu padrão de resposta. Esse resultado permite deduzir que os genótipos das distintas espécies são geneticamente contrastantes quanto ao padrão de resposta, visto ter sido possível encontrar os cinco tipos de padrões.

Outro ponto a considerar, é que após o enquadramento dos genótipos nos cinco grupos, eles também foram classificados segundo o seu nível de produtividade, o que permitiu caracterizá-los com base nessas duas características simultaneamente. Essas características são, sem dúvida, além de importantes, bastante interessantes, pois auxilia na seleção e descarte de materiais através de um maior discernimento entre eles. Para tanto, baseando-se nas tabelas que identificam os grupos onde os genótipos foram alocados (17 a 19, 22 e 23 para a cultura do milho; 28 a 31 para o feijoeiro e 35, 37 e 38, para a cana-de-açúcar) fez-se um novo enquadramento, considerando agora os 20% mais e menos produtivos, os 20% intermediários os 20% localizados imediatamente acima e abaixo desses intermediários, utilizando as médias observadas ($\bar{Y}_i$). Cada uma das espécies foi analisada separadamente, independentemente dos anos/safras e, posteriormente, as três juntamente, sendo elas dispostas nas Tabelas 40 a 43.

Para o milho (Tabela 40), observa-se que as porcentagens de materiais alocados nos grupos extremos A e E (11% e 9%) foi de apenas 20%, ou seja, são de baixa frequência. Já o restante, distribui-se nos grupos cuja característica é apresentarem um único segmento de reta (B, C e D). Dentro desses, destaca-se o grupo C que concentrou 51% de todos os materiais genéticos. Essa proporção encontrada de materiais de comportamento uni versus bissegmentado foi de aproximadamente 4:1, indicando que os programas de melhoramento tal como está sendo conduzido para essa espécie, oferece menos oportunidade de seleção para os padrões de resposta bissegmentados.

Tabela 40. Número de materiais de milho classificados de acordo com os níveis de produtividade e os grupos em que foram enquadrados.

PRODUTIVIDADE	GRUPOS				
	A	B	C	D	E
20% mais produtivos	4	17	19	1	2
20% seguintes	5	11	23	1	3
20% intermediários	6	2	25	7	6
20% seguintes	5	3	26	5	3
20% menos produtivos	4	0	19	16	5
Porcentagem de genótipos	11%	15%	51%	14%	9%

Outra constatação, é que o padrão de resposta duplamente desejável (grupo A), apresentou apenas quatro materiais alocados entre os 20% mais produtivos (1,8%), proporção esta igual a ocorrida entre os últimos 20% menos produtivos. Desempenho semelhante ocorreu entre os materiais do grupo E. A sua frequência entre os 20% de maior produção foi também baixa (0,9%). Outro fato que merece destaque, foi a não ocorrência de nenhum material do grupo B entre os 20% menos produtivos. Eles destacaram-se por serem sim, altamente produtivos. Esse resultado confirma para o modelo em estudo que, coeficientes de regressão (β_i) maiores que a unidade estão também associados as médias altas, como já havia sido reportado para os lineares (Bonato, 1977; Santos, 1980, Duarte, 1988, Arias, 1996). Observando agora a frequência daqueles que compõem o grupo D, nota-se que cerca de 50% enquadraram-se na faixa dos menos produtivos. Os integrantes desse grupo caracterizam-se por apresentarem $\beta_i < 1$, ou seja, são materiais que não apresentam boa responsividade. Fazendo-se um paralelo com os resultados obtidos da literatura que empregaram os modelos lineares, constatou-se que aqueles materiais que apresentavam $b < 1$ estavam também associados a baixa produtividade (Bonato, 1978; Santos, 1980; Duarte, 1988; Arias, 1996; Gonçalves, 1997; Raizer, 1998). Para os materiais do grupo C, que apresentam $\beta_i = 1$ e, caracterizam-se por exibirem desempenho paralelo à média dos ambientes, mostraram produções intermediárias. Esses resultados estão de acordo, de uma maneira geral, com os encontrados por Toler (1990), onde foi constatado que cerca de 87% dos materiais genéticos estavam enquadrados nos grupos unissegmentados.

Para o feijão (Tabela 41) nota-se que, a maior frequência dos genótipos ocorreu também nos grupos onde os comportamentos podem ser preditos por um único segmento de reta (B, C e D), destacando-se, como no caso do milho, o grupo C abrangendo a maioria dos genótipos (49%). Para essa cultura, houve uma ocorrência maior de genótipos nos grupos A e E do que se viu em milho. A proporção de genótipos de comportamento unissegmentados e bissegmentados foi de aproximadamente de 2:1, relação essa menor do que a encontrada para o milho. Esse resultado é um

indicativo de que a seleção para os padrões de resposta bissegmentados para essa espécie pode ser mais eficiente.

Essa espécie por ser de ciclo precoce, mostra-se bastante sensível às mudanças ambientais, de modo que pequenas oscilações macroambientais podem acarretar alterações nas suas produtividades. Isso em parte favorece o enquadramento nos grupos bissegmentados. Foi detectado apenas um genótipo entre os 20% mais e menos produtivos, respectivamente para os grupos A e B (2%) e, somente dois, para os primeiros 20% do grupo E (4%). Nesse último grupo não houve genótipos entre os 20% menos produtivos, sendo que eles praticamente concentraram-se na faixa dos 80% mais produtivos. Os enquadrados no grupo D estiveram localizados na faixa dos 40% mais e menos produtivos, porém em baixíssima frequência (6%).

Tabela 41. Número de genótipos de feijão classificados de acordo com os níveis de produtividade e os grupos em que foram enquadrados.

PRODUTIVIDADE	GRUPOS				
	A	B	C	D	E
20% mais produtivos	1	2	4	1	2
20% seguintes	3	1	2	1	3
20% intermediários	0	1	8	0	2
20% seguintes	1	1	5	1	2
20% menos produtivos	3	1	6	0	0
Porcentagem de genótipos	15,5%	12%	49%	6%	17,5%

Na cana-de-açúcar (Tabela 42), a maior frequência das variedades ocorreu, ao contrário do que foi visto até o momento, entre os grupos extremos A e E. No entanto, em termos proporcionais, em relação as variedades de comportamento predita por um único segmento de reta (B, C e D) foi de aproximadamente 1:1. Nota-se assim, haver para essa espécie, uma maior oportunidade para se selecionar para o padrão de resposta bissegmentado. Na faixa das primeiras 20% mais produtivas do grupo A, foram encontradas três variedades, o que em termos percentuais equivale a 4,6% de todo o conjunto avaliado, quantidade esta baixa, o que é um indicativo da dificuldade de se encontrar variedades com essas características. A menor ocorrência se deu para as do grupo B com 14%.

Outro fato verificado, foi a de ter havido também, variedades enquadradas entre as 20% menos produtivas no grupo B. Para as do grupo D não foram encontradas variedades na faixa dos 20% mais produtivas. Na literatura, de um modo geral, foi verificado que, quando os materiais se encontram numa fase mais avançada de melhoramento, os seus comportamentos tendem a ser melhor explicados por uma única linha de regressão. No caso particular da cana-de-açúcar, observou-se que as variedades distribuíram-se equitativamente entre os tipos uni e bissegmentados. Segundo Raizer (1998), esses Ensaios de Caracterização já se encontravam em teste por mais de seis gerações, tratando-se pois, de clones com um elevado grau de melhoramento. Pode-se argumentar também que, devido aos efeitos ambientais de teste, foi possível encontrar tantas variedades nos grupos bissegmentados. No entanto, o que se percebe para essa espécie, foi a capacidade do modelo, a sua versatilidade, em explicar melhor o comportamento dos materiais diante das variações ambientais, possibilitando constatar a sua potencialidade em se expressar nesses ambientes ensaiados.

Considerando agora todas as culturas conjuntamente (Tabela 43), nota-se que a maior frequência dos genótipos recaiu sobre o grupo C. Em torno de 27% enquadraram-se nos grupos extremos (A e E). No trabalho conduzido por Toler (1990), foram encontrados cerca de 87% dos genótipos nos grupos B, C e D e o restante, nos grupos A e E (13%).

Tabela 42. Número de variedades de cana-de-açúcar classificados de acordo com os níveis de produtividade e os grupos onde eles foram enquadrados.

PRODUTIVIDADE	GRUPOS				
	A	B	C	D	E
20% mais produtivos	3	3	1	0	
20% seguintes	3	2	3	1	4
20% intermediários	3	1	3	3	3
20% seguintes	2	2	3	4	2
20% menos produtivos	4	1	4	3	1
Porcentagem de genótipos	23%	14%	21,5%	17%	24,5%

É importante ressaltar, que nos resultados obtidos por Toler (1990), foram consideradas várias culturas (algodão, cevada, milho, soja e

trigo) e que também, as condições ambientais em que aquelas espécies foram expostas, são mais definidas, apresentam menos oscilações climáticas do que as zonas tropicais, o que provavelmente pode ter favorecido o enquadramento nos grupos lineares. De certa forma, esses materiais estudados por Toler (1990) foram testados durante vários anos em várias localidades e já se tratavam, de um modo geral, de materiais com elevado grau de melhoramento. Essa observação permite inferir, com certas ressalvas que, conforme o grau de melhoramento da espécie, pode-se notar uma certa tendência de eles se enquadrarem nos grupos A ou E se forem menos melhorados, ou nos grupos B, C ou D se forem mais melhorados. Esse comentário é bastante interessante, pois se imaginar que as espécies, quando se apresentam com elevado grau de melhoramento, podem mostrar níveis de produtividade bastante próximos, um único segmento de reta pode teoricamente explicar esse comportamento. Já aquelas espécies com menor grau de melhoramento, podem por sua vez, apresentar níveis de produtividade bem diferentes, e provavelmente, ser melhor representadas através de dois segmentos de reta. Com base nessa colocação, pode-se deduzir então que o milho apresenta maior grau de melhoramento do que o feijão e este por sua vez, maior que o da cana-de-açúcar. Com respeito a esse comentário, pode-se mencionar também que, pelo fato dos programas de melhoramento não priorizarem a estabilidade, acabam reduzindo a variabilidade genética disponível para o padrão de resposta.

Tabela 43. Número de genótipos, considerando as três espécies conjuntamente (milho, feijão e cana-de-açúcar), classificados de acordo com os níveis de produtividade e os grupos em que foram enquadrados.

PRODUTIVIDADE	GRUPOS				
	A	B	C	D	E
20% mais produtivos	8	22	24	2	10
20% seguintes	11	14	28	3	10
20% intermediários	9	4	36	10	11
20% seguintes	8	6	34	10	7
20% menos produtivos	11	2	29	19	6
Porcentagem total	14%	14,5%	45,5%	13%	13%

Observando as figuras, de um modo geral, o que se constata é que os genótipos do grupo E partem, na maioria das vezes, de patamares de produtividades relativamente baixos nos ambientes inferiores, alcançando níveis elevados, inclusive acima da média geral do ensaio nesses mesmos ambientes. Por outro lado, os genótipos do grupo A partem dos ambientes inferiores com produtividades geralmente altas. Esse comentário evidencia a vantagem dos genótipos do grupo E em explorar eficientemente os ambientes inferiores em relação aos do grupo A, podendo alguns deles apresentar, no final, patamares de produtividades superiores aos do grupo A. Para os materiais dos grupos unisegmentados, observa-se que eles respondem de forma dinâmica à melhoria da qualidade ambiental, e de uma maneira geral, os do grupo B e C já partem de altas produtividades, o que não ocorre com os do grupo D, como pode ser visto pelas figuras. Todavia, fica evidenciada a dificuldade em se associar inicialmente, num dado cultivar, padrão de resposta duplamente desejável (tipo A) com alta produtividade e alta previsibilidade.

Como visto, o padrão de resposta duplamente desejável (tipo A) é tido como o ideal, pois ele é tolerante quando cultivado em condições ambientais adversas e torna-se responsivo quando essas condições são favoráveis. Esse material é, entretanto, bastante exigente no que diz respeito a responder em produtividade quando as condições ambientais não são as superiores. É um tipo de material que na realidade não é de muito interesse para os agricultores que empregam baixos níveis tecnológicos em suas lavouras, pois é possível encontrar alguns genótipos que são menos exigentes a essa questão de qualidade ambiental e bastante produtivos. Outro fato a mencionar, é que os materiais enquadrados no grupo A, por apresentarem $\beta_{11} < 1,0$ estão associados normalmente a baixos níveis de produtividades, como já havia sido salientado anteriormente. Assim, deve-se observar durante a fase de recomendação de cultivares, não somente o padrão de resposta, mas também, as suas produtividades médias e para quais tipos de agricultores eles serão indicados.

Essa associação constatada entre os materiais do grupo A estarem normalmente associados às menores produtividades ($\bar{Y}_i$), não

deixa de ser um fator desencorajador para os melhoristas de plantas. O desejável seria a existência de correlação positiva ou até mesmo a sua ausência entre essas propriedades. Assim, haveria a possibilidade de se selecionar cultivares que fossem responsivos em ambientes de melhor qualidade e que, também, fossem pouco afetados quando essa qualidade piora, tudo isso, aliado a uma alta produtividade.

Como visto, é um fenômeno raro encontrar num dado genótipo essas duas características simultaneamente. Assim, deve-se procurar outras estratégias de melhoramento que proporcionem uma maior probabilidade de se encontrar genótipos com tais características. Sugere-se que, se trabalhe com uma maior quantidade de materiais genéticos e se proceda já nas fases iniciais, à seleção para padrão de resposta dos genótipos. Por esse procedimento, espera-se aumentar a chance de se encontrar materiais que contemplem aquelas características. No que diz respeito a esse comentário, deve-se deixar bem claro que, embora haja um certo grau de controle genético para a estabilidade este é baixo e inclusive menor que o da produtividade, o que dificultaria sensivelmente o processo de seleção. Em termos práticos, normalmente nessas etapas iniciais, apesar de haver muitos materiais para serem avaliados, a disponibilidade de semente normalmente não é muito alta e com a necessidade do uso de repetição preferencialmente em vários ambientes, pode tornar esse processo até mesmo inexequível.

Outro fato que foi verificado e que merece ser enfatizado, é com respeito ao CV, ao número de genótipos e de ambientes analisados. É desejável, para que ocorra o enquadramento dos genótipos nos cinco grupos, que os materiais sejam bem avaliados, sendo isso refletido pelos baixos valores de CV. Do mesmo modo, um elevado número de genótipos e de ambientes contribui satisfatoriamente para esse enquadramento, possibilitando inclusive, uma maior divergência ambiental dada por μ_j , o que reflete num processo de seleção mais eficiente. Voltando aos CV's, já foi mencionado que valores elevados estão, normalmente, associados a médias baixas e não a desvio padrões elevados. Conforme relatam Storck & Vencovsky (1992), é interessante nos estudos de estabilidade e adaptabilidade, que aquelas localidades que apresentam CV's elevados,

sejam também considerados na avaliação, isto porque, haveria assim, a possibilidade de se encontrar cultivares de comportamento também desejável para esses ambientes.

Foi constatado nessa pesquisa, de um modo geral, uma associação negativa e significativa entre $\hat{\beta}_{1i}$ e $\hat{\beta}_{2i}$, afetando a média estimada ($\hat{\alpha}_i$) dos genótipos dos grupos A e E. O interessante seria, que não ocorresse esse fenômeno, pois, não refletiria em médias baixas do grupo A e o ângulo formado pelos dois segmentos de reta seria independente um do outro, no ponto de união ($\mu_j=0$).

Aventa-se, com relação ao ponto de união dos dois segmentos de reta, que ele variasse de genótipo para genótipo. Biologicamente isso é correto, pois, cada genótipo tem um comportamento que lhe é inerente em função de sua constituição genética, de modo que a sua sensibilidade à mudança ambiental é particular e provavelmente diferente de um material para outro. Assim, um dado genótipo poderia mudar o seu ângulo de resposta à melhoria do ambiente, num ponto que pode situar à direita ou à esquerda da média ambiental ($\mu_j=0$) e não, necessariamente, sobre essa média, que é uma pressuposição dos modelos de estabilidade que utilizam a regressão bissegmentada. Proposta neste sentido foi apresentada por Silva (1998) para um modelo linear bissegmentado. Relacionado a esse comentário, pode-se indagar que, sendo o ponto de união dos dois segmentos de reta pressupostamente diferente de zero, ele acarretaria a independência entre $\hat{\beta}_{1i}$ e $\hat{\beta}_{2i}$? Foi visto que para alguns genótipos, os R^2 eram pequenos, indicando um ajuste inadequado do modelo aos dados. Realmente isso pode ter ocorrido em função das causas metodológicas. Ou seja, os modelos empregados para essa finalidade forçam a inclinação da reta no ponto de união $\mu_j=0$, sendo que na realidade essa inclinação pode estar num ponto diferente desse. Deste modo, é de se esperar que os desvios sejam muito grandes pelo fato de os pontos se localizarem com maior frequência acima ou baixo da média ambiental, acarretando baixos valores de R^2 para um dado genótipo. Silva (1998), na sua pesquisa,

encontrou R^2 elevados, superiores aos outros modelos bissegmentados utilizados para comparação.

De uma maneira geral, foi possível observar que a metodologia aqui utilizada mostrou-se útil para classificar os cultivares segundo a suas produtividades e também quanto a seu padrão de resposta, permitindo que houvesse um maior discernimento entre eles, o que facilita o processo de seleção e recomendação de cultivares aos agricultores.

Apesar dessa versatilidade do modelo, mais pesquisas devem ser conduzidas visando a dar uma luz a este fenômeno tão intrigante nos programas de melhoramento que é a interação de genótipos com ambientes.

5 CONCLUSÕES

O presente estudo possibilitou concluir que:

- a) A metodologia utilizada mostrou-se bastante útil em classificar os materiais genéticos segundo a suas produtividades e seus padrões de resposta, o que contribuiu para um maior discernimento de seus comportamentos;
- b) Verificou-se, de uma maneira geral, a ocorrência de associação negativa entre $\hat{\beta}_{1i}$ e $\hat{\beta}_{2i}$ afetando as médias estimadas dos materiais genéticos dos grupos A e E, o que a princípio mostra-se como uma desvantagem do modelo;
- c) Os materiais alocados no grupo A (padrão convexo), mostraram-se estar associados a produtividades médias intermediárias a baixas, ao contrário do que se constatou para os materiais do grupo E (padrão côncavo), que apresentaram alta produtividade. Já os dos grupos unisegmentados, exibiram níveis variáveis de produtividades;
- d) Os materiais genéticos dos grupos A e E apresentaram, no geral, previsibilidades relativamente altas, geralmente semelhantes as dos grupos B, C e D; no entanto, os coeficientes de determinação daqueles enquadrados no grupo E foram de magnitudes sensivelmente maiores do que os do A;
- e) Considerando as três espécies conjuntamente, verificou-se a maior ocorrência de materiais genéticos enquadrados nos grupos que são preditos por um único segmento de reta (73%) destacando-se o C com cerca de 45% de todos eles;
- f) Materiais em estágio mais avançado de melhoramento mostraram menos oportunidade de seleção para o padrão de resposta bissegmentado. Isso ficou caracterizado pela proporção de materiais de comportamento uni

versus bissegmentados detectados nos materiais estudados que foi de aproximadamente 4:1 no milho, 2:1 no feijão e de 1:1 na cana-de-açúcar;

- g) Ficou clara a dificuldade em se associar num dado genótipo, padrão de resposta duplamente favorável com alta produtividade e alta previsibilidade. De fato, a frequência de materiais associando essas propriedades foi de 1,8% no milho, 2,0% no feijão e 4,6% na cana-de-açúcar;
- h) Para um maior sucesso dos programas de melhoramento, é conveniente que se pratique seleção para o padrão de resposta em fases não muito avançadas, quando o número de genótipos ainda não foi reduzido excessivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A.F.B.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. Desempenho e estabilidade fenotípica de cultivares de feijão em algumas localidades do estado de Minas Gerais no período de 1989/1991. **Ciência e Prática**, v.16, n.1, p.18-24, 1992.
- 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.
- ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal Genetics Breedings**, v.46, n.1, p.269-27, 1992.
- ARIAS, E.R.A. Adaptabilidade e estabilidade das cultivares de milho avaliadas no estado de 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.
- ARIAS, E.R.A.; RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho avaliadas no estado de Mato Grosso do Sul. **Ciência e Agrotecnologia**, v.20, n.4, p.415-420, 1996.
- BARNES, R.D.; BURLEY, J.; GIBSON, G.L.; LEON, J.P.G. Genotype – environment interaction in tropical pines and their effects on the structure of breeding populations. **Silvae Genetica**, v.33, n.6, p.186-198, 1984.
- BASSINELLO, A.L. Comportamento de progênies de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) em ambientes contrastantes. Piracicaba, 1991. 126p. Tese(Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- BASSINELLO, A.L. Interações de genótipos x ambientes em cana-de-açúcar. Piracicaba, 1984. 110p. Dissertação(Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- BECKER, H.C. Correlation among some statistical measures of phenotypic stability. **Euphytica**, v.30, n.3, p.835-840, 1981.
- BECKER, H.C.; LÉON, L. Stability analysis in plant breeding. **Plant Breeding**, v.101, n.1, p.1-23, 1988.
- BONATO, E.R. Estabilidade fenotípica da produção de grãos de dez cultivares de soja [*Glycine max* (L) Merrill] nas condições do Rio Grande do Sul. Piracicaba, 1978. 75p. Dissertação(Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- BRASIL, E.M. Comparação de métodos no estudo da interação de genótipos com ambientes em milho (*Zea mays* L.). Goiânia, 1990. 181p. Tese(Mestrado) – Universidade Federal de Goiás.
- CALHEIROS, G.C. Estabilidade de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) no estado de Alagoas. Piracicaba, 1977. 53p. Dissertação(Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- CAMACHO, L.H. Estabilidad y adaptabilidad de líneas homocigotas de frijol, *Phaseolus vulgaris* L., y su implicación en la selección por rendimiento. **Agronomia Tropical**, v.18, n.2, p.211-225, 1968.
- CARVALHO, H.W.L.; LEAL, M.L.S.; SANTOS, M.X.; MONTEIRO, A.A.T.; TABOSA, J.N.; CARVALHO, B.C.L. Avaliação da estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro. (compact disc). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., Recife, 1998. Anais. Recife: EMBRAPA/IPA, 1998.
- CHAVES, L.J.; VENCOSKY, R.; GERALDI, I.O. Modelo não linear aplicada ao estudo da interação genótipo x ambiente em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, n.2, p.259-269, fev. 1989.
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental Designs**. 2.ed. New York: John Wiley, 1957. 466p.
- CROSSA, J. Statistical analysis of multilocation trials. **Advance in Agronomy**, v.44, p.55-85, 1990.
- CRUZ, C.D. ; TORRES, R.A.A.; VENCOSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, n.3, p.567-580, 1989.

- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicadas ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1994. 390p.
- DAVIDE, A.C. Avaliação da adaptabilidade e da estabilidade fenotípica de progênies de *Eucalyptus pellita* F. Muell, introduzidas da Austrália. Curitiba, 1992. 114p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná.
- DIGBY, P.G.N. Modified joint regression analysis for incomplete variety x environment data. **Journal of Agricultural Science**, v.93, p.81-86, 1979.
- DUARTE, J.B. Estudo da adaptabilidade e estabilidade fenotípica em linhagens e cultivares de feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris* L.). Goiânia, 1988. 155p. Dissertação(Mestrado) – 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.90-104, 1994.
- DUARTE, J.B.; VENCovsky, R. Interação genótipos x ambientes: uma introdução à análise "AMMI". Piracicaba: ESALQ/Depto De Genética, 1998. 58p.
- 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.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, n.1, p.36-40, 1966.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Yield and stability for tem line diallel of single-cross and double-cross maize hybrids. **Crop Science**, v.9, n.9, p.357-361, 1969.
- FARIAS, F.J.C. Parâmetros de estabilidade em cultivares de algodoeiro herbáceo (*Gossypium hirsutum* L. r. *latifolium*) avaliadas na região Nordeste no período de 1981 a 1992. Lavras, 1995. 89p. Dissertação(Mestrado) – Universidade Federal de Lavras.

- FARIAS, F.J.C.; RAMALHO, M.A.P.; CARVALHO, L.P.; MOREIRA, J.A.N.; COSTA, J.N. Repetibilidade nos parâmetros de estabilidade na cultura do algodoeiro herbáceo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.4, p.457-461, 1998.
- FERNANDES, J.S.C. Estabilidade ambiental e de cultivares de milho (*Zea mays* L.) na região Centro Sul do Brasil. Piracicaba, 1988. 94p. Dissertação(Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- FERREIRA, D.F.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Utilização da testemunha na avaliação da estabilidade em ensaios de competição de cultivares. **Ciência e Prática**, v.16, n.3, p.394-399, jul./set. 1992.
- FERREIRA, D.F.; ZAMBALDE, A.L. Simplificação das análises de algumas técnicas especiais da experimentação agropecuária no Mapgen e softwares correlatos. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE INFORMÁTICA APLICADA A AGROPECUÁRIA E AGROINDÚSTRIA, 1., Belo Horizonte, 1997. **Anais**. Belo Horizonte: SBI, 1997. p.285-291.
- FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.14, p.742-754, 1963.
- FONSECA JÚNIOR, N.A. Análise da estabilidade fenotípica: considerações sobre quatro metodologias. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 2., Londrina, 1987. **Anais**. Londrina: Universidade Estadual/Departamento de Matemática Aplicada, 1987. p.193-212.
- FREEMAN, G.H.; PERKINS, J.M. Environmental and genotype-environmental components of variability. VIII - Relations between genotypes grown in different environments and measures of theses environments. **Heredity**, v.27, n.1, p.15-23, 1971.
- GALLANT, A.R. **Nonlinear statistical models**. New York: John Wiley, 1987. 610p.
- GAUCH JUNIOR., H.G.; ZOBEL,R.W. AMMI analysis of yield trials data. In: KANG, M.S.; GAUCH JUNIOR., H.G. **Genotype by environment interaction**. Boca Raton: CRC Press, 1996. Cap.4, p.85-122.

GOMES, F.P. **Curso de Estatística Experimental**. 13^a Ed. São Paulo: Nobel, 1990. 468p.

GOMES, L.S. Interação genótipos x épocas de plantio em milho (*Zea mays* L.) em dois locais do oeste do Paraná. Piracicaba, 1990. 148p. Dissertação(Mestrado) - 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.

GONÇALVES, J.L.M. Interação genótipo – ambiente e relação entre produtividade de sítios florestais de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* com as propriedades de alguns solos de textura arenosa e média no Estado de São Paulo. Piracicaba, 1990. 135p. Tese(Doutorado) – Escola superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. Ames:Iowa State University Press, 1988. 468p.

HARDWICK, R.C.; WOOD, J.T. Regression methods for studying genotype–environmental interactions. **Heredity**, v.28, n.2, p.209-222, 1972.

HEINRICH, G. M.; FRANCIS, C. A.; EASTIN, J.D. Stability of grain sorghum yield components across diverse environments. **Crop Science**, v.23, n.2, p.209-212, 1983.

HOHLS, T. Analysis of genotype - environment interactions. **South African Journal Science**, v.91, n.3, p.121-124, 1995.

JINKS, J.L.; POONI, H.S. Non-linear genotype x environment interactions arising from response thresholds. I. Parents, F₁ and selections. **Heredity**, v.43, n.1, p.57-70, 1979.

KANG, M.S.; GAUCH JUNIOR, H.G. **Genotype by environment interaction**. Boca Raton: CRC Press, 1996. 410p.

LEWIS, D. Gene-environment interaction: A relationship between dominance heterosis phenotype stability and variability. **Heredity**, v.8, n.3, p.333-356, 1954.

- LIN, C.S.; BINNS, M.R. A method of analysing cultivar x location x years experiments: a new stability parameter. **Theoretical and Applied Genetics**, v.76, n.3, p.425-430, 1988.
- LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivars x location data. **Canadian Journal Plant Science**, v.68, 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, M.A; GAMA, E.E.G.; MAGNAVACA, R. estabilidade da produção de grãos de seis variedades de milho e seus respectivos híbridos intervarietais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.4, p.427-431, 1985.
- MANDEL, J. A new analysis of variance model for non-additive data. **Technometrics**, v.13, p.1-18, Feb. 1971.
- MARIANI, B.M.; MANMANA, P.N.; STEFANINI, R. Efficiency of linear and multi-phase regression methods to evaluate genotype x environment interaction for grain yield and protein content in italian durum wheat varieties. **Zeitschrift für Pflanzenzüchtung**, v.90, n.1, p.59-67, 1983.
- MARIOTI, J.A.; OYARZABAL, E.S.; OSA, J.M.; BULACIO, A.N.R. e ALMADA, G.H. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azúcar. I. Interacciones dentro de um localidad experimental. **Revista Agronomica N.O. Argentina**, v.13, p.105-127, 1976.
- MARIOTTI, J.A. clonal selection across environments on sugarcane. In: XVII INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS CONGRESS. Manila, Filipinas, 1980. **Proceedings**. v.02, p.1142-1150.
- MARIOTTI, J.A. The effect of environments of the effectiveness of clonal selection in sugarcane. In: XV INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS CONGRESS. Durban, África do Sul, 1974. **Proceedings**. v.01, p.89-95.
- MIRANDA, G.V.; VIEIRA, C.; CRUZ, C.D. e ARAÚJO, G.A.A. Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de cultivares de feijão em quatro municípios da Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Ceres**, v.41, n.232, p.591-609, 1993.

- MONELLI, V.L. Distância de cultivares em relação ao melhor genótipo na análise de grupos de experimentos. Piracicaba, 1996. 178p. Dissertação(Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- MONTEIRO, A.A.T.; CARVALHO, H.W.L.; LEAL, M.L.S.; SANTOS, M.X. e NETO, J.F.A. Estabilidade de cultivares de milho no estado do Ceará no triênio de 1995/96/97. (compact disc). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., Recife, 1998. Anais. Recife: EMBRAPA/IPA, 1998.
- MORI, E.S.; KAGEYAMA, P.; FERREIRA, M. Variação genética e interação progênie x locais em *Eucalyptus urophylla*. IPEF, n.39, p.53-63, 1989.
- MUNIZ, J.A. Avaliação da estabilidade de cultivares de milho em diferentes níveis de adubação e locais da região de Lavras-MG. Lavras, 1995. 60p. Dissertação(Mestrado) - Universidade Federal de Lavras.
- MURAKAMI, D.M. Estabilidade, adaptabilidade e capacidade de combinação em oito sintéticos de milho (*Zea mays* L.). Jaboticabal, 1995. 117p. Dissertação(Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".
- OLIVEIRA, A.C. Comparação de alguns métodos de determinação da estabilidade em plantas cultivadas. Brasília, 1976. 64p. Dissertação(Mestrado) - Universidade Brasília.
- OWINO, F. Genotype x environment interaction and genotypic stability in lobolly pine. **Silvae Genetica**, v.26, n.1, p.21-26, 1977.
- PACOVA, B.E.V.; NETO, J.F.C.; GUIDONI, A.L.; SANTOS, A.F.; VARGAS, A.A.T.; DESSAUNE FILHO, N. Adaptação e estabilidade fenotípica de cultivares de feijão preto no estado do Espírito Santo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n.5, p.491-500, 1987.
- PARK, S.J. Cultivar by environment interactions, yield stability and grouping of test locations for field bean cultivar trials in Ontario. **Canadian Journal Plant Science**, v.67, n.3, p.653-659, 1987.
- 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 Cargill, 1985. p.243-258.
- PIEPHO, H.P. Older and recent approaches for assessing yield stability in agricultural crops. **Tropenlandwirt**, v.52, p.103-117, 1994.
- PIRES, C.E.L.S. Estabilidade fenotípica de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) nos estados de Pernambuco e Rio Grande do Norte. Piracicaba, 1981. 72p. Dissertação(Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- PIRES, C.E.L.S.; COSTA, E.F.S. Association between some characters of sugarcane (*Saccharum spp*) growing in four localities in the Northeast of Brazil. In: XVII INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS CONGRESS. Manila, Filipinas, 1980. **Proceedings.** v.02, p.1365-1372.
- PLAISTED, R.L. A short method for evaluating the ability of selection to yield consistently over locations. **American Potato Journal**, v.37, n.5, p.166-172, 1960.
- 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.11, p.381-385, 1959.
- POLLOCK, J.S. Selection consequences of differential performance of standard clones across environments. **Sugarcane Breeder's Newsletter**, v.35, p.36-41. 1975.
- POONI, H.S.; JINKS, J.L. Non-linear genotype x environment interactions. II.Statistical models and genetical control. **Heredity**, v.45, n.3, p.389-400, 1980.
- RAIZER, A.J. Interações genótipos x ambientes e estabilidade fenotípica em novas variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) para o estado de São Paulo. Piracicaba, 1998. 104p. Dissertação(Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações no melhoramento do feijoeiro.** Goiânia:UFG, 1993. 271p.
- RIBEIRO, P.H.E. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho em diferentes épocas de semeadura, níveis de adubação e locais do estado

de Minas Gerais. Lavras, 1998. 125p. Tese(Doutorado) – Universidade Federal de Lavras.

- RIEDE, C.R.; BARRETO, J.N. Estudo da estabilidade de cultivares de trigo recomendadas para as regiões norte e oeste do estado do Paraná. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1., Piracicaba, 1985. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.227-242.
- ROBINSON, H.F.; MOLL, R.H. Implication of environmental effects on genotypes in relation to breeding. In: HYBRID CORN INDUSTRY RESEARCH CONFERENCE. Chigago, USA, 1959. **Proceedings**. v.14, p.24-31.
- SANTOS, J.B. Estabilidade fenotípica de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) nas condições do Sul de Minas Gerais. Piracicaba, 1980. 110p. Dissertação(Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- SEARLE, S.R.; CASELLA, G.; McCULLOCH, C.E. Variance components. New York:John Wiley & Sons, 1992. 501p.
- SILVA, A.C.D. Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de cultivares de milho (*Zea mays* L.) em duas densidades de plantio e em dez ambientes, na Zona da Mata de Minas Gerais. Viçosa, 1991. 78p. Dissertação(Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
- SILVA, J.G.C. Agrupamentos de genótipos segundo a adaptabilidade ao ambiente. 1-Fundamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.9, p.1141-1154, 1995.
- SILVA, J.G.C. Análise de adaptabilidade através da regressão linear segmentada: 1-Fundamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.4, p.435-448, 1995a.
- SILVA, J.G.C. Análise de adaptabilidade através da regressão linear segmentada: 2-Aplicação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.4, p.449-462, 1995b.
- SILVA, J.G.C. Análise de 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. Aplicação da regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo por ambiente. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1., Piracicaba, 1985. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p.49-50.
- SILVA, H.D. Análise de experimento em látice quadrado ("Square Lattice") com ênfase em componentes de variância e aplicação no melhoramento genético vegetal. Viçosa, 1997. 139p. Dissertação(Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
- SKINNER, J.C. Selection in sugarcane: A review. In: XIV INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS CONGRESS. New Orleans, USA, 1971. **Proceedings**. v.01, p.149-161.
- SOARES FILHO, H.P. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e de suas misturas em ambientes simulados. Lavras, 1983. 69p. Dissertação(Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras.
- SOUZA, E.D.; MUNIZ, J.A. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de milho no estado de Mato Grosso. (compact disc). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., Recife, 1998. **Anais**. Recife: EMBRAPA/IPA, 1998.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 2.ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 633p.
- STORCK, L. Modelos de regressão bi-segmentado descontínuo com erros de medidas aplicadas na análise de estabilidade de cultivares. Piracicaba, 1989. 217p. Tese(Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- STORCK, L.; VENCovsky, R. Stability analysis based on a bi-segmented discontinuous model with measurement errors in the variables. **Revista Brasileira de Genética**, v.17, n.1, p.75-81, 1994.
- STORCK, L.; VENCovsky, R. Novo modelo para a avaliação da estabilidade de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.8, p.1201-1211, 1992.
- TOLER, J.E. Patterns of genotypic performance over environmental arrays. Clemson, 1990. 154p. Thesis(Ph.D.) - Clemson University.

- 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.
- TORRES, R.A.A. Estudo do controle genético da estabilidade fenotípica de cultivares de milho (*Zea mays* L.) Piracicaba, 1988. 133p. Tese(Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- TUPINAMBÁ, E.A. Análise da adaptação de doze cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) a nove municípios da Zona da Mata, Minas Gerais. Viçosa, 1976. 34p. Dissertação(Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992. 496p.
- VENCOVSKY, R.; TORRES, R.A.A. Estabilidade geográfica e temporal de alguns cultivares de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16., Belo Horizonte, 1986. Resumos. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS, 1986. p.295-300.
- VERMA, M.M.; CHAHAL, G.S.; MURTY, B.R. Limitation of conventional regression analysis: a proposed modification. **Theoretical and Applied Genetics**, v.53,n.2, p.89-91, 1978.
- VIRK, D.S.; VIRK, P.S.; MANGAT, B.K.; HARINARAYANA, G. Linear and non-linear regression analysis of genotype x environment interactions in pearl millet. **Theoretical and Applied Genetics**, v.75, n.5, p.736-740, 1988.
- WESTCOOT, B. Some methods of analysing genotype-environment interactions. **Heredity**, v.56, n.2, p.243-253, 1986.
- WRICKE, G. Über eine methode zur erfassung der Ökologischen streubreite in feldversuchen. **Zeitschrift für Pflanzenzüchtung**, v.47, n.1, p.92-96, 1962.
- YANG, X.; YANG, X.Y. Multifactorial evaluation of new wheat varieties with application of the Grey system theory. **Acta Agricultural Shanghai**, v.10, n.1, p.13-19, 1994.
- YATES, F.; COCHRAN, W.G. The analysis of groups of experiments. **The Journal of Agricultural Science**, v.28, n.4, p.556-580, 1938.

YAU, S.K. Regression and AMMI analysis of genotype x environment interaction: an empirical comparasion. **Agronomy Journal**, v.87, n.1, p.121-126, 1995.

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

ZOBEL, R.W.; WRIGHT, M.J.; GAUCH JUNIOR, H.G. Statistical analysis of a yield trial. **Agronomy Journal**, v.80, n.3, p.388-393, May./Jun. 1988.

ANEXOS

Anexo A - Resultados médios do peso de grãos (kg/ha) de milho por local, do Ciclo de Desenvolvimento Normal, obtidos do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares (EMBRAPA/CNPMS), no ano/safra 1992/93, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_j$), os coeficientes de variação (CV%) e a qualidade ambiental ($\hat{\mu}_j$) estimada pelo modelo de regressão proposto por Toler (1990).

CULTIVARES	LOCAL*									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4075,68	6219,55	5133,33	3030,52	7215,57	7309,01	8022,44	3110,63	6075,67	5736,67
2	4086,40	4290,15	5033,33	2369,62	5750,99	7097,59	7132,63	2740,07	5945,81	4646,67
3	2994,10	6001,46	6333,33	4445,82	7494,96	5597,05	7880,86	4057,03	6942,55	4083,33
4	4890,80	5850,54	5966,67	3317,51	7295,18	6083,52	8743,62	3255,47	7176,84	5793,33
5	3984,39	5239,77	5000,00	2933,90	5770,65	6786,87	7186,27	2866,46	6352,39	4700,00
6	4751,21	7365,45	7100,00	3234,87	7119,55	7508,17	8105,17	5277,56	7239,84	5530,00
7	5074,99	6339,08	5166,67	4270,41	6804,49	6851,43	8710,39	3826,18	6172,34	5046,67
8	4436,66	6539,34	7300,00	3684,96	6528,76	6467,85	8551,36	2983,26	6071,41	5426,67
9	4743,17	5979,91	5866,67	3529,52	7475,12	7887,71	8409,93	4288,64	6741,01	5210,00
10	5831,28	6668,22	6333,33	3432,89	7432,47	7351,04	8291,10	2948,20	6513,42	5750,00
11	4330,89	6364,11	7000,00	3742,74	7828,15	6470,81	7754,79	3327,35	6689,87	5123,33
12	4661,54	5978,74	4766,67	3387,31	6912,45	6949,91	7805,11	3493,59	6593,67	4686,67
13	4643,95	5862,08	5333,33	2681,29	6627,12	6577,20	7197,06	3074,56	5619,38	4790,00
14	5094,90	6625,18	6666,67	4370,06	8789,64	7397,57	9010,62	5094,90	6780,30	6110,00
15	4544,26	5664,91	7066,67	4147,38	7934,47	7136,52	8560,46	4057,40	7649,57	5976,67
16	5071,72	6046,59	6700,00	3990,88	7641,01	6872,89	8402,57	3404,59	6349,92	4423,33
17	4468,50	5917,48	7300,00	3691,00	8313,40	6941,00	8539,27	4126,49	7085,44	6323,33
18	5302,41	5318,94	5900,00	3111,34	6351,43	6353,22	8092,00	3336,64	7145,33	4873,33
19	5460,38	6708,11	7300,00	5340,15	8716,90	7943,28	9166,79	4288,87	7878,67	5366,67
20	4510,14	5607,64	5733,33	4290,61	7464,60	7708,65	8508,14	4057,70	6117,59	4486,67
21	4219,65	7347,60	6333,33	4646,70	7563,23	8215,29	8671,22	5082,60	6968,21	5170,00
22	4314,89	6459,70	7033,33	4133,50	7393,78	7305,66	8735,74	4330,62	7835,04	5293,33
23	4798,25	6424,95	6633,33	3766,06	8546,52	8414,75	8912,89	4184,79	6902,46	6500,00
24	4826,93	6163,16	5333,33	3013,25	7036,74	8191,54	7587,22	3119,77	6796,89	4973,33
25	5131,94	5312,45	6166,67	4095,27	8128,53	7050,68	7254,99	3265,48	6846,01	5466,67
26	3089,77	6234,21	4666,67	2144,08	6516,03	6573,54	7955,75	4330,06	6470,68	5250,00
27	3571,97	5368,64	4700,00	2803,64	5360,79	5888,61	7219,18	2332,69	5889,54	4683,33
28	3706,41	4998,46	4900,00	2463,61	5807,73	6918,59	6726,61	3243,36	5638,30	3658,33
29	5162,43	6100,94	7233,33	5562,55	7143,47	6924,45	8173,93	3875,57	6633,78	5190,00
30	4783,01	7258,35	7100,00	3953,35	8082,88	8259,84	9847,77	5050,31	7690,86	6396,67
31	5333,30	7074,73	6433,33	4779,39	7873,54	7622,49	8329,59	1466,21	7916,11	5046,67
32	4380,50	5362,95	7400,00	4135,00	8211,67	6946,62	8923,69	3265,94	6244,33	6026,67
33	6393,20	5846,25	6266,67	3624,83	8039,23	7864,52	7446,93	3515,09	7200,36	5616,67
34	4647,56	6343,49	5533,33	3283,90	7206,85	6812,14	8178,72	2605,49	6409,75	5190,00
35	4003,54	5314,13	4966,67	2143,62	4973,81	5911,37	6790,64	1666,93	5960,57	4943,33
36	4026,30	5670,43	5566,67	3585,80	6031,20	7063,33	6460,81	2335,93	6221,17	4070,00
37	4706,46	6415,21	4900,00	3378,63	7245,78	6777,17	7898,74	2814,84	6545,93	5213,33
38	3600,82	4823,99	5866,67	5471,17	7427,04	6605,81	8603,62	4759,03	7425,70	4890,00
39	5500,10	7314,06	7900,00	5143,44	8976,63	10316,71	9610,16	3983,97	7399,66	6310,00
40	4532,57	5049,03	7700,00	4162,69	7802,70	6744,08	7620,79	2891,19	6504,69	5910,00
41	4597,12	6208,61	5933,33	3079,35	6827,44	6964,97	8240,40	3336,10	5891,00	5206,67
42	3732,63	4688,42	5166,67	2384,07	5893,97	6319,51	7833,63	2423,41	5743,12	4826,67
MÉDIAS	4571,82	6006,36	6112,70	3684,68	7227,53	7097,21	8121,27	3511,78	6673,22	5235,95
CV(%)	10,73	17,75	8,40	12,52	9,25	15,20	6,43	16,80	6,96	14,61
$\hat{\mu}_j$	-1513,90	-132,93	-3,82	-2411,93	1092,75	962,09	1973,96	-2640,96	558,68	-867,97

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 1.

continuação...

CULTIVARES	LOCAL*									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	5400,41	5420,82	5905,17	6063,33	7925,75	5248,41	4654,10	4514,56	5961,06	6725,55
2	4610,25	5032,02	4683,86	3950,00	7033,91	4444,98	4847,36	4519,90	4570,56	6160,44
3	6209,54	4393,96	6561,55	7023,33	7429,51	4523,43	5782,80	6069,54	5682,56	7468,45
4	6536,30	6704,74	6499,54	5970,00	8284,31	5181,95	5095,94	4287,41	5828,88	6830,84
5	4933,63	5545,75	6455,18	5276,67	6506,22	4847,19	4686,59	4810,23	5105,52	6096,13
6	6346,64	5982,48	5953,90	5586,67	8731,52	5578,85	6037,40	5051,08	6190,23	7791,04
7	5978,15	5128,65	7548,12	5120,00	8049,27	6300,96	5156,55	4108,43	5787,28	8406,09
8	5812,27	5365,19	6426,18	5556,67	8424,13	6474,99	5510,50	4616,66	5253,75	7273,43
9	6190,30	6510,79	6249,18	6473,33	8180,73	6536,10	5047,89	5251,62	5085,97	6469,42
10	6153,28	5261,22	6768,58	6386,67	7825,05	6294,93	5091,61	4663,83	5584,80	7972,36
11	5582,14	5680,22	5942,07	6376,67	7716,52	5880,82	4978,54	5249,71	6627,49	7799,70
12	5104,52	4568,84	5792,92	6763,33	7938,35	5020,02	4970,42	4630,68	4812,59	7905,54
13	5071,58	4990,04	5825,74	5596,67	7216,46	3693,65	5447,13	4649,85	3839,09	6221,63
14	6761,84	6909,56	7781,90	8270,00	9002,38	6637,78	5889,77	4140,04	6374,38	9366,91
15	6455,20	6684,16	6489,34	7406,67	8881,33	4964,77	5660,31	4229,81	6550,37	8749,24
16	5605,34	6157,51	7582,53	6750,00	8173,03	4310,93	6035,02	5421,59	6616,94	7450,70
17	5719,20	5585,47	6116,20	6803,33	8688,82	5537,68	5658,12	3948,05	5518,10	7575,53
18	4608,85	5661,01	6818,39	5973,33	7732,93	3979,16	5714,41	4620,09	4797,42	7584,58
19	7421,05	6861,86	6870,99	7516,67	8692,97	4940,06	5657,55	4628,46	7111,63	9107,81
20	5114,73	5680,28	7371,23	7396,67	8146,95	5166,86	5584,22	5369,82	6051,97	7739,09
21	6328,83	6340,47	6670,46	7383,33	8163,10	5699,40	5694,06	5655,87	6176,43	8131,67
22	5697,72	5984,01	6187,25	7833,33	9414,80	6168,50	6042,26	4944,00	5871,62	8927,73
23	5621,53	5814,98	7316,99	6300,00	8687,53	4664,20	5825,06	4474,54	6104,64	9007,19
24	5288,10	6356,56	6236,85	6793,33	8239,93	5805,90	4821,84	4882,59	5200,44	8118,09
25	5744,22	5632,39	6897,68	6236,67	7718,75	4304,79	4897,70	4997,02	6524,79	8365,22
26	5050,89	5337,72	6006,23	3686,67	7825,12	3265,22	4515,33	4849,89	5118,17	6656,49
27	4715,22	5173,37	4869,98	3650,00	7207,28	4585,10	4644,52	3821,31	4424,63	6922,82
28	4275,73	4655,79	4780,01	3753,33	7450,57	4508,04	4182,07	3878,78	3914,25	5314,77
29	4916,88	6608,42	6706,92	7460,00	6076,46	5859,93	5249,50	5311,57	6360,25	7988,57
30	5882,33	6363,64	6391,80	8436,67	8966,02	6621,29	6436,09	5153,98	5154,53	8600,55
31	5913,92	6094,22	6958,09	6833,33	8552,90	5868,42	4672,11	5086,31	6522,61	7447,62
32	5273,81	5098,30	7353,53	6096,67	8533,33	8349,51	5339,92	4737,13	5689,40	8938,70
33	5189,20	6366,44	6365,13	7236,67	8316,03	5176,91	5524,52	4814,66	5940,61	8528,73
34	5011,38	5343,48	6122,04	5636,67	7656,58	5735,47	5286,28	4416,32	5190,90	7179,01
35	4780,14	5348,96	4512,77	4593,33	7152,65	5891,65	4496,78	4219,63	4397,67	5104,08
36	5317,96	4347,85	6125,90	3340,00	6140,82	3784,61	4514,02	4019,62	6029,19	5586,51
37	5703,47	5295,87	5120,39	6333,33	7352,18	4898,79	5163,60	4558,38	5495,13	6878,53
38	4952,35	5690,83	7650,65	6726,67	8809,81	4754,08	6160,00	4755,06	6193,80	7913,25
39	5675,61	6102,09	7663,62	5973,33	9919,27	5383,76	5865,59	4078,99	7272,71	10102,75
40	5365,52	5683,14	6254,98	6026,67	8418,74	5475,87	4775,67	4569,52	5801,48	7642,30
41	5220,67	5599,32	5718,09	6033,33	7873,06	6185,06	5356,55	4452,86	5734,70	6646,46
42	4854,34	4442,85	4791,32	3630,00	8280,65	5183,32	4680,23	4921,65	4607,65	5751,08
MÉDIAS	5533,21	5662,24	6341,50	6101,27	8031,80	5326,98	5277,38	4699,55	5644,67	7534,44
CV(%)	12,41	11,88	8,39	11,92	6,18	19,18	10,80	17,34	10,75	10,39
$\hat{\mu}_j$	-604,48	-471,38	234,71	-12,86	1908,06	-783,92	-880,43	-1464,24	-481,62	1415,90

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 1.

continuação...

CULTIVA- RES	LOCAL*		
	21	22	23
1	9136,55	7689,96	6586,77
2	7611,92	6905,74	5077,43
3	10112,37	8387,37	5509,41
4	8511,77	8137,97	5458,04
5	7514,04	7549,58	5046,57
6	11240,62	8411,62	5599,50
7	9038,22	7612,92	6630,64
8	8816,61	7672,65	6883,67
9	9411,68	7149,98	5203,48
10	9076,12	7352,29	5634,37
11	8428,02	8152,28	5588,75
12	8945,18	7984,80	4907,86
13	7915,05	6464,16	4809,84
14	9901,40	9495,55	7311,96
15	10383,60	8295,28	5727,88
16	10697,66	7956,47	6375,51
17	8656,81	8080,90	6415,78
18	8348,72	7099,13	6237,93
19	9066,11	8768,03	6054,13
20	9197,09	7861,78	5634,65
21	10217,55	8626,79	6171,64
22	9631,93	8837,87	6153,91
23	8932,50	9043,64	5515,00
24	8197,69	8041,40	5747,74
25	9819,62	8330,85	5264,96
26	8848,96	7735,08	4699,35
27	8019,05	7088,86	4111,60
28	8152,70	6751,40	5083,24
29	9589,28	6489,55	5632,50
30	10839,90	9115,64	6793,29
31	10078,62	7596,68	5534,30
32	8890,93	7772,98	5917,85
33	8801,59	8066,66	5666,92
34	8026,67	7656,83	5656,63
35	7629,34	6654,20	4792,15
36	8033,87	6892,15	4908,93
37	8374,82	7609,74	5690,11
38	10177,71	8382,34	6669,88
39	8296,47	8875,76	7290,01
40	7244,82	8454,27	5732,27
41	9149,59	6514,53	5692,21
42	7636,83	6653,51	4733,55
MÉDIAS	8966,67	7814,74	5717,91
CV(%)	9,52	7,71	13,17
$\hat{\mu}_j$	2850,27	1698,69	-416,12

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 1.

Anexo B - Resultados médios do peso de grãos (kg/ha) de milho, por local, do Ciclo de Desenvolvimento Normal, obtidos do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares (EMBRAPA/CNPMS), no ano/safra 1993/94, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_j$), os coeficientes de variação (CV%) e a qualidade ambiental ($\hat{\mu}_j$) estimada pelo modelo de regressão proposto por Toler (1990).

CULTIVARES	LOCAL*									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4609,73	7784,23	4146,22	5221,43	7347,10	6880,21	5106,68	4959,55	7254,01	4893,94
2	4367,91	8727,28	3475,25	4354,69	7784,90	8509,68	4941,01	4861,05	7951,87	4588,28
3	3614,25	7644,15	2748,71	5335,23	5526,25	7433,98	4007,99	4060,34	6992,95	4471,16
4	4225,40	8193,76	4942,58	5761,99	7130,79	8526,97	4574,76	5050,04	8664,43	4192,28
5	3414,93	7891,91	4583,36	5573,77	6356,54	8282,97	4600,60	5160,76	7781,45	5759,08
6	5770,31	8766,73	3455,00	6248,97	7229,71	7887,52	5133,90	4284,39	9002,98	6458,23
7	5531,53	7920,80	4798,46	6095,43	6950,54	9121,37	5204,47	5115,67	9290,02	5444,81
8	2638,56	8544,51	4279,01	4251,64	6845,87	8054,87	5043,74	4816,46	7723,11	4593,22
9	4311,82	8454,63	4620,27	4787,55	7658,16	7307,22	4986,03	5063,80	8114,46	5168,89
10	2809,20	9219,96	3992,03	5564,74	6448,62	9008,02	4765,04	6507,57	7953,49	4345,88
11	2406,00	7604,65	4143,77	5699,03	6086,46	7626,59	4183,33	4628,50	6781,72	4549,47
12	4566,34	7396,91	3997,40	5418,98	5557,16	7953,99	4314,73	4736,60	8314,25	5872,13
13	3247,77	8651,27	2936,90	3975,10	6819,82	7207,55	4368,09	4821,74	8101,42	4487,76
14	3513,31	8352,66	3740,94	5662,56	6653,33	9940,80	6908,46	5189,34	8760,83	5649,52
15	3719,05	8432,33	4490,17	6145,45	7443,29	9542,80	5075,55	5017,56	8541,66	5349,38
16	3904,12	7027,82	4893,50	5092,57	6158,37	8704,49	4275,35	5188,58	8627,68	5874,31
17	4997,64	8009,23	4220,72	5433,58	6794,89	7063,87	5207,22	4783,69	6759,18	5006,60
18	4439,72	7585,61	4195,13	5387,07	6705,84	8463,01	5520,73	4349,09	9011,90	5529,75
19	2802,23	7660,20	3026,66	4127,35	5694,50	8704,60	5152,33	4440,38	7337,26	5935,79
20	3477,30	7407,86	2771,49	5226,46	6647,33	7646,88	5075,83	4871,55	7895,98	4298,35
21	3809,53	7437,49	4674,70	5471,68	5399,91	7416,92	6370,07	5202,98	8564,00	4747,57
22	3452,80	8681,58	4068,87	5848,86	7744,05	8903,47	4771,88	5782,87	9889,61	5076,77
23	2464,71	6071,28	2085,38	3879,54	3538,49	5562,64	5634,86	3675,07	5644,52	3229,07
24	3738,45	7885,07	4373,68	5458,55	7662,87	8650,25	4603,33	5031,17	8045,55	5406,44
25	2818,67	6906,62	3918,48	5074,83	4987,87	6743,17	5562,14	4442,08	6472,39	4173,98
26	3444,33	7817,60	4812,42	5411,01	6558,20	8180,19	5152,77	5534,99	6949,04	4414,47
27	2654,22	7207,31	3053,27	6229,65	5035,33	8254,57	4169,32	3681,25	8790,69	5405,88
28	4559,15	8865,69	3502,69	4260,85	7923,39	8914,76	4551,77	4673,68	8439,42	5397,84
29	4448,43	8409,20	4652,37	5482,06	4715,99	8301,35	4305,09	5171,26	8307,49	5507,07
30	2917,23	8080,75	3451,72	4809,40	6106,31	6677,74	4844,10	4281,41	7211,67	4414,94
31	4375,72	8047,81	4041,77	5861,33	6639,98	6581,74	4849,90	5730,08	7039,94	5244,41
32	2458,83	8343,88	4096,87	4735,18	5983,89	8672,40	4632,05	5520,26	9273,35	6024,41
33	5432,99	8064,90	4483,68	6346,62	6784,63	8776,56	6124,04	5613,16	9265,74	6089,00
34	3494,11	8668,67	4493,81	5850,45	7787,77	8633,33	4943,17	5451,09	8266,89	5493,79
35	2890,96	8229,49	4512,19	5763,20	4976,33	7324,39	3675,59	4646,95	7919,63	5224,11
36	3307,20	7814,28	3783,56	4309,18	6314,74	8288,81	4701,91	4693,89	6938,38	4624,02
37	4381,52	7210,80	4189,32	4450,56	6942,13	8283,17	4760,95	5267,22	5989,46	3805,23
38	5323,70	8496,19	5007,02	5182,31	7739,48	8088,17	5564,64	5450,93	9033,24	5702,08
39	5026,63	8788,00	4403,58	5244,27	7822,39	7257,03	5262,04	4429,92	7744,13	5731,25
40	3440,90	8631,16	4290,05	5157,32	8597,66	8583,72	4543,97	5095,22	8386,97	5946,90
41	4109,61	7324,71	4129,95	5590,39	5429,54	8857,01	4975,10	4854,75	9131,62	5630,33
42	1439,55	7852,56	2960,01	4536,08	4376,64	5888,10	4369,93	4134,98	6313,47	3328,39
MÉDIAS	3770,39	8002,65	4010,55	5245,64	6497,79	8016,83	4924,15	4911,23	7963,76	5073,49
CV(%)	13,80	7,10	12,21	11,96	14,88	14,79	14,17	12,62	6,00	9,74
$\hat{\mu}_j$	-2093,81	2140,90	-1839,08	-620,26	691,53	2175,35	-973,16	-978,83	2091,01	-750,04

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 1.

continuação...

CULTIVA- RES	LOCAL*									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	4166,67	5618,72	4708,34	5964,90	8191,28	3745,41	4211,77	8456,16	3767,08	8026,65
2	5333,33	5815,59	4342,35	6024,88	7863,61	3985,01	2565,77	7665,58	4395,19	7233,55
3	3700,00	5310,03	4399,31	5051,11	7375,85	3270,74	2176,68	7838,40	3822,75	6843,36
4	5866,67	6889,18	5701,52	6656,62	8298,30	3680,05	3500,30	7951,54	4729,18	8076,70
5	5066,67	6468,17	5185,17	6749,64	7646,16	4599,77	1886,06	7928,40	5164,22	7404,58
6	6133,33	6359,17	5953,40	7610,02	9808,98	3946,77	2918,31	9205,32	5111,83	8119,36
7	5533,33	6326,62	5039,88	5695,58	7808,88	4192,86	3232,33	8772,55	4326,64	7970,52
8	5133,33	5567,15	4432,66	5824,85	7627,10	4237,22	2324,83	7502,88	4349,81	7080,31
9	4900,00	7128,35	5352,15	5669,54	8710,25	4017,92	1917,94	7534,70	3803,43	8893,99
10	5400,00	6537,62	5013,55	6521,10	7706,50	3154,62	3285,39	8371,59	5375,80	7794,72
11	5666,67	6464,89	4634,27	5139,86	7028,84	3920,51	2757,41	7699,69	3638,86	7843,68
12	5633,33	6601,36	5226,87	6132,38	7971,39	3958,71	3656,07	7772,87	5202,21	7113,59
13	4400,00	6280,12	4757,56	4405,62	7743,07	3886,21	2895,52	8309,50	3606,67	7318,45
14	6933,33	6858,97	4537,88	6703,49	8865,97	3939,05	2145,67	7952,97	4868,39	7258,27
15	6033,33	7043,21	5546,27	5770,33	8177,27	3527,01	3716,29	9349,79	4131,02	8133,27
16	4600,00	6887,77	5140,37	5911,72	7315,82	6384,33	2424,66	7410,29	4898,07	7555,70
17	6066,67	6009,19	4083,85	5720,19	7538,01	3885,86	2426,03	7346,26	3810,20	7558,10
18	5966,67	6716,27	5659,49	5677,69	7135,82	5087,83	2543,32	8556,35	4360,85	8066,48
19	4366,67	4090,13	3992,31	5136,67	7233,49	3051,45	1473,52	7692,48	4535,31	6778,23
20	4666,67	5086,38	5527,63	5173,41	7615,34	3802,02	1843,14	7969,68	3789,77	6563,15
21	5266,67	6076,15	4923,31	5549,98	7213,91	3937,37	3083,20	8122,18	5132,11	7251,52
22	5000,00	6935,14	6378,96	5733,19	9372,26	3922,14	2706,76	9050,51	5162,48	7919,28
23	3433,33	4713,56	2908,65	4093,70	6273,54	3075,38	1894,44	6086,39	3795,24	6675,24
24	6166,67	4561,81	4774,70	5230,30	7486,65	4004,33	3774,10	7687,61	4967,28	7123,57
25	4300,00	5239,90	4209,80	4603,62	7177,41	3673,05	2741,00	6753,54	2335,73	6032,54
26	4100,00	5896,27	5160,12	5893,19	7747,35	3594,11	4330,16	7036,45	4322,80	7579,26
27	5166,67	5829,26	5902,58	4798,06	6637,54	3052,87	2094,36	7479,19	4093,15	8091,93
28	6166,67	6222,51	5307,30	5439,00	7922,95	3673,77	2918,12	7651,14	4089,81	8038,41
29	5866,67	6838,50	6028,73	6462,83	8296,16	3945,94	3376,20	8948,43	5080,71	8164,83
30	5866,67	5772,91	4227,19	5736,77	6979,38	3678,96	2302,10	7489,71	3174,97	6981,59
31	4100,00	6485,89	4724,62	5392,45	8123,97	3667,38	2906,35	7479,91	4230,88	7614,57
32	5700,00	5839,22	5282,35	6374,62	8494,56	4007,95	2704,59	8499,53	4945,96	7754,71
33	5933,33	6900,01	5383,61	5795,03	7228,32	3830,63	2592,60	8203,07	4798,73	8220,97
34	5933,33	6570,93	5046,77	7187,26	8332,13	4377,84	1462,34	8438,17	4982,68	8044,39
35	5700,00	6688,45	5359,15	6209,74	6623,77	4671,02	2717,49	8075,36	4207,49	8120,44
36	4733,33	6031,17	4043,62	5279,73	7663,84	3444,61	2573,82	6929,23	3370,84	6509,33
37	4033,33	5442,88	3760,28	5133,15	7784,51	3693,24	4482,83	7974,73	2804,72	6568,41
38	4800,00	7110,33	5021,86	5215,94	8235,39	4662,44	2672,24	7469,16	5702,21	8369,57
39	6100,00	7395,40	5561,16	5805,98	8591,62	4950,96	3508,16	8931,38	4742,27	8609,78
40	5166,67	6014,06	4320,01	6668,70	7515,81	4526,15	406,44	7410,93	4914,28	7622,57
41	6700,00	6533,44	5380,04	6676,12	7769,49	3884,01	3277,85	8971,52	5061,31	8221,54
42	3733,33	5163,60	3366,39	5104,28	5460,88	3104,77	1464,84	7185,95	3463,74	6447,31
MÉDIAS	5226,98	6150,48	4912,05	5760,08	7728,41	3944,10	2711,69	7932,41	4358,73	7561,77
CV(%)	19,12	8,88	9,66	14,42	9,28	13,00	21,56	7,10	16,82	7,64
$\hat{\mu}_j$	-604,06	290,28	-928,15	-109,43	1887,11	-1873,06	-3194,03	2078,52	-1452,07	1682,99

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 1.

continuação...

CULTIVARES	LOCAL*				
	21	22	23	24	25
1	8073,56	6363,14	6674,72	4459,19	5850,38
2	7904,02	5356,83	6000,85	4214,72	4894,64
3	7046,44	5851,80	6471,53	4240,43	5469,73
4	9074,90	6603,90	7495,50	4835,31	5589,27
5	7044,90	6264,97	7287,83	4371,47	7080,27
6	9239,54	6665,44	7663,27	5668,75	7042,91
7	8164,21	7216,71	7929,98	5390,70	7007,66
8	8087,85	5661,16	6253,17	3759,44	5295,40
9	8899,41	7078,18	7939,30	4772,89	6365,90
10	8568,77	6006,22	6779,44	4507,18	6253,26
11	7632,66	6468,36	5758,19	4524,29	5385,63
12	7793,20	6062,95	7139,48	4222,61	6731,03
13	7221,36	5834,50	6731,72	4431,79	6721,46
14	8064,60	6539,27	7433,85	4938,03	5765,33
15	8212,55	6826,68	7470,63	4365,28	5884,67
16	8066,30	7549,40	6310,59	3839,92	6468,97
17	8117,79	6585,78	6487,23	4090,83	5462,26
18	7830,55	6705,02	7891,48	4831,62	6849,04
19	7675,06	5760,16	6355,35	4665,30	5204,60
20	8851,54	6240,98	6093,77	4335,83	6644,44
21	7585,63	6580,06	7197,68	3574,88	6001,15
22	8902,71	7533,53	8036,96	5983,68	6252,68
23	6502,70	4849,54	6066,44	3554,57	3860,54
24	7705,40	6727,31	5994,38	3534,88	5774,14
25	6568,58	5700,96	5143,44	4007,55	5372,80
26	8331,57	5743,60	5429,90	3595,73	4877,20
27	7406,21	6839,13	8049,43	3793,44	6228,54
28	8457,32	5866,77	6916,48	4738,60	7534,10
29	8416,10	7047,16	8055,51	4513,97	5836,97
30	7203,56	5519,48	7217,05	3676,02	5839,66
31	8013,56	5770,67	7174,51	4220,42	6725,29
32	8625,75	6398,72	8264,10	4482,66	7984,29
33	8038,38	6592,27	7964,80	5391,45	7659,00
34	7847,17	6688,44	7850,75	4353,91	6717,63
35	7382,15	6305,95	6821,99	4226,05	6740,23
36	7392,77	5796,21	5174,88	4300,13	5688,31
37	7250,19	6380,01	4834,89	4427,88	4393,49
38	7675,88	6477,70	8131,41	5252,11	6988,51
39	8419,95	6810,44	7010,54	4243,61	7420,69
40	8949,03	4353,93	6659,50	4747,73	7631,80
41	8161,53	6262,78	7921,04	3857,97	6436,78
42	7421,99	4408,91	5810,78	3318,82	5450,58
MÉDIAS	7948,27	6245,12	6902,25	4387,18	6175,74
CV(%)	9,98	7,85	9,83	16,81	11,04
$\hat{\mu}_j$	2092,11	408,33	1023,98	-1440,04	293,83

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 1.

Anexo C - Resultados médios do peso de grãos (kg/ha) de milho, por local, do Ciclo de Desenvolvimento Normal, obtidos do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares (EMBRAPA/CNPMS), no ano/safra 1994/95, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_j$), os coeficientes de variação (CV%) e a qualidade ambiental ($\hat{\mu}_j$) estimada pelo modelo de regressão proposto por Toler (1990).

CULTIVARES	LOCAL*									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6813,99	3467,24	6892,60	5826,51	6473,63	6654,98	5515,81	7865,64	6496,25	7995,90
2	5478,95	5062,33	6609,42	4166,06	5311,78	6188,54	4693,41	7503,03	6669,46	7494,87
3	5920,55	5457,69	6542,10	4772,22	5966,34	5386,97	4841,92	6351,57	6519,31	6821,84
4	7014,38	5946,41	7686,22	6562,74	6461,03	7191,80	6532,80	9077,78	7817,06	8696,40
5	7054,42	5509,89	8020,09	6306,58	7464,34	7196,95	4830,19	8767,45	8567,41	8114,25
6	7560,25	6602,92	7399,32	6376,98	6579,42	7441,07	5800,23	10264,64	8687,17	9027,59
7	6398,59	4476,44	5555,92	6079,41	6514,09	5567,10	5903,14	7818,89	7430,33	8274,25
8	5696,02	5435,69	6023,49	5273,22	5885,18	5492,86	5937,93	5805,65	5238,38	6547,78
9	4258,91	3345,31	4505,67	4022,47	4650,14	4376,28	3899,77	6029,89	5111,65	5632,26
10	4880,25	3723,81	6695,11	4614,68	6509,29	5282,94	4242,59	5806,38	6545,44	7426,44
11	6061,13	5338,47	6699,98	6062,71	6606,09	6078,25	6789,31	5784,39	6871,92	7854,56
12	6661,84	5388,48	7525,29	7284,88	7144,69	6844,56	7169,81	7151,00	6272,55	8451,11
13	6008,04	4654,25	6468,39	5658,02	6044,83	6472,54	4846,36	9000,47	5869,80	7942,95
14	7888,37	5593,87	7864,92	7022,17	7705,59	6356,16	6405,71	9673,47	7560,46	9584,45
15	7156,89	5543,88	8523,25	6928,08	7481,84	8400,99	6513,22	9884,21	8305,81	10396,86
16	6137,04	4996,95	7868,06	5810,95	6872,79	6295,30	5816,78	8760,79	7583,14	8922,61
17	5910,99	4205,59	6823,84	4811,41	6508,58	5990,58	5293,07	6214,96	5708,37	7464,60
18	5918,83	3811,54	4575,19	5550,08	6134,74	5883,45	5428,16	7123,38	6083,33	7279,39
19	7325,57	5287,69	8809,85	6370,89	7290,41	7604,14	6668,56	8717,08	7861,19	9643,33
20	6181,50	4997,64	7229,82	6695,26	7265,92	7807,30	6400,00	8188,94	7340,43	8046,48
21	7093,58	4487,59	7225,08	5840,33	6669,78	7236,92	5393,99	8371,22	7487,09	8938,35
22	5989,60	4777,33	7023,70	5532,86	6556,83	6504,15	5447,43	8334,19	6844,00	7781,34
23	4452,62	3922,41	5855,22	3750,03	4935,40	4662,02	4891,28	5743,73	5774,00	6245,90
24	5876,89	5841,88	7303,64	4837,91	6084,42	5900,26	6110,53	6552,70	5972,42	8051,65
25	6076,97	4440,82	6486,63	5498,26	6450,20	6383,14	5523,91	7652,42	6897,50	7883,53
26	7156,81	5182,38	8718,75	7376,82	7813,44	8097,04	6317,47	10865,22	8691,14	9980,12
27	6504,64	5591,34	6740,61	5727,82	6264,87	6891,07	4640,61	8013,59	7701,32	8829,81
28	5982,87	5057,04	6735,23	5333,55	6627,82	7202,60	6164,77	8495,13	6875,90	9000,96
29	5819,69	5154,05	6455,20	4934,27	5497,15	5767,50	4608,39	6500,21	6406,67	6271,53
30	6872,08	5416,93	6791,59	6039,59	6641,07	6433,92	5573,68	7069,03	7345,42	8551,84
31	5901,50	3912,34	5790,69	4014,28	5673,68	5541,30	4569,41	6441,29	6283,47	7297,74
32	6181,61	5004,95	6627,72	6036,57	7040,47	6873,39	4806,55	7519,08	7054,60	8278,28
33	7024,16	5173,93	7407,82	6343,85	6676,32	6522,42	5754,52	8153,32	7438,22	8698,74
34	5297,76	4574,78	5851,01	4924,08	5915,01	4573,99	5566,25	4864,39	4824,56	6555,25
35	7042,01	4711,27	6969,10	6498,84	6947,00	6513,23	5248,58	7157,70	6991,47	8586,59
36	6283,52	5278,82	6635,68	6492,77	6548,28	6841,77	6173,70	9829,32	7745,74	8464,29
MÉDIAS	6274,52	4927,05	6859,34	5704,92	6478,12	6401,60	5564,44	7704,23	6913,14	8084,27
CV(%)	8,87	12,93	12,72	11,15	6,29	9,70	12,05	10,21	10,38	6,95
$\hat{\mu}_j$	205,16	-1147,34	808,17	-331,90	403,41	391,57	-512,67	1694,31	875,79	1966,54

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 1.

continuação...

CULTIVA- RES	LOCAL*									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	6815,60	8137,34	6813,99	4168,09	3836,21	6812,66	5464,42	5083,89	7469,04	3208,15
2	5660,00	7245,87	5478,95	3441,24	4949,17	6640,30	4601,27	5198,85	5554,27	2267,54
3	6346,37	7374,28	5920,55	3754,25	4282,73	7599,58	3663,05	5943,15	7483,05	3158,69
4	6887,49	9442,51	7014,38	5587,01	5988,04	7068,80	5936,84	6855,17	7401,41	2812,15
5	7040,69	8649,93	7054,42	4028,28	4982,50	7472,68	5365,32	6813,38	8240,59	2529,62
6	6989,08	8316,40	7560,25	5298,58	5069,32	7296,19	6365,87	8332,09	8313,18	2204,55
7	5172,51	8156,09	6398,59	3436,15	5371,95	7101,56	5338,31	6708,92	7818,15	1801,76
8	4831,34	6630,71	5696,02	3085,86	4387,52	5986,43	3415,34	5057,92	5650,38	2796,50
9	4243,80	5657,60	4258,91	4110,75	3457,77	4477,08	2828,20	4411,69	4972,39	1659,49
10	4483,91	6940,27	4880,25	3618,92	4148,91	6359,41	3830,14	5872,56	6775,57	2248,99
11	5470,05	7349,23	6061,13	4882,77	5528,79	6507,43	5143,94	5218,63	7573,39	3513,58
12	5610,85	8387,00	6661,84	5067,24	5995,43	7540,44	5660,26	5363,50	8427,80	2755,25
13	7014,62	7965,30	6008,04	4212,44	5154,67	6379,92	5421,90	5699,53	7573,33	2985,18
14	8411,62	8733,67	7888,37	5094,88	6379,88	7790,05	6481,50	5369,85	8017,36	2106,26
15	6854,95	9813,51	7156,89	5496,34	6319,42	8169,09	5520,85	6552,61	9145,69	2484,51
16	6912,88	8872,55	6137,04	5283,05	5580,58	6880,12	5490,05	5717,16	7932,67	3106,76
17	5762,61	7984,19	5910,99	3855,65	5379,62	7442,37	2827,05	5050,23	7007,58	2285,27
18	5813,47	8140,70	5918,83	4129,37	4931,67	7103,13	4777,26	5780,94	6520,16	2286,28
19	7068,89	9830,87	7325,57	4859,04	5820,63	8218,72	5493,09	7517,25	9086,86	2945,93
20	7178,20	8241,26	6181,50	5088,98	5192,32	7287,49	6227,50	5425,87	7787,79	3812,65
21	7376,31	9074,96	7093,58	4956,49	5208,16	7475,62	6714,49	6788,83	8358,93	3768,97
22	6022,61	8416,99	5989,60	5353,10	5538,61	7136,31	4807,69	5800,22	7299,52	2717,22
23	3439,13	6795,96	4452,62	3270,91	3407,68	5353,94	2415,05	3671,16	5946,67	1719,35
24	5738,54	8406,22	5876,89	4620,04	5545,55	7429,66	4493,03	5986,22	6881,69	3410,46
25	6199,36	7715,07	6076,97	4921,47	4733,08	6792,62	4786,90	6192,64	7031,92	2787,85
26	7365,03	10441,21	7156,81	5007,33	6523,51	8657,14	5115,86	6807,67	8253,28	3238,56
27	6044,15	8142,30	6504,64	4322,35	5352,50	6817,78	5891,53	6199,06	7924,35	3012,48
28	6170,96	9349,96	5982,87	4218,35	5325,91	7592,29	4900,75	6141,04	7921,20	3068,07
29	5286,54	8021,34	5819,69	3479,38	4264,27	7083,18	4395,60	5527,90	6971,74	3408,57
30	5534,03	8635,61	6872,08	4807,05	5772,17	7359,78	5117,96	5857,56	7706,19	3011,38
31	5931,17	7629,54	5901,50	3955,37	4572,17	6076,61	5259,31	5574,70	6257,73	2378,99
32	6046,54	7785,56	6181,61	3983,32	4615,10	7680,90	4754,65	5939,72	7436,55	2766,05
33	7159,49	9119,26	7024,16	3787,59	5962,83	6916,61	6662,42	6264,12	7432,94	2843,60
34	4556,11	6183,61	5297,76	4431,09	4682,73	6330,63	3751,70	3756,28	5969,27	2565,99
35	6747,48	8977,08	7042,01	5158,19	6464,04	7556,93	6971,43	5916,10	8234,41	3809,81
36	7017,75	7917,64	6283,52	4262,43	6674,57	7633,48	6348,52	6916,44	8283,38	3630,25
MÉDIAS	6144,56	8180,04	6274,52	4417,59	5205,56	7056,30	5061,64	5855,91	7407,23	2808,46
CV(%)	8,56	7,27	8,88	10,34	9,88	6,65	12,37	14,40	6,15	18,64
$\hat{\mu}_j$	118,98	2087,11	205,16	-1645,35	-852,46	959,25	-984,61	-208,30	1321,53	-3265,28

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 1.

continuação...

CULTIVA- RES	LOCAL*									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	3566,98	6221,52	6285,23	6937,06	7353,45	5411,21	5779,59	4261,99	5674,05	6053,33
2	3062,96	6805,52	4638,77	6727,21	6696,40	3826,63	5620,40	5151,15	5377,41	4433,33
3	3393,34	6502,17	5765,89	6238,46	6837,66	6316,13	5177,86	6471,79	5613,92	5900,00
4	3137,52	8354,21	6974,88	7508,63	7235,02	7760,15	7374,90	7036,49	7008,16	6300,00
5	3624,35	7841,97	5442,54	7293,99	6567,82	5531,61	5728,76	4663,50	5870,13	5313,33
6	4806,40	8484,94	6616,42	7109,15	7879,69	7050,12	6956,58	6023,17	6939,34	7286,67
7	2753,65	4686,72	5564,92	5898,81	6246,74	4666,67	4589,57	5164,17	5918,87	6160,00
8	3526,95	5630,44	4886,89	6850,94	6990,08	5090,81	5232,22	5414,10	5469,52	4433,33
9	2507,56	4834,97	4073,47	5084,59	4698,16	4144,06	4392,32	2580,13	4064,79	3433,33
10	2959,28	6248,02	5004,12	6802,29	5848,16	5306,71	4860,64	4333,99	4096,30	5313,33
11	3704,92	6250,58	6625,83	6766,10	7210,65	5320,33	5689,27	6668,31	6225,49	5626,67
12	2486,54	6740,19	7316,46	7327,25	7551,99	5780,65	7084,59	7323,95	7044,61	6586,67
13	4731,87	6584,61	6601,33	6701,37	6903,49	5950,58	6646,18	4254,02	6125,93	5966,67
14	3892,34	7232,61	7332,85	7114,74	8041,07	5244,83	6355,91	5373,23	7369,19	6320,00
15	3808,64	8137,46	7526,66	7910,55	9071,99	6268,20	6472,90	4058,65	7350,33	5666,67
16	4302,28	7633,19	5663,09	7291,34	7382,61	5564,66	6462,79	7281,73	7299,47	5993,33
17	3276,53	6003,12	6456,89	7644,22	7780,27	5982,49	5280,86	6306,21	5609,01	5366,67
18	2733,01	5999,79	5623,01	6780,72	6900,54	4841,80	5275,77	6434,37	5198,42	5133,33
19	3929,13	7338,90	6263,01	7187,85	8448,66	6296,55	5973,43	4832,93	7465,75	5813,33
20	4284,42	6607,79	7537,64	8031,31	7124,75	5482,38	5967,31	4145,21	6996,17	6126,67
21	3672,40	6362,91	6601,35	7538,83	7498,47	5374,71	6076,27	4056,32	6558,83	6066,67
22	3866,93	6889,99	5936,63	7191,45	6892,26	6055,61	6279,70	7022,08	6688,28	5860,00
23	3077,20	5173,56	4105,24	7162,33	5722,11	4318,97	4311,60	5584,06	3764,90	4266,67
24	3949,34	6442,34	6030,66	7277,89	7121,80	5006,80	7142,59	7496,94	6003,55	5566,67
25	3082,07	6703,78	6203,06	7689,49	6838,62	5422,03	6264,09	5852,14	6296,43	5100,00
26	3562,13	8741,80	7024,29	7573,35	7841,69	5990,61	7217,14	6510,95	7470,48	6100,00
27	3880,76	6292,21	5920,27	6452,11	6218,51	6472,03	6231,07	4776,96	5753,51	5940,00
28	3248,67	7533,62	6560,80	7629,01	7827,05	5066,93	5999,28	6907,19	6156,03	5006,67
29	3517,08	6746,93	6017,92	7056,25	7205,44	5760,35	6150,29	3546,10	5211,16	5820,00
30	4058,33	7200,85	6730,95	6592,55	7233,68	5612,84	7181,91	6948,43	6968,08	5126,67
31	3412,39	6480,88	5035,17	6747,05	6076,71	4484,67	5784,68	5494,15	5317,29	4300,00
32	3735,00	6544,50	6739,23	7325,53	7054,48	4682,76	6149,47	5978,38	6211,66	5906,67
33	3774,63	7225,43	6483,95	6479,83	6804,56	6142,15	6573,18	5768,90	6905,28	6233,33
34	2729,38	4746,81	5552,62	6482,55	5930,50	4959,00	4952,84	6230,09	5068,60	4313,33
35	3342,47	6964,71	6375,29	8134,73	7083,87	4602,30	5944,28	5380,40	5800,56	5713,33
36	4005,48	6551,51	6214,88	6256,13	7707,97	6726,44	5534,72	7088,74	5758,51	6980,00
MÉDIAS	3538,97	6686,13	6103,67	7022,10	7050,75	5514,30	5964,30	5622,80	6073,61	5597,96
CV(%)	23,95	9,82	11,29	12,02	6,59	8,33	10,74	11,30	9,87	11,92
$\hat{\mu}_j$	-2537,11	640,33	16,67	898,84	949,39	-567,70	-127,57	-487,68	20,68	-476,74

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 1.

continuação...

CULTIVA- RES	LOCAL* 31
1	5436,97
2	6027,78
3	5765,52
4	5333,72
5	6815,33
6	6606,90
7	4675,48
8	4675,86
9	4037,93
10	4920,31
11	5268,97
12	5536,78
13	6362,45
14	6968,58
15	7233,33
16	5139,46
17	5312,45
18	5216,67
19	5350,58
20	6174,71
21	7040,23
22	5830,65
23	4679,69
24	5398,28
25	5636,02
26	6188,12
27	5577,20
28	4662,64
29	6003,83
30	5814,18
31	5248,66
32	4879,89
33	6136,02
34	5073,95
35	5223,18
36	6843,68
MÉDIAS	5641,55
CV(%)	14,50
$\hat{\mu}_j$	-448,11

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 1.

Anexo D - Resultados médios do peso de grãos (kg/ha) de milho, por local, do Ciclo de Desenvolvimento Precoce ensaiados na região centro, obtidos do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares (EMBRAPA/CNPMS), no ano/safra 1994/95, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_j$), os coeficientes de variação (CV%) e a qualidade ambiental ($\hat{\mu}_j$) estimada pelo modelo de regressão proposto por Toler (1990).

CULTIVA- RES	LOCAL*									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	5381,67	6398,95	6174,78	6636,67	6146,33	6442,97	10326,67	8544,25	8633,33	7428,88
2	6103,33	4779,25	4414,20	6743,33	6630,00	5827,34	8086,67	7312,13	7800,00	7087,52
3	5791,67	5813,63	5235,22	7366,67	6226,67	6254,96	9406,67	7393,93	8533,33	8606,61
4	6573,33	4861,84	5383,10	6606,67	7066,67	5286,73	9646,67	7516,97	8600,00	8626,85
5	6086,67	6095,60	5576,09	7540,00	6570,33	6559,06	10146,67	7790,91	9333,33	8035,18
6	5745,00	4101,46	5068,89	6446,67	6333,33	6388,67	8320,00	7718,79	8200,00	7367,21
7	5223,33	4758,92	5013,69	6600,00	6176,67	5753,19	7313,33	6715,15	7866,67	7651,91
8	6318,33	5633,34	5988,97	6866,67	7126,67	6666,10	10766,67	7663,63	9466,67	8045,85
9	7485,00	5411,95	5924,74	8486,67	7170,00	6875,85	9100,00	7473,34	11000,00	8179,24
10	6528,33	5124,53	5426,09	8866,67	7566,67	6955,12	9920,00	7833,33	9766,67	9525,19
11	7140,00	4942,77	5626,70	7636,67	6940,00	5938,53	9473,33	7966,06	8633,33	8482,81
12	6723,33	5456,40	5353,32	6986,67	6573,33	6273,96	8946,67	7603,03	9633,33	7843,82
13	5413,33	5177,99	4782,50	6986,67	5706,67	5211,83	7493,33	6867,88	7033,33	6243,15
14	6033,33	6138,37	5805,46	7013,33	7335,67	6342,24	10313,33	8312,12	9566,67	8234,11
15	5083,33	4115,31	2902,45	5710,00	5560,00	4690,91	5726,67	6806,67	6733,33	5601,02
16	3700,00	4382,19	4217,30	6520,00	5590,00	5118,09	6233,33	6838,79	7800,00	5222,50
17	6686,67	4893,09	5618,33	7896,67	7616,67	6532,73	8940,00	7340,61	9333,33	7659,87
18	5230,00	4922,85	5732,62	6700,00	6303,33	5007,79	8506,67	7518,19	9000,00	7481,02
19	5281,67	5973,17	5831,97	6786,67	6450,00	6211,52	8006,67	6464,85	8133,33	7146,08
20	7028,33	5541,30	6081,45	7023,33	6496,67	6662,49	11286,67	6492,73	8866,67	7878,09
21	6931,67	5350,74	5887,45	6936,67	6636,67	5101,16	10960,00	7940,61	8966,67	9603,02
22	5425,00	4734,38	4945,91	6393,33	6510,00	5136,05	7920,00	7169,09	7833,33	5943,03
23	7210,00	4904,19	6398,91	7730,00	7307,00	5512,44	10213,33	8582,42	8866,67	10997,45
24	6880,00	6903,36	5795,70	7830,00	7017,33	7484,51	11866,67	8739,99	10133,33	8779,58
25	6026,67	4831,44	5159,67	6640,00	6360,00	5211,61	11013,33	6826,06	9200,00	8325,48
26	6781,67	5326,62	5089,35	7243,33	6533,33	6050,33	9706,67	7684,24	8500,00	8817,40
27	6203,33	5631,44	6341,56	7586,67	6206,67	5502,93	8033,33	6421,81	8133,33	7486,79
28	5670,00	5720,75	5471,20	6273,33	6315,00	5254,70	8680,00	6499,39	8033,33	7124,41
29	6406,67	5146,96	6123,73	9473,33	6893,33	5792,47	7880,00	7487,88	9466,67	8012,80
30	6491,67	4765,83	5146,45	7406,67	7612,00	5493,79	10013,33	7804,85	9933,33	8774,51
31	5118,33	4701,26	4644,73	6206,67	6643,33	5981,75	7086,67	6910,30	8200,00	6646,24
32	5915,00	5684,28	5537,78	7970,00	6716,67	5159,61	9966,67	7485,45	9200,00	7490,23
33	6253,33	6011,11	4777,15	6890,00	6426,67	6637,03	6686,67	7418,79	8300,00	8230,24
34	6453,33	5527,46	5923,02	7146,67	6473,33	6177,95	8466,67	7301,22	8733,33	6793,16
35	7576,67	5820,13	5385,40	7846,67	6764,00	6464,68	10373,33	7621,81	8966,67	8248,15
36	5328,33	5670,24	4649,38	6136,67	6236,67	6156,58	8993,33	6189,09	7800,00	6289,40
37	5705,00	3768,98	4785,73	6810,00	6373,33	5137,68	9733,33	7969,09	8166,67	7383,80
38	6450,00	5453,46	5717,05	7153,33	7046,67	5767,23	11246,67	8011,51	9000,00	8086,16
39	7268,33	5572,75	6344,92	8113,33	7673,33	5744,31	10986,67	9867,88	9733,33	8706,42
40	5911,67	6187,84	5360,04	6963,33	6366,67	6475,82	8980,00	6856,97	8533,33	7181,19
41	5561,67	4035,84	5215,61	6600,00	5360,00	5555,45	7166,67	6414,55	7366,67	7145,53
42	6063,33	4906,71	4321,64	7500,00	6063,00	4727,17	8746,67	7646,67	8066,67	7714,05
43	6401,67	5788,26	5905,05	6793,33	7226,67	6742,42	10646,67	7880,00	8500,00	8933,34
44	6356,67	5890,35	5374,14	7146,67	6510,00	6925,14	11793,33	8303,03	8966,67	7591,79
45	6726,67	5688,05	6682,42	7166,67	7820,00	5361,13	11206,67	8875,15	9500,00	8146,84
46	5630,00	4923,05	4680,01	6986,67	6733,33	5303,14	7380,00	7168,49	8600,00	7137,72
47	6670,00	5574,42	5559,95	7120,00	6416,67	4950,55	9226,67	7472,12	8033,33	7275,42
48	5936,67	5044,02	5614,59	7820,00	6650,00	5897,59	8306,67	7685,45	9300,00	7307,85
49	6121,67	5179,87	6280,31	7580,00	6472,67	5211,36	12153,33	8892,73	9666,67	8211,13
MÉDIAS	6143,50	5291,16	5413,81	7160,88	6631,63	5875,85	9252,93	7536,73	8727,21	7770,00
CV(%)	8,98	10,56	14,38	6,10	9,48	9,50	7,25	12,36	4,57	8,12
$\hat{\mu}_j$	-318,56	-1175,89	-1039,18	646,81	139,18	-592,62	2781,31	1034,64	2173,24	1273,06

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 1.

continuação...

CULTIVA- RES	LOCAL*									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	7832,33	5429,78	5865,39	7747,67	7260,90	6054,28	5811,84	6631,05	8399,01	9548,42
2	7065,30	5262,68	4474,01	5726,35	7197,13	7899,01	3715,50	5463,16	7667,52	7926,14
3	7166,10	5332,89	5135,95	9243,79	7781,92	7113,25	7250,31	5367,58	7439,00	7051,98
4	7065,90	5464,89	4898,10	7126,74	7046,30	3901,26	6574,84	7440,33	8666,97	8809,04
5	8164,76	6404,88	4724,71	6710,44	7413,05	4917,11	6478,66	7178,84	7922,70	9156,30
6	7298,57	5731,56	3957,88	6763,57	7206,49	5788,24	4272,12	6564,84	7516,30	8241,95
7	6864,95	4744,01	3605,24	6425,20	6897,83	6065,81	5413,71	6752,20	7701,50	8741,45
8	7966,15	5683,11	5195,94	6632,56	7470,98	5014,37	6775,23	7811,12	8718,89	8903,22
9	7034,29	6623,57	5525,99	7211,23	7776,84	5319,95	5080,30	6516,44	8814,82	7804,21
10	6717,41	6143,55	4950,03	8378,68	8102,17	4057,98	5695,25	6120,41	8320,18	8054,16
11	8633,81	5364,43	4415,30	7761,63	8271,01	4998,88	5908,72	5875,35	8403,24	7397,68
12	8267,30	4796,89	4842,07	8095,33	7931,80	7025,54	6012,93	6967,28	8726,56	8814,19
13	7366,80	5597,77	4886,70	5748,46	7460,80	5676,71	5372,12	5528,78	7078,50	7356,90
14	7400,64	6018,67	5545,25	7260,09	7946,34	4901,62	6746,96	6984,93	8065,53	9422,71
15	5798,96	3517,78	4160,66	4885,29	6153,62	4741,49	3267,06	5102,43	6500,37	6959,82
16	6531,90	4570,24	3647,92	5113,96	5354,38	7138,02	3135,59	5455,09	8418,82	7314,35
17	7416,86	5164,45	4660,04	8881,41	8282,67	4336,90	5418,61	6732,26	8084,93	7844,23
18	5965,58	5168,45	4587,42	6214,36	6375,38	6668,25	6245,56	5920,09	8151,87	7628,53
19	6865,67	5823,11	5117,31	6598,06	7057,29	4447,80	6538,71	7060,88	7663,62	7268,16
20	6766,47	5949,79	5495,43	8401,19	8030,34	8409,78	7098,29	6242,46	8633,15	8916,78
21	7566,00	5644,89	4998,77	7562,82	7384,78	7114,73	5838,86	7140,79	8645,19	8386,32
22	6632,53	4151,55	4099,39	5823,26	6889,13	4984,64	5025,62	5588,13	6826,77	7246,00
23	7632,93	6279,12	4297,84	8701,94	8300,76	3661,84	8227,41	8109,58	9497,04	8883,52
24	7699,35	6052,00	6100,51	8869,38	8307,28	7385,00	9007,24	6467,43	9269,00	8843,61
25	6833,24	5463,56	3849,31	7152,33	7036,28	7910,54	7102,26	6795,13	8813,36	9964,51
26	7865,65	5268,00	4941,29	8136,04	6558,74	4413,88	6808,88	6268,80	8258,99	8391,59
27	8266,38	4716,89	3755,88	8739,16	7452,91	5995,41	5690,73	6665,90	8933,61	7280,00
28	7633,88	5504,45	4192,71	7300,79	7134,73	6744,50	4731,70	5884,32	7029,91	6522,12
29	7467,60	5042,66	4344,18	6587,58	7889,77	5924,55	3883,88	5555,71	7378,78	7676,07
30	6733,69	5644,44	4454,09	7916,26	7470,30	6315,13	6751,40	6819,34	8240,73	9003,98
31	6367,56	3892,43	4467,95	5583,70	6171,02	7952,30	5631,15	5079,30	6564,52	7003,72
32	7666,25	5315,99	4740,63	7716,65	7644,93	5102,12	6389,64	6754,34	8498,06	8218,16
33	8167,16	6027,99	5720,70	7200,36	7587,01	5766,30	6364,33	5801,22	7954,44	8361,84
34	6600,22	5460,00	5364,05	6103,48	7038,39	7538,29	6292,99	6064,54	7562,94	8801,03
35	8400,98	6003,10	5104,01	7165,11	7541,33	7440,27	6789,56	7365,14	7647,67	8266,28
36	7167,91	5698,22	5013,36	7592,64	6573,92	7589,96	5368,15	5727,70	7455,09	8622,14
37	6635,30	4092,46	3690,09	6071,32	7648,49	3358,01	3869,39	7144,75	7151,29	8112,62
38	7701,54	6114,67	4415,41	6238,77	7484,78	5941,89	6481,54	7513,55	8716,76	9079,42
39	8251,01	6380,00	5165,95	8221,72	8152,88	5139,05	5706,62	8990,71	8885,46	8926,85
40	7166,72	5670,67	4369,90	7455,42	7139,87	4694,19	6644,78	6351,60	8814,36	7777,40
41	6768,28	5276,91	4134,67	5508,54	7010,87	6293,69	3308,18	5954,80	7033,61	6513,20
42	6501,36	4436,46	5470,06	4970,17	6721,01	5286,13	4718,23	7021,61	7418,89	7635,88
43	7866,48	5553,33	5616,75	9070,93	6978,28	6422,17	6906,00	6905,63	8160,54	7655,98
44	7467,13	5136,44	4863,27	8199,60	6640,65	5909,78	7362,85	6471,54	7795,17	8246,25
45	7968,00	5251,11	5155,42	7417,05	7854,31	6637,79	7375,39	6727,10	8244,89	8598,97
46	7266,51	5290,65	4650,75	5700,00	7524,65	5581,67	4866,20	6113,10	6921,94	6813,45
47	7233,01	4456,43	5199,23	6083,70	7372,49	5484,14	5737,62	5209,44	7202,66	7776,99
48	7199,36	4908,00	5454,54	5636,83	8088,40	5341,26	5531,15	6493,31	8727,76	8179,66
49	8000,95	4875,12	5411,35	8898,46	8401,51	3527,88	6109,27	7533,33	9190,45	9862,28
MÉDIAS	7324,83	5355,10	4790,48	7113,27	7367,69	5835,37	5863,95	6494,56	8035,37	8159,39
CV(%)	7,72	13,15	12,86	10,40	6,23	13,80	12,00	10,62	6,35	7,07
$\hat{\mu}_j$	790,35	-1085,37	-1641,17	639,80	843,82	-651,69	-597,60	51,60	1514,63	1644,23

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 1.

continuação...

CULTIVA- RES	LOCAL*									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	7109,86	4156,28	4430,29	6431,23	4882,48	8133,33	7379,59	5672,28	5784,86	6880,62
2	5813,65	3618,01	2883,08	6983,84	4952,10	7333,33	7500,91	5068,82	4838,23	7116,13
3	6322,03	4672,88	3353,65	6886,53	4840,64	6800,00	7661,47	6580,95	6079,13	6790,25
4	7507,55	4901,38	3441,30	8084,23	5684,27	8233,33	7304,68	5774,44	5595,87	7795,22
5	6674,44	3623,36	4335,66	8261,04	6085,81	8933,33	6769,15	6430,72	6369,02	6790,33
6	6164,99	4427,92	3171,36	7245,87	4573,74	7366,67	6722,56	6179,64	5767,29	7259,02
7	6649,70	3188,86	3951,86	7265,81	3745,38	7433,33	6281,83	5312,11	5471,60	6869,73
8	8204,39	3927,37	4114,38	7587,14	6459,25	7666,67	7962,61	6451,51	5591,60	7878,71
9	6585,11	3966,04	3684,47	7913,86	6452,87	8933,33	8189,56	7471,86	5770,01	8511,20
10	6111,54	4575,52	3533,58	8632,90	6183,23	8433,33	8353,98	7639,83	5579,83	8193,24
11	6302,72	4844,63	3392,36	8734,16	5301,66	8633,33	7463,49	7051,08	6636,60	8767,62
12	6843,19	4713,52	3693,65	7778,09	4018,45	8100,00	7480,85	7168,40	5435,05	7908,03
13	5515,93	3297,64	2907,74	6700,03	4494,90	7366,67	6982,53	6360,16	5719,44	6594,88
14	6984,27	3665,47	3743,36	8105,27	5532,03	7833,33	7411,68	5867,10	5873,73	8154,17
15	4731,42	3128,26	2731,97	5330,67	4171,40	5733,33	6147,02	5052,38	3492,51	6017,66
16	4172,10	1844,75	2584,66	6136,17	4855,14	5866,67	5380,47	5896,97	4468,86	5797,13
17	6642,12	5031,18	3591,07	8827,32	6402,82	7866,67	7917,19	7322,09	6043,71	8576,15
18	6751,34	3341,56	3898,39	7225,26	4176,41	6900,00	6557,23	5955,85	4722,73	7291,78
19	6030,82	2361,05	3794,15	7614,75	5316,34	6966,67	6530,89	6790,92	5187,89	6734,94
20	5577,13	3562,08	3501,83	8278,14	5641,36	8166,67	8328,80	6710,39	5404,26	7717,09
21	7694,33	4362,81	3942,51	8073,16	5542,02	7500,00	7182,88	6526,84	5718,00	7344,53
22	4993,29	2296,08	2987,65	6354,72	4206,65	7600,00	6654,73	5575,74	4314,37	5705,62
23	8150,94	5122,79	4368,78	9296,52	5987,55	8900,00	8178,07	8094,80	6087,36	8417,01
24	8314,25	4077,04	4361,11	9034,12	6040,35	9966,67	8411,29	7377,50	6313,49	7776,34
25	7500,40	2781,03	3569,07	8036,51	4611,27	8166,67	6193,63	6968,40	5490,89	7255,62
26	7197,92	4451,80	4403,36	7158,02	5751,35	7900,00	8381,15	7425,98	5464,96	7390,02
27	6283,23	4816,77	4408,86	8015,30	5071,18	7800,00	7588,69	6196,54	5161,36	7291,59
28	5940,68	4534,40	3449,79	7214,77	4263,75	6466,67	7785,66	6074,02	4847,08	6247,67
29	6315,93	3977,87	2629,34	8297,79	5031,04	7566,67	8422,06	5793,06	5773,04	8081,84
30	6822,43	4057,48	3895,53	8566,04	6260,46	8900,00	8283,66	7088,30	5885,48	7561,39
31	5502,72	2955,27	2919,64	6896,61	4778,75	6800,00	4870,09	5378,79	4908,25	5852,64
32	6782,16	4477,09	3993,53	7865,44	4366,46	7200,00	8692,27	6527,27	6430,25	8145,57
33	6089,94	3184,80	3381,80	8233,06	4888,87	7333,33	7388,75	6342,00	5089,36	7310,28
34	6693,29	4501,05	2682,48	8181,69	5495,52	7266,67	7593,49	7101,73	5648,02	6753,10
35	7423,07	3892,62	4287,89	8988,39	5762,89	8933,33	8086,76	6930,31	6800,43	8078,59
36	5704,83	3910,80	3826,16	7076,58	5169,74	7500,00	6714,88	6187,02	4679,26	7162,54
37	6284,91	4373,98	2295,94	6928,27	6701,07	7233,33	8276,03	6509,96	5117,01	7570,72
38	8180,72	4098,01	3918,44	7677,95	5741,22	8633,33	6834,06	5909,96	5919,23	7480,12
39	9277,13	4273,36	4097,44	6996,75	6081,09	9266,67	7289,45	6732,91	6691,21	8371,64
40	6078,20	4048,90	3818,30	7676,82	5741,95	7066,67	7292,44	6705,21	5488,26	7700,00
41	5191,82	3588,76	2566,30	6457,56	3945,93	6833,33	6112,81	5622,09	4711,95	7123,13
42	6506,30	2521,61	3623,57	7004,62	4756,79	7733,33	6113,28	5273,17	5146,62	7023,20
43	7415,53	4925,50	4144,93	7950,03	5873,95	7266,67	7455,00	7346,32	6211,59	7954,82
44	7201,27	4825,95	3822,52	7152,28	5296,76	7433,33	7589,12	7287,02	6089,38	6982,42
45	7670,66	3730,22	3801,95	7754,08	5540,49	8300,00	7496,71	5881,40	5883,58	7153,79
46	5249,26	2951,81	3146,00	6598,32	4868,87	6766,67	5830,36	5347,18	5075,00	6246,79
47	5900,64	4484,23	4071,97	6810,03	5665,23	7466,67	6839,90	6893,95	4862,03	7140,41
48	6540,88	3345,24	3565,89	7961,55	5061,00	8466,67	7633,43	6535,07	5536,99	8027,18
49	8465,63	4188,36	4300,48	7888,38	4370,85	9233,33	8019,53	7309,97	6590,03	8574,24
MÉDIAS	6613,61	3910,27	3612,65	7595,26	5237,62	7759,18	7296,67	6442,86	5546,26	7374,83
CV(%)	6,76	17,83	15,80	8,27	15,12	8,63	11,33	10,35	12,55	7,45
$\bar{\mu}_j$	197,90	-2485,39	-2775,48	1066,83	-1188,47	1260,78	793,68	-34,74	-902,17	878,30

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 1.

continuação...

CULTIVA- RES	LOCAL*								
	31	32	33	34	35	36	37	38	39
1	4589,87	6593,33	9398,22	5051,68	6392,81	7260,72	6066,79	7150,52	6833,33
2	5178,01	4293,33	7685,47	5187,12	7118,82	3695,93	5300,73	6725,98	5966,67
3	5443,02	6060,00	9302,40	6375,42	7071,91	5324,39	6899,90	7147,95	7933,33
4	4633,70	4780,00	8239,31	5273,61	5451,95	4928,74	5967,22	6819,77	6233,33
5	4699,96	4980,00	9540,06	6107,94	6640,95	6539,99	6531,48	7880,64	6366,67
6	3592,04	5080,00	7347,89	5116,94	7049,62	4872,36	6068,22	6966,62	6100,00
7	3771,98	4786,67	8954,26	5696,02	6628,17	4905,69	5468,17	5531,02	6266,67
8	5180,66	5613,33	8748,55	5649,52	6742,56	5636,86	6269,12	7062,76	8333,33
9	4811,20	4180,00	9266,24	4259,52	7313,75	3723,58	6301,70	7915,67	7533,33
10	5235,08	4840,00	9876,96	5159,49	7116,03	4655,42	6302,83	6675,55	7900,00
11	4659,61	6113,33	9399,08	6739,62	6887,23	6561,92	6866,74	6728,62	7800,00
12	4283,14	5153,33	8178,33	5348,49	5810,79	5065,59	5601,40	6454,10	6433,33
13	4355,57	5266,67	7333,09	4484,42	6900,38	5650,54	5634,58	6327,60	5933,33
14	4818,31	5120,00	8279,94	5345,04	6580,25	5209,35	6501,03	7289,91	7366,67
15	2734,70	3826,67	7381,54	3981,98	6313,11	4252,31	5264,82	4159,56	4400,00
16	3703,04	3886,67	7403,88	4094,13	4881,98	4111,51	5633,53	3742,49	5200,00
17	5162,66	5020,00	8901,71	5812,00	7229,44	5261,53	6633,31	7586,50	6566,67
18	4012,73	4740,00	7647,62	4707,13	5649,83	4438,07	5865,84	6307,47	6166,67
19	5083,45	4400,00	7222,07	4777,93	6831,22	5343,90	6197,10	5987,52	6366,67
20	4459,81	5220,00	8172,00	6151,74	5788,70	4721,27	6567,34	7958,96	7466,67
21	4079,56	5386,67	8459,11	5629,29	5216,16	4916,00	6563,56	6518,81	8033,33
22	3749,42	3786,67	6048,94	4588,47	5853,81	5234,29	5297,27	6513,93	6500,00
23	6190,56	5453,33	9898,43	7342,17	2690,65	4352,30	7032,48	8698,10	8300,00
24	5181,30	6760,00	9437,58	6965,52	6935,79	5624,79	6901,73	8508,79	9366,67
25	3023,78	5853,33	9050,59	6378,54	6934,69	5086,18	5666,24	5983,89	7733,33
26	4696,70	5493,33	9222,18	6447,68	6731,94	4812,05	6666,12	7251,85	7433,33
27	4710,24	5193,33	8300,64	5873,43	5847,25	5874,91	6799,63	6431,20	5900,00
28	4670,60	5380,00	8236,26	4785,52	5542,60	4695,40	5366,24	6522,32	5200,00
29	6006,45	5893,33	7727,09	4958,86	6993,95	5782,66	6765,49	5082,65	6000,00
30	4837,94	4420,00	8270,17	6369,49	6178,38	3953,25	6063,81	7737,68	8466,67
31	3488,14	4813,33	6996,46	3377,71	4691,50	5017,89	5532,88	5872,95	6300,00
32	4395,08	4860,00	8790,79	3806,22	4188,07	5001,76	5933,53	6394,73	6066,67
33	5027,07	5873,33	8732,82	5929,92	7930,50	4945,81	6332,06	7456,81	6333,33
34	3509,49	5000,00	8811,74	5387,33	7228,34	4595,37	5934,18	7090,74	7000,00
35	4917,02	6393,33	9835,90	5778,03	5448,18	7984,68	6664,06	6799,77	7100,00
36	4359,68	5093,33	8118,88	4662,04	7416,92	4732,92	5531,28	6629,91	6900,00
37	4018,44	4260,00	8427,13	5220,55	8535,91	4229,27	5100,00	7479,55	5766,67
38	4492,32	5386,67	8990,35	6159,04	5696,62	5413,16	6398,85	6739,01	8033,33
39	5722,06	5973,33	9951,83	6059,09	4861,17	5605,83	6332,66	7698,70	8633,33
40	4351,84	4446,67	8471,84	4878,27	5201,27	4805,69	6433,98	6374,13	6166,67
41	4383,33	4586,67	7851,20	4693,58	5544,29	5040,11	5434,76	5112,18	4866,67
42	3436,41	4486,67	8582,49	5815,95	5213,33	5216,11	5533,26	6455,78	6633,33
43	5205,32	6073,33	8836,40	6014,83	6944,80	7333,19	6867,69	7407,47	6866,67
44	5334,59	5333,33	8949,86	6051,93	6954,95	5765,03	6766,34	6848,36	7933,33
45	4159,08	5113,33	8534,91	5728,30	5616,88	5474,68	6368,92	7089,09	7000,00
46	2472,49	4973,33	7856,65	5235,28	5529,02	4053,26	6165,84	6786,30	7433,33
47	3958,41	6126,67	8463,81	5379,34	5903,76	5228,60	6000,33	6682,98	7233,33
48	4687,69	5486,67	8321,16	5746,80	6177,79	5868,82	5503,90	6231,04	6033,33
49	4539,83	6140,00	9729,55	5230,40	6792,01	5879,68	6967,72	6828,77	7133,33
MÉDIAS	4490,07	5183,54	8513,95	5424,76	6228,57	5197,62	6140,14	6727,48	6847,62
CV(%)	16,01	10,84	6,47	18,70	11,44	7,74	9,58	8,94	13,67
$\hat{\mu}_j$	-1927,27	-1272,35	1973,46	-1008,16	-202,14	-1318,29	-359,33	142,13	426,72

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 1.

Anexo E - Resultados médios do peso de grãos (kg/ha) de milho, por local, do Ciclo de Desenvolvimento Precoce ensaiados na região sul, obtidos do Ensaio Nacional de Competição de Cultivares (EMBRAPA/CNPMS), no ano/safra 1994/95, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_j$), os coeficientes de variação (CV%) e a qualidade ambiental ($\hat{\mu}_j$) estimada pelo modelo de regressão proposto por Toler (1990).

CULTIVA- RES	LOCAL*							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	7753,04	7984,95	8129,71	10066,67	9300,00	7188,50	8985,75	9410,67
2	8444,67	9536,65	8032,06	12466,67	8286,67	6760,83	8411,07	8608,08
3	7014,54	9548,52	8151,75	10133,33	8253,33	6363,75	8361,84	8340,63
4	8247,17	5847,27	6285,99	9433,33	6783,33	6448,86	8513,22	8376,58
5	6607,59	8196,77	7907,85	11066,67	7783,33	6475,73	9022,84	9035,87
6	6927,79	6642,50	7103,26	10600,00	7636,67	7708,88	7224,67	7779,49
7	7660,96	8561,61	8021,74	9500,00	7890,00	6371,71	8472,03	8202,24
8	7731,14	8284,98	7089,61	9833,33	8063,33	6839,02	7253,30	7580,63
9	6521,72	7023,21	6516,90	8366,67	6443,33	6372,89	6659,23	7054,60
10	6717,28	7239,16	6196,56	9066,67	6966,67	5675,11	6837,55	8485,33
11	6999,80	8507,48	7686,11	11566,67	8693,33	5987,73	7399,92	8820,49
12	8234,05	8807,29	7280,07	10533,33	7583,33	7176,31	8027,47	8854,22
13	7465,13	8593,08	7139,01	9366,67	7833,33	8305,63	7629,43	7146,85
14	6572,97	8254,21	7351,39	8566,67	6770,00	6071,38	7519,92	7724,20
15	7205,60	7214,18	6886,35	9200,00	6293,33	7183,31	7527,17	7282,45
16	7842,28	9186,50	9477,24	11033,33	7323,33	7424,70	7410,12	8604,43
17	8163,46	6562,33	7015,16	8900,00	6963,33	5928,45	5869,23	7845,05
18	8441,67	8821,39	7698,01	11566,67	8046,67	6810,38	8424,18	10278,40
19	9339,15	7017,44	7147,29	10266,67	7606,67	6739,80	7362,61	8578,01
20	7700,73	9233,55	7944,99	10233,33	7856,67	7244,17	8439,66	8411,74
21	7849,44	10228,06	8120,90	9833,33	8703,33	8229,42	8644,06	9504,76
22	6047,19	7910,99	7087,62	10533,33	7230,00	6839,99	8549,04	8278,77
23	5468,53	6678,67	6205,74	6366,67	6446,67	5170,96	6015,98	6222,01
24	7359,13	7701,91	7573,92	10033,33	7400,00	5975,57	8327,51	7843,97
25	7342,97	6680,85	7948,37	11400,00	8906,67	7589,03	6740,92	8953,88
26	7219,46	6474,31	7390,94	9300,00	8923,33	6531,09	8210,35	8351,67
27	7070,93	6453,32	6410,63	8766,67	7120,00	4876,30	7375,98	7884,61
28	8733,48	10264,82	8658,64	10833,33	9290,00	7923,26	8700,46	8585,40
29	7585,57	8313,88	6926,39	11266,67	7160,00	7494,90	7858,43	8232,64
30	6141,12	8921,61	7441,37	11666,67	7523,33	7218,71	7554,48	8358,22
31	7553,06	9626,87	8203,44	11000,00	8466,67	8162,90	8897,51	8834,78
32	7066,32	6893,23	6608,15	10600,00	9066,67	5823,89	5988,12	7759,36
33	8608,43	9286,57	8942,33	11066,67	8986,67	6800,81	8486,90	8500,38
34	9105,59	9176,32	7721,98	10066,67	8836,67	6841,99	10081,69	7198,17
35	7838,03	9197,39	7958,64	10033,33	8023,33	6433,13	8110,42	9298,17
36	7322,68	9193,66	6821,80	9400,00	7886,67	5438,49	8768,20	8489,70
37	7478,73	6125,05	5908,87	8466,67	7600,00	5667,34	7956,32	6923,05
38	6241,54	8190,36	7234,48	8166,67	6433,33	6301,04	6972,87	8648,61
39	5649,46	7978,73	6666,42	9466,67	6530,00	6068,27	6993,10	7427,79
40	7524,34	7039,49	6630,86	10400,00	7126,67	6542,72	6893,37	7616,81
41	7200,45	9615,79	7302,11	11166,67	7490,00	6625,43	8136,09	8957,83
42	6778,58	6854,27	5898,73	8133,33	6153,33	4572,54	7345,59	9222,68
43	7666,68	7061,78	6464,62	10766,67	6430,00	6413,58	7685,17	7227,87
44	6119,29	7236,06	6740,34	8466,67	7063,33	5616,61	8112,87	8693,76
45	6799,26	7605,03	6338,05	9833,33	7926,67	5778,68	6376,51	8293,76
46	6368,06	8593,45	6733,52	8600,00	7960,00	6208,75	7982,72	9288,61
47	6714,27	7942,90	6691,85	9333,33	6726,67	5586,12	6992,76	9065,56
48	6209,81	7759,94	6860,03	8900,00	7790,00	6563,02	7384,83	8421,25
49	6163,55	6838,30	6881,58	8500,00	6856,67	6624,99	5726,28	6629,33
MÉDIAS	7281,97	8059,32	7253,74	9880,27	7641,50	6550,95	7718,77	8268,03
CV(%)	12,79	10,41	15,11	7,25	10,90	9,80	8,06	8,14
$\hat{\mu}_j$	-606,89	252,11	-557,08	2060,41	-251,59	-1231,42	-87,40	421,88

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 1.

Anexo F - Resultados médios do peso de grãos (kg/ha) de feijão, por local, obtidos do Ensaio Regional Intermediário de Competição de Cultivares e Linhagens do Estado do Paraná (IAPAR), no ano/safra 1994/95, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_j$), os coeficientes de variação (CV%) e os efeitos ambientais ($\hat{\mu}_j$) estimados pelo modelo de regressão proposto por Toler (1990).

GENÓTIPOS	LOCAL*				
	1	2	3	4	5
1	2122,00	770,00	2801,50	2481,75	1837,50
2	2003,75	1524,00	2901,50	2325,75	1277,50
3	2180,75	2013,00	2843,50	2567,50	1846,75
4	2171,25	1903,50	3424,50	2312,25	1609,50
5	2453,50	1945,00	3231,25	2445,25	1411,50
6	2738,00	1773,50	3428,50	2287,25	1337,50
7	2297,25	1775,75	2792,50	2608,00	1590,75
8	2138,25	1655,75	2743,00	2293,00	1435,50
9	2475,25	1732,75	3192,25	2623,75	1393,50
10	2182,75	1718,75	2806,50	2566,00	1637,25
MÉDIA	2276,27	1681,20	3016,50	2451,05	1537,72
CV(%)	13,38	9,48	9,21	10,17	11,46
$\hat{\mu}_j$	103,11	-519,78	829,95	233,13	-646,41

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 5.

Anexo G - Resultados médios do peso de grãos (kg/ha) de feijão, por local, obtidos do Ensaio Regional Final de Competição de Cultivares e Linhagens do Estado do Paraná (IAPAR), no ano/safra 1995/96, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_j$), os coeficientes de variação (CV%) e os efeitos ambientais ($\hat{\mu}_j$) estimados pelo modelo de regressão proposto por Toler (1990).

LOCAL*	GENÓTIPOS												MÉDIA	CV(%)	$\hat{\mu}_j$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	1885,00	2031,50	2267,50	1700,00	2213,50	1990,25	2042,00	2041,50	2114,50	2155,00	1685,00	2182,00	2025,64	14,81	98,43
2	2751,75	3144,25	3435,75	2880,25	3397,00	3233,75	3139,25	2929,50	3165,00	3105,00	2992,25	2938,50	3092,69	7,96	1159,06
3	1051,00	959,75	1402,75	1138,00	1159,25	709,25	1167,25	1336,50	1237,25	1277,00	1040,75	790,00	1105,73	21,82	-836,20
4	1306,75	1112,50	1243,75	1433,50	1190,00	1295,75	1396,75	1443,50	1507,50	1601,25	1229,25	1346,75	1342,27	18,65	-598,88
5	1560,00	1781,75	1926,50	1907,25	1621,00	1614,75	1888,50	1881,50	1963,25	1702,25	1816,75	2013,75	1806,44	11,63	-137,32
7	1251,00	1221,50	1622,00	1662,50	1906,50	2114,00	1683,00	1601,50	1746,00	1479,50	1519,00	1762,50	1630,75	11,16	-300,33
8	2527,00	1941,00	2016,00	2574,75	3003,25	2756,50	2207,00	2646,00	2307,75	2105,25	2082,00	2613,75	2398,35	13,30	457,60
9	2141,25	2089,75	2113,75	2383,50	2295,50	2283,75	2164,25	2153,25	2199,75	2256,50	1999,50	2281,00	2196,81	10,51	260,88
10	1653,50	1253,50	1222,25	1658,50	1874,50	2037,75	1856,50	1523,25	1649,25	1494,25	1545,75	1455,50	1602,04	10,10	-341,01
11	2795,50	2968,00	2987,25	3073,25	2949,50	3331,50	2988,00	2934,00	2739,50	3256,00	2787,00	3230,50	3003,33	12,45	1064,16
12	1961,25	1755,00	1931,50	2023,00	2042,00	1606,50	1936,25	1847,50	1882,75	2057,75	2049,00	2232,50	1943,75	7,27	2,34
13	2494,50	2232,25	2472,25	2503,50	2553,75	2143,50	2051,75	2711,00	2373,25	2481,00	2225,75	2565,50	2400,67	14,60	454,21
14	1835,25	1398,00	1843,25	2106,25	1552,75	1787,75	1807,75	1573,00	1769,00	1771,50	1509,50	1816,75	1730,90	9,98	-208,86
15	1436,00	1548,50	1760,50	1299,75	1601,50	1640,50	1840,25	1962,00	1985,25	1795,75	1695,75	1702,00	1688,98	15,12	-260,22
16	1043,50	772,00	904,75	1155,50	1011,25	1204,75	995,75	825,00	821,75	910,75	888,75	993,25	960,58	15,99	-966,90
17	1485,75	1225,50	1409,50	1832,75	1306,00	1444,75	1611,25	1610,50	1583,50	1613,00	1346,00	1789,00	1521,46	9,55	-413,71
18	2167,75	1583,50	2561,75	2569,75	2188,00	2297,75	1775,75	1949,75	1865,75	1871,00	1426,50	2133,50	2032,56	17,86	94,85
19	2292,00	1974,00	2300,25	2600,50	2724,25	2843,00	2405,66	2496,00	2539,50	2410,00	2110,75	2169,50	2405,35	9,43	471,90

OBS: O local 6 (Carambei/Águas) não foi incluída nessa análise.

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 5.

Anexo H - Resultados médios do peso de grãos (kg/ha) de feijão, por local, obtidos do Ensaio Regional Final de Competição de Cultivares e Linhagens do Estado do Paraná (IAPAR), no ano/safra 1996/97, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_j$), os coeficientes de variação (CV%) e os efeitos ambientais ($\hat{\mu}_j$) estimados pelo modelo de regressão proposto por Toler (1990).

GENÓTI- POS	LOCAL*														
	1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	2387,75	2173,00	1245,75	3089,00	579,75	1785,50	2224,50	2757,50	1259,00	1738,75	1661,00	1249,00	1669,50	2466,25	
2	2872,25	2234,50	1052,25	3333,75	623,25	2003,25	2479,00	2089,50	1649,75	1497,25	1288,75	1944,00	1743,75	2379,00	
3	3016,00	2685,00	1363,50	3329,25	1165,50	2138,00	1915,50	2366,50	1981,00	1901,00	1941,50	1610,75	2939,25	2884,25	
4	3135,25	2672,00	1476,75	3560,50	1134,25	2325,25	2369,00	2813,00	1644,25	2036,75	2744,50	2394,25	2542,00	2987,75	
5	3015,00	2516,50	1249,50	2781,25	844,00	2762,00	2588,00	2490,25	2002,25	1688,75	1358,50	2128,75	1945,00	3120,75	
6	2661,25	2346,50	1158,75	2990,75	849,25	2259,75	2221,00	2228,00	2151,50	1822,50	1278,00	2003,50	2290,25	3112,50	
7	2883,50	2378,33	1475,00	2731,75	690,75	2457,75	2670,00	2532,75	2302,50	1800,50	1314,00	2147,50	2392,25	2825,25	
8	3012,25	2361,75	1427,50	2973,50	707,50	2146,75	2499,00	2560,75	1802,50	1550,50	1439,00	2446,25	1989,25	2928,25	
9	3065,50	2561,00	1493,00	2965,25	978,25	2701,00	2201,00	2314,00	2440,50	1875,00	1608,50	1923,75	1713,75	2654,00	
10	3220,00	2799,00	1313,75	3236,25	733,50	2141,25	3026,50	2481,75	2016,50	1374,75	886,00	2588,25	2807,00	2744,50	
11	3068,75	2143,50	1331,00	3005,00	549,50	1914,00	1848,00	2472,25	1865,50	1484,00	816,75	1918,25	2069,25	2398,25	
12	3006,50	2436,75	1516,50	2983,00	715,00	2795,50	2460,50	2482,50	2514,50	1725,25	1105,75	1984,75	2085,75	2544,00	
13	2916,00	2485,00	1400,75	2651,00	785,00	2248,25	2223,50	2111,00	2308,00	1617,75	972,00	2077,00	2088,50	2613,25	
14	3099,00	2627,75	1625,50	3027,00	845,25	2547,50	2338,50	2182,25	2473,25	1667,00	1175,00	2232,00	2773,00	3113,50	
15	2569,25	2313,00	1436,25	2702,25	853,75	2046,00	2249,00	2450,25	2063,50	1949,75	1369,25	2043,75	2243,75	2582,00	
16	2890,25	2491,50	989,75	2922,25	779,25	2145,00	1545,00	2141,25	1805,25	1540,25	2725,25	1200,50	1498,50	2586,00	
17	2682,25	2658,75	960,50	2415,75	911,25	1877,50	1738,00	2399,25	1837,00	1637,00	2402,75	1379,25	1729,25	2505,75	
18	2470,75	2377,25	706,25	2411,00	602,50	1937,50	1292,50	1867,75	1152,75	1276,25	844,50	1191,75	1458,75	1751,25	
19	2728,75	2134,00	1254,25	3317,75	1076,50	2407,75	2304,00	2669,75	2132,50	1898,75	2714,00	2059,75	2575,00	2928,00	
20	2844,25	2634,75	1145,75	2730,00	589,75	2299,00	2636,50	1504,00	2516,75	1443,75	855,50	2202,75	2062,75	2714,50	
MÉDIA	2877,22	2453,79	1281,11	2957,81	800,69	2246,92	2241,45	2345,71	1995,94	1676,27	1525,02	1936,29	2130,82	2691,95	
CV(%)	10,39	15,19	22,71	11,09	24,09	16,59	14,39	9,78	14,01	17,11	14,02	10,41	13,39	7,11	
$\hat{\mu}_j$	778,98	382,98	-749,73	884,55	-1232,37	162,66	137,15	299,16	-65,80	-434,96	-698,66	-100,72	52,05	584,71	

OBS: O local 6 (Lapa/Águas) não foi incluída nessa análise.

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 5.

Anexo I - Resultados médios do peso de grãos (kg/ha) de feijão, por local, obtidos do Ensaio Regional Final de Competição de Cultivares e Linhagens do Estado do Paraná (IAPAR), nos anos/safras 1995/96 e 1996/97, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_j$), os coeficientes de variação (CV%) e os efeitos ambientais ($\hat{\mu}_j$) estimados pelo modelo de regressão proposto por Toler (1990).

GENÓTI- Pos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	LOCAL*																
Carlota	1885,00	2751,75	1051,00	1306,75	1560,00	2917,00	1251,00	2527,00	2141,25	1653,50	2796,50	1961,25	2494,50	1835,25	1436,00	1043,50	1485,75
IAPAR 14	2031,50	3144,25	959,75	1112,50	1781,75	2451,00	1221,50	1941,00	2089,75	1253,50	2968,00	1755,00	2322,25	1398,00	1548,50	772,00	1225,50
IAPAR 31	2267,50	3435,75	1402,75	1243,75	1926,50	3394,00	1622,00	2016,00	2113,75	1222,25	2987,25	1931,50	2472,25	1843,25	1760,50	904,75	1409,50
Aporé	2213,50	3397,00	1159,25	1190,00	1621,00	3141,50	1906,50	3003,25	2295,50	1874,50	2949,50	2042,00	2553,75	1552,75	1601,50	1011,25	1306,00
Pérola	1990,25	3233,75	709,25	1295,75	1614,75	2676,00	2114,00	2756,50	2283,75	2037,75	3331,50	1606,50	2143,50	1787,75	1640,50	1204,75	1444,75
LP 91-22	2041,50	2929,50	1336,50	1443,50	1881,50	3284,00	1601,50	2646,00	2153,25	1523,25	2934,00	1847,50	2711,00	1573,00	1962,00	825,00	1610,50
LP 91-23	2114,50	3165,00	1237,25	1507,50	1963,25	2990,00	1746,00	2307,75	2199,75	1649,25	2739,50	1882,75	2373,25	1769,00	1985,25	821,75	1583,50
LP 93-56	1685,00	2992,25	1040,75	1229,25	1816,75	3040,50	1519,00	2082,00	1999,50	1545,75	2787,00	2049,00	2225,75	1509,50	1695,75	888,75	1346,00
LP 93-81	2182,00	2938,50	790,00	1346,75	2013,75	3466,50	1762,50	2613,75	2281,00	1455,50	3230,50	2232,50	2565,50	1816,75	1702,00	993,25	1789,00
MÉDIAS	2045,64	3109,75	1076,28	1297,30	1797,69	3040,05	1638,22	2432,58	2173,05	1579,47	2969,19	1923,11	2419,08	1676,14	1703,55	940,55	1466,72
CV(%)	16,40	7,70	20,69	21,13	11,97	13,63	11,16	13,43	8,43	9,13	11,82	7,66	14,55	11,17	15,55	16,95	9,66
$\hat{\mu}_j$	33,51	1036,38	-952,67	-721,47	-228,04	1013,22	-373,62	401,48	152,80	-431,88	942,19	-104,43	399,12	-347,56	-317,92	-1076,11	-551,44

	LOCAL																
	18	19	20 (1)**	21 (2)	22 (3)	23 (4)	24 (5)	25 (6)	26 (7)	27 (8)	28 (9)	29 (10)	30 (11)	31 (12)	32 (13)	33 (14)	34 (15)
Carlota	2167,75	2292,00	2387,75	2173,00	1245,75	3089,00	579,75	509,00	1785,50	2224,50	2757,50	1259,00	1738,75	1661,00	1249,00	1669,50	2466,25
IAPAR 14	1583,50	1974,00	2872,25	2234,50	1052,25	3333,75	623,25	1021,50	2003,25	2479,00	2089,50	1649,75	1497,25	1288,75	1944,00	1743,75	2379,00
IAPAR 31	2561,75	2300,25	3016,00	2685,00	1363,50	3329,25	1165,50	1590,50	2138,00	1915,50	2366,50	1981,00	1901,00	1941,50	1610,75	2339,25	2884,25
Aporé	2188,00	2724,25	3135,25	2670,45	1476,75	3660,50	1134,25	1607,00	2325,25	2369,00	2813,00	1644,25	2036,75	2744,50	2394,25	2542,00	2987,75
Pérola	2297,75	2843,00	2728,75	2134,00	1254,25	3317,75	1076,50	1694,00	2407,75	2304,00	2669,75	2132,50	1898,75	2714,00	2059,75	2575,00	2928,00
LP 91-22	1949,75	2496,00	3015,00	2516,50	1249,50	2781,25	844,00	1444,50	2762,00	2588,00	2490,25	2002,25	1688,75	1358,50	2128,75	1945,00	3120,75
LP 91-23	1865,75	2539,50	2661,25	2346,50	1158,75	2990,75	849,25	1013,50	2259,75	2221,00	2228,00	2151,50	1822,50	1278,00	2003,50	2290,25	3112,50
LP 93-56	1426,50	2110,75	3068,75	2355,25	1331,00	3005,00	549,50	718,50	1914,00	1848,00	2472,25	1865,50	1484,00	816,75	1918,25	2069,25	2398,25
LP 93-81	2133,50	2169,50	3006,50	2436,75	1516,50	2983,00	715,00	1461,50	2795,50	2460,50	2482,50	2514,50	1725,25	1105,75	1984,75	2085,75	2544,00
MÉDIAS	2019,36	2383,25	2876,83	2394,66	1294,25	3154,47	837,44	1228,89	2265,67	2267,72	2485,47	1911,14	1754,78	1656,53	1921,44	2206,64	2757,86
CV(%)	17,86	9,08	10,63	18,49	20,02	11,38	22,70	36,32	14,97	15,88	8,93	12,74	18,41	15,68	10,03	12,34	7,80
$\hat{\mu}_j$	-6,65	359,26	860,12	382,50	-729,50	1142,14	-1182,99	-790,99	236,73	244,95	460,65	-109,68	-269,70	-367,01	-91,05	196,51	731,16

OBS: Os locais de 1 a 19 correspondem ao ano/safrá 1995/96 e os de 20 a 34 ao ano/safrá 1996/97.

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 5.

** Os números dentro dos parênteses especificam os locais do ano/safrá 1996/97.

Anexo J - Resultados médios da produtividade de açúcar estimada para cinco cortes (TPH5) de cana-de-açúcar, por local, do Programa de Melhoramento da Copersucar, obtidos do Ensaio de Caracterização 92, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_j$), os coeficientes de variação (CV%) e os efeitos ambientais ($\hat{\mu}_j$) estimados pelo modelo proposto por Toler (1990).

VARIEDADES	LOCAL*													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	13,72	15,70	17,21	19,84	16,85	15,89	15,51	15,55	17,62	16,25	19,11	13,00	16,21	22,54
2	11,46	13,79	13,97	16,93	11,25	8,59	12,28	13,59	15,05	13,12	11,97	14,26	13,16	19,06
3	14,05	13,60	14,26	15,15	12,94	13,72	12,86	13,26	13,81	12,12	12,73	12,78	13,84	16,74
4	11,95	14,37	10,92	14,03	12,07	9,34	7,48	13,13	11,15	10,74	9,55	12,07	12,95	15,37
5	11,06	13,29	12,85	14,49	10,68	7,56	9,43	12,83	11,23	12,68	8,48	12,84	11,88	15,75
6	12,64	16,04	14,77	13,40	13,96	13,49	11,86	14,78	13,65	13,23	15,22	13,88	14,82	16,86
7	11,32	14,65	14,56	15,98	12,39	10,20	13,47	12,83	15,21	16,03	15,37	15,11	15,16	18,78
8	12,40	14,74	16,26	15,94	14,11	14,36	12,40	14,96	13,17	13,47	13,97	12,03	14,36	17,41
9	13,92	15,82	16,02	20,11	14,84	12,79	13,97	14,94	15,74	13,77	16,07	13,81	15,81	20,43
10	13,82	16,76	17,05	19,16	15,51	13,60	15,83	13,69	14,18	15,51	16,06	13,88	15,71	22,67
11	11,75	16,42	18,32	20,94	14,00	14,16	16,17	15,90	16,19	16,44	18,14	13,59	15,78	21,90
12	13,13	15,34	17,35	14,26	14,77	15,21	12,94	17,35	15,36	14,85	16,08	13,81	16,51	18,62
13	14,90	13,97	15,74	15,65	13,86	13,20	14,79	14,01	14,80	15,73	15,79	14,90	16,37	18,34
14	15,20	13,72	15,24	14,05	14,59	15,28	13,42	15,88	16,03	14,46	15,61	14,00	14,69	18,35
15	12,55	14,24	16,67	19,66	14,41	13,33	14,43	17,35	16,10	15,09	16,78	14,08	16,31	20,01
16	12,59	14,55	15,11	16,70	16,19	15,59	12,29	13,83	14,71	12,73	13,63	12,21	14,54	20,21
17	9,41	15,39	14,49	15,30	14,16	12,28	13,97	13,92	14,66	14,47	13,82	12,20	15,58	18,94
18	15,52	13,63	12,68	14,14	14,59	14,50	9,93	12,88	13,40	13,28	15,99	12,33	14,06	18,29
19	13,22	18,39	14,65	16,48	16,21	11,81	17,64	15,03	14,74	16,75	13,62	13,12	16,92	17,01
20	14,91	16,75	16,99	18,28	14,00	15,73	14,56	16,53	14,69	15,16	16,30	14,92	14,73	20,02
21	14,90	16,51	17,31	19,83	14,43	14,15	16,62	14,08	14,63	15,66	14,62	15,03	18,00	23,37
22	13,12	17,69	18,06	19,18	15,52	10,73	16,51	14,99	17,60	16,37	16,86	14,83	16,82	19,35
23	13,79	16,16	18,10	15,92	13,82	10,83	14,74	14,67	14,70	15,48	16,47	12,51	16,06	19,89
24	13,06	16,46	16,45	17,18	15,25	13,82	16,24	15,33	14,04	16,08	15,82	14,49	15,90	20,29
25	13,91	17,21	16,05	15,90	15,05	14,87	13,36	14,55	14,89	13,91	14,56	13,75	16,23	19,33
MÉDIA	13,13	15,41	15,64	16,74	14,22	13,00	13,71	14,63	14,69	14,53	14,90	13,58	15,29	19,18
CV(%)	9,29	6,31	6,57	6,69	5,62	6,07	6,14	7,92	7,21	5,45	6,02	5,10	5,57	5,87
$\hat{\mu}_j$	-1,82	0,39	0,74	2,02	-0,86	-2,11	-0,55	-0,50	-0,27	-0,22	-0,24	-1,06	0,33	4,15

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 10.

Anexo K - Resultados médios da produtividade de açúcar estimada para cinco cortes (TPH5) de cana-de-açúcar, por local, do Programa de Melhoramento da Copersucar, obtidos do Ensaio de Caracterização 93, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_j$), os coeficientes de variação (CV%) e os efeitos ambientais ($\hat{\mu}_j$) estimados pelo modelo proposto por Toler (1990).

VARIEDADES	LOCAL*															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	14,74	11,30	15,98	10,54	11,52	13,08	15,06	13,50	13,48	17,47	14,00	12,56	13,55	17,72	12,72	18,13
2	14,24	11,53	16,21	12,18	12,53	15,01	14,72	12,05	14,51	14,57	15,07	13,81	11,84	15,34	13,73	15,72
3	12,94	11,95	12,95	10,15	11,98	13,30	12,64	13,22	13,18	12,99	12,38	12,43	12,34	14,64	12,60	14,85
4	8,21	9,00	7,70	5,83	7,24	7,36	9,01	5,13	11,59	6,89	8,89	5,29	6,86	15,21	8,95	11,19
5	11,61	9,79	14,63	8,57	12,61	13,83	14,71	13,79	15,35	14,55	12,96	11,43	11,72	14,40	13,76	15,43
6	13,42	11,03	15,19	10,00	12,58	11,23	13,37	12,15	14,88	14,47	11,55	12,01	11,85	14,83	15,44	14,82
7	16,13	12,91	17,17	11,45	16,56	15,31	17,50	15,43	15,57	18,04	6,40	14,90	14,19	17,90	14,10	16,73
8	13,25	11,50	16,81	10,71	12,66	15,22	12,29	12,93	16,69	14,73	13,25	12,50	12,99	15,40	14,85	15,50
9	13,00	8,18	12,61	6,49	12,14	14,64	11,35	8,69	13,54	11,89	8,63	12,31	10,57	16,34	10,75	14,26
10	15,34	10,35	15,41	11,19	12,18	13,84	15,59	12,11	14,32	15,62	12,68	11,81	13,23	13,57	13,13	14,28
11	14,01	11,53	16,00	9,92	11,77	14,57	16,81	12,06	14,33	16,33	14,93	12,22	12,18	15,12	11,83	16,14
12	12,51	9,79	14,86	11,99	11,95	15,51	14,95	11,87	13,29	14,18	11,14	12,38	12,61	16,59	12,91	13,21
13	13,10	8,53	15,22	9,85	11,93	12,95	13,63	11,72	14,47	15,33	8,08	12,73	12,28	16,21	12,70	14,27
14	13,35	9,96	14,58	11,38	11,62	13,54	12,95	10,51	14,44	14,77	10,68	11,70	13,62	14,49	12,25	13,45
15	12,53	10,88	16,41	11,81	14,40	16,43	15,12	14,30	14,23	17,86	12,98	15,20	14,21	15,89	15,72	15,71
16	12,69	9,87	13,29	10,47	10,30	13,59	14,26	11,93	13,20	14,51	12,46	12,37	13,99	14,53	12,53	14,25
17	14,25	11,47	16,03	11,32	12,81	14,68	16,30	11,99	12,09	15,83	13,71	12,82	13,01	14,56	12,27	14,77
18	13,61	11,78	14,29	10,81	13,09	14,62	14,49	12,64	15,39	14,30	11,84	12,54	12,54	15,09	13,31	14,49
19	12,98	7,61	15,62	10,73	12,27	13,79	14,03	14,12	14,07	15,12	8,96	11,57	11,87	16,65	12,29	16,33
20	15,96	12,70	15,31	13,60	13,18	16,00	15,18	13,92	16,31	18,18	12,40	13,85	14,78	14,80	14,06	18,26
MEDIA	13,39	10,58	14,81	10,45	12,27	13,92	14,20	12,20	14,24	14,88	11,65	12,32	12,51	15,46	12,99	15,09
CV(%)	6,55	10,19	6,36	7,62	5,86	7,84	6,61	9,96	6,43	6,76	6,77	7,01	6,64	8,43	7,22	6,50
$\hat{\mu}_j$	0,43	-2,53	1,37	-2,36	-0,70	0,64	1,00	-0,76	1,17	1,34	-2,18	-0,68	-0,71	2,49	-0,46	1,94

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 10.

Anexo L - Resultados médios da produtividade de açúcar estimada para cinco cortes (TPH5) de cana-de-açúcar, por local, do Programa de Melhoramento da Copersucar, obtidos do Ensaio de Caracterização 94, incluindo as médias ambientais ($\bar{Y}_j$), os coeficientes de variação (CV%) e os efeitos ambientais ($\hat{\mu}_j$) estimados pelo modelo proposto por Toler (1990).

VARIEDADES	LOCAL*												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	13,25	18,14	12,71	14,31	14,04	15,74	12,42	14,64	8,71	14,34	15,06	12,82	16,41
2	11,05	14,28	11,79	13,67	11,15	11,23	10,57	12,20	8,52	10,10	13,15	10,52	13,71
3	9,75	13,69	10,23	14,07	10,73	11,23	10,59	7,79	7,85	12,45	14,86	9,73	12,93
4	10,16	15,79	12,58	15,33	13,70	11,43	11,67	12,67	10,44	11,56	15,45	12,16	14,38
5	12,52	15,55	12,03	14,57	11,59	11,76	10,53	12,31	10,14	10,98	16,05	12,51	13,56
6	11,49	15,88	13,23	15,31	13,20	11,87	10,79	13,50	9,86	12,25	17,48	12,43	12,19
7	11,77	12,67	11,55	14,33	9,71	10,77	11,10	13,08	9,72	13,01	16,33	9,80	12,70
8	12,75	12,84	13,52	14,18	13,42	13,49	12,89	15,11	10,62	11,73	15,05	12,01	15,07
9	13,55	15,87	15,54	19,00	11,70	13,90	13,56	15,23	10,86	15,40	18,68	12,91	14,85
10	12,08	16,66	15,14	16,60	13,47	13,54	12,23	15,89	10,18	13,99	17,52	13,92	15,06
11	10,87	15,49	9,83	16,05	11,28	11,42	9,47	11,80	8,29	12,86	14,89	12,30	12,91
12	12,17	17,24	13,04	16,79	14,46	14,17	10,77	13,77	10,75	14,47	15,39	12,92	14,79
13	13,18	16,71	13,50	17,38	13,77	13,35	12,09	16,51	10,45	13,15	16,92	13,59	15,98
14	10,92	14,60	10,96	13,74	11,33	11,58	10,66	10,65	8,88	13,18	16,62	10,29	13,76
15	10,30	15,64	11,33	14,23	12,15	11,32	9,87	10,40	9,22	11,74	15,06	11,12	13,18
16	7,73	12,18	12,49	13,84	9,95	8,87	10,18	10,23	9,11	11,95	13,43	9,69	11,90
17	11,40	14,58	12,61	16,36	12,27	13,13	12,16	12,17	8,97	14,33	15,04	13,06	13,89
18	10,71	13,06	10,74	13,88	10,89	12,16	9,54	10,08	8,69	9,93	12,77	9,94	11,78
19	10,18	15,37	12,30	15,40	10,52	12,39	11,88	10,66	8,47	12,74	16,35	11,23	12,73
20	12,10	14,48	13,39	15,86	12,32	11,01	10,41	14,44	10,76	11,93	17,12	11,36	12,77
MEDIA	11,40	15,03	12,42	15,24	12,09	12,22	11,17	12,66	9,52	12,60	15,66	11,71	13,73
CV(%)	8,06	6,16	4,92	6,48	5,99	5,86	8,21	6,47	6,32	5,22	6,07	5,82	8,38
$\hat{\mu}_j$	-1,31	2,27	-0,43	2,53	-0,66	-0,42	-1,54	-0,02	-3,20	-0,15	3,00	-0,97	0,90

* O nome de cada local é apresentado na Tabela 10.