

ANTÔNIO ALVES SOARES

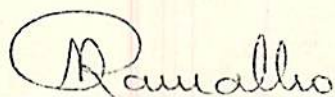
DESEMPENHO DO MELHORAMENTO GENÉTICO DO
ARROZ DE SEQUEIRO E IRRIGADO NA DÉCADA DE
OITENTA EM MINAS GERAIS

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de
Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-
Graduação em Agronomia, área de concentração, Fitotecnia,
para obtenção do Grau e Título de Doutor.

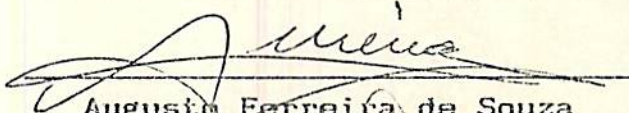
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

1992

APROVADA:



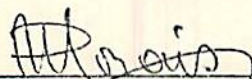
Magno Antônio Patto Ramalho
Orientador



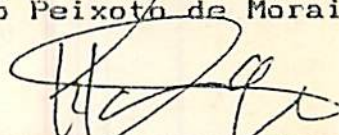
Augusto Ferreira de Souza
Co-Orientador



César A. Brasil P. Pinto



Orlando Peixoto de Moraes



Paulo Hideo N. Rangel

A meus pais e irmãos,

A minha esposa Ana Maria,

A meus filhos Rubens,

Marcos e Natália,

dedico esse trabalho

AGRADECIMENTOS

A Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), que nos concedeu a oportunidade de realizar o presente curso de Doutorado.

A Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), que nos possibilitou a realização do Doutorado.

A Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida durante o curso.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento dessa Tese.

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF) da EMBRAPA, que, com sua estreita relação com a EPAMIG, muito tem contribuído para o melhoramento genético do arroz em Minas Gerais.

Ao professor Magno Antônio Patto Ramalho pela dedicada orientação e ensinamentos; pela preocupação com a nossa qualificação; pela sua amizade e exemplo de vida, de trabalho e por tudo aquilo que nos transmitiu durante nossa mútua convivência, a qual, certamente, muito contribuirá para nossa

vida profissional.

Ao professor Maurício de Souza, um grande batalhador, que, com seu empenho, dedicação e perseverança conseguiu criar e implantar o primeiro curso de Doutorado da ESAL. Como primeiro aluno matriculado no curso, pudemos acompanhar sua luta, sua preocupação e seu trabalho, para que o curso de Doutorado da ESAL permitisse, aos que aqui passassem, saíssem com um alto padrão de qualificação.

Ao professor Augusto Ferreira de Souza, co-orientador, pelo seu apoio, estímulo e amizade durante a realização do curso.

Ao professor João Bosco dos Santos, pelos ensinamentos transmitidos durante o curso.

Ao professor César Augusto B. P. Pinto, pela amizade e colaboração prestada.

Aos colegas da EMBRAPA/CNPAP, Dr. Orlando Peixoto de Moraes e Dr. Paulo Hideo N. Rangel, pelas sugestões apresentadas à Tese.

Aos professores Moacir Pasqual e Janice Guedes de Carvalho, que participaram da banca no exame de qualificação.

Aos colegas Antônio Nazareno G. Mendes, Ângela de Fátima Batista Abreu e ao professor Wilson Roberto Maluf, pelo auxílio nos trabalhos de computação.

Ao colega Daniel Furtado Ferreira, pelas sugestões apresentadas.

Ao Centro Regional de Pesquisa do Sul de Minas da EPAMIG (CRSM/EPAMIG), através de seus sucessivos chefes: Gabriel Ferreira Bártholo, Itamar Ferreira de Souza e Enilson Abrahão, que nos prestaram todo apoio possível durante o período do curso.

As secretárias da EPAMIG, Josélia Bueno de Oliveira, Rozane Aparecida da Silva e Waldete Batista Lucas, pelos serviços prestados na datilografia da Tese.

Ao colega Moisés de Souza Reis, que nos substituiu nas atividades de pesquisa da EPAMIG, durante nosso afastamento para o curso de Doutorado.

Aos técnicos agrícolas da EPAMIG, responsáveis pela condução dos ensaios, nas Fazendas Experimentais, sobretudo ao Janir Guedes de Carvalho, responsável pela preparação da semente dos ensaios.

Aos funcionários e pesquisadores do CRSM/EPAMIG pelo apoio, estímulo e colaboração durante o curso, sobretudo ao Sr. Geraldo Alves Ribeiro pelos serviços prestados de "xerox".

Aos funcionários da Biblioteca da ESAL, Luiz Carlos de Miranda e Antônio Máximo de Carvalho, pela atenção e correção das referências bibliográficas.

A minha esposa Ana Maria e filhos, que souberam compreender e tolerar nossa ausência ao lar, por ficarmos, praticamente, absorvidos pelas atividades do curso.

BIOGRAFIA DO AUTOR

ANTÔNIO ALVES SOARES, filho de José Soares Pereira e Maria Alves Pereira, nasceu aos 13 dias do mês de janeiro de 1953, em Capitólio, Estado de Minas Gerais.

Graduou-se Engenheiro Agrônomo em 1976 pela Universidade Federal de Viçosa. No ano seguinte, iniciou o Curso de Mestrado em Genética e Melhoramento, na mesma Instituição, concluindo-o em março de 1979.

Ingressou na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) em agosto de 1978, onde, até hoje, exerce suas atividades como pesquisador na área de melhoramento de arroz.

Em março de 1989, iniciou o curso de Doutorado em Agronomia/Fitotecnia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL).

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	5
2.1. Interação Genótipo x Ambiente	5
2.1.1. Considerações Gerais	5
2.1.2. Meios de Atenuar o Efeito da Interação Genótipos por Ambientes	9
2.1.3. Métodos de Avaliar a Estabilidade	15
2.1.3.1. Método de FINLAY & WILKINSON (1963).....	18
2.1.3.2. Método de EBERHART & RUSSELL (1966).....	19
2.1.3.3. Método de VERMA et alii (1978), SILVA & BARRETO (1985) e CRUZ et alii (1988)	20
2.1.4. Herança dos Parâmetros de Estabilidade	22
2.2. Estimativa da Adaptabilidade e Estabilidade na Cultura do Arroz	25
2.3. O Arroz no Estado de Minas Gerais	28
2.4. Estimativas do Progresso Genético	30
3. SEÇÕES	32
3.1. Seção I	33
Avaliação da Adaptabilidade e Estabilidade de Culti- vares e Linhagens de Arroz de Sequeiro e Irrigado por inundação Testadas em Minas Gerais	33

	Página
1. Introdução	34
2. Material e Métodos	36
2.1. O Programa de Melhoramento de Arroz da EPAMIG	36
2.2. Relação e Caracterização dos Ambientes nos diferentes Anos Agrícolas	38
2.3. Cultivares e Linhagens Avaliadas	39
2.4. Implantação, condução e Colheita dos Ensaios.....	40
2.5. Característica Avaliada	43
2.6. Análises Estatísticas dos Dados	43
2.7. Estimativa da Adaptabilidade e Estabilidade	45
2.8. Estimativa da Repetibilidade	49
3. Resultados e Discussão	66
3.1. Avaliação da Adaptabilidade e Estabilidade	66
3.1.1. Arroz de Sequeiro	70
3.1.2. Arroz Irrigado por Inundação	80
3.2. Repetibilidade do Rendimento de Grãos e dos Parâmetros de Estabilidade	87
4. Conclusões	91
5. Resumo	94
6. Summary	96
3.2. Seção II	111
Avanços Genéticos obtidos com o Programa de Melhora- mento de Arroz de Sequeiro e Irrigado por Inundação da EPAMIG, na Década de Oitenta	111
1. Introdução	112
2. Material e Métodos	114
2.1. Quantificação dos Avanços Genéticos	114
2.1.1. Método de VENCovsky et alii (1988)	114

	Página
2.1.2. Método da Estimativa da Regressão Linear de Mínimos Quadrados	117
2.1.3. Método da Estimativa da Regressão L_1	118
3. Resultados e Discussão	120
3.1. Avanços Genéticos na Década de Oitenta	120
3.1.1. Programa de Melhoramento Genético do Arroz de Sequeiro	120
3.1.2. Programa de Melhoramento Genético do Arroz Irrigado por Inundação	127
3.1.3. Estimativa do Avanço Genético pela Regressão L_1	133
3.1.4. Performance do Melhoramento Genético do Arroz de Sequeiro Versus Irrigado	136
3.1.5. Alternativas para Aumentar a Eficiência do Melhoramento Genético do Arroz	138
4. Conclusões	141
5. Resumo	142
6. Summary	144
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	156
5. APÊNDICE	168

LISTA DE TABELAS

Seção I

Tabela	Página
1 Resultados das análises química e física do solo, dos locais onde se instalaram os ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro, 1984/87	51
2 Resultados das análises química e física do solo, dos locais onde se instalaram os ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro, 1985/88	52
3 Altitude, latitude e longitude aproximadas dos locais dos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro	53
4 Precipitação pluvial (mm), por decêndios, ocorrida nos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro de Lavras, Paracatu, Patos de Minas Patrocínio, Ponte Nova e Uberaba, no período de novembro de 1984 a março de 1985	54
5 Precipitação pluvial (mm), por decêndios, ocorrida nos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro de Lavras, Paracatu, Patos de Minas Patrocínio, Ponte Nova e Uberaba, no período de novembro de 1985 a março de 1986	55
6 Precipitação pluvial (mm), por decêndios, ocorrida nos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro de Lavras, Paracatu, Patos de Minas Patrocínio, Ponte Nova e Uberaba, no período de novembro de 1986 a março de 1987	56

7	Precipitação pluvial (mm), por decêndios, ocorrida nos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro de Lavras, Paracatu, Patos de Minas Patrocínio, Ponte Nova e Uberaba, no período de novembro de 1987 a março de 1988	57
8	Resultados das análises química e física do solo, dos locais onde se instalaram os ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz irrigado, 1984/1987	58
9	Resultados das análises química e física do solo, dos locais onde se instalaram os ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz irrigado, 1985/1988	59
10	Altitude, latitude e longitude aproximadas dos locais dos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz irrigado	60
11	Origem, floração e grau de tolerância à brusone da folha e pescoço das cultivares e linhagens de arroz que participaram desse estudo	61
12	Data de semeadura dos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro, no período de 1984/85 a 1987/88	62
13	Data de semeadura dos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz irrigado, no período de 1984/85 a 1987/88	62
14	Esquema da análise de variância conjunta, com as respectivas esperanças de quadrado médio	63
15	Modelo de análise de variância utilizado no estudo da estabilidade, segundo EBERHART & RUSSELL (1966).....	64
16	Esquema da análise de variância utilizado para estimar a variância permanente (T_p^2) e a variância ambiental (σ_a^2) para rendimento de grãos, coeficiente de regressão linear e coeficiente de determinação	65

17	Análise de variância conjunta e decomposição dos efeitos ambientais dentro de genótipos para rendimento de grãos (kg/ha), obtidos dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro, conduzidos pela EPAMIG, em diferentes ambientes, nos períodos de 1984/85 a 1986/87 e 1985/86 a 1987/88	98
18	Análise de variância conjunta e decomposição dos efeitos ambientais dentro de genótipos para rendimento de grãos (kg/ha), obtidos dos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado, conduzidos pela EPAMIG, em diferentes ambientes, nos períodos de 1984/85 a 1986/87 e 1985/86 a 1987/88	98
19	Médias de rendimento de grãos (kg/ha) e estimativas dos componentes do modelo de estabilidade, utilizando como índice ambiental a média de todos os materiais (processo tradicional) e a média das três cultivares testemunhas (IAC 25, IAC 47 e IAC 164), obtidos dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro, conduzidos pela EPAMIG, no período de 1984/85 a 1986/87	99
20	Médias de rendimento de grãos (kg/ha) e estimativas dos componentes do modelo de estabilidade, utilizando como índice ambiental a média de todos os materiais (processo tradicional) e a média das três cultivares testemunhas (IAC 25, IAC 47 e IAC 164), obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro, conduzidos pela EPAMIG, no período de 1985/86 a 1987/88	99
21	Estimativas dos coeficientes de correlação entre os parâmetros do modelo no processo tradicional e alternativo, bem como as correlações entre si, considerando os dois processos, para o arroz de sequeiro.....	100
22	Ciclo, rendimento de grãos e estimativa dos componentes do modelo de estabilidade, utilizando como índice ambiental a média da cultivar de ciclo médio IAC 47 e a média das cultivares precoces (IAC 25 e IAC 164), obtidos dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro, conduzidos pela EPAMIG, no período de 1984/85 a 1986/87.....	101
23	Ciclo, rendimento de grãos e estimativa dos componentes do modelo de estabilidade, utilizando como índice ambiental a média da cultivar de ciclo médio IAC 47 e a média das cultivares precoces (IAC 25 e IAC 164), obtidos dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro, conduzidos pela EPAMIG, no período de 1985/86 a 1987/88.....	101

24	Médias de rendimento de grãos (kg/ha) e estimativa dos componentes do modelo de estabilidade, utilizando como índice ambiental a média de todos os materiais (processo tradicional) e a média das três cultivares testemunhas (Inca, MG 1 e MG 2), obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado, conduzidos, pela EPAMIG no período de 1984/85 a 1986/87	102
25	Médias de rendimento de grãos (kg/ha) e estimativa dos componentes do modelo de estabilidade, utilizando como índice ambiental a média de todos os materiais (processo tradicional) e a média das três cultivares testemunhas (Inca, MG 1 e MG 2), obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado, conduzidos, pela EPAMIG no período de 1985/86 a 1987/88	102
26	Estimativas dos coeficientes de correlação entre os parâmetros do modelo no processo tradicional e alternativo, bem como as correlações entre si, considerando os dois processos, para o arroz irrigado.....	103
27	Médias de rendimento de grãos, coeficientes de regressão e coeficientes de determinação obtidos a partir dos dois grupos de observação, em 18 ambientes de sequeiro, no período de 1984/85 a 1986/87	104
28	Análise de variância das médias de rendimento de grãos, coeficientes de regressão (b) e coeficientes de determinação, obtidos a partir dos dois grupos de observação, em 18 ambientes de sequeiro, no período de 1984/85 a 1986/87 e as estimativas da variância permanente (T_p^2), variância ambiental (σ_a^2) e coeficiente de repetibilidade (r_I)	104
29	Médias de rendimento de grãos, coeficientes de regressão e coeficientes de determinação obtidos a partir dos dois grupos de observação, em 19 ambientes de sequeiro, no período de 1985/86 a 1987/88	105
30	Análise de variância das médias de rendimento de grãos, coeficientes de regressão linear (b) e coeficientes de determinação, obtidos a partir dos dois grupos de observação, em 19 ambientes de sequeiro, no período de 1985/86 a 1987/88 e as estimativas da variância permanente (T_p^2), variância ambiental (σ_a^2) e coeficiente de repetibilidade (r_I)	105
31	Médias de rendimento de grãos, coeficientes de regressão e coeficientes de determinação obtidos a partir dos dois grupos de observação, em 16 ambientes sob condições irrigadas, no período de 1984/85 a 1986/87	106

32	Análise de variância das médias de rendimento de grãos, coeficientes de regressão linear (b) e coeficientes de determinação, obtidos a partir dos dois grupos de observação, em 16 ambientes sob condições irrigadas, no período de 1984/85 a 1986/87 e as estimativas da variância permanente (T_p^2), variância ambiental (σ_a^2) e coeficiente de repetibilidade (r_I)	106
33	Médias de rendimento de grãos, coeficientes de regressão e coeficientes de determinação obtidos a partir dos dois grupos de observação, em 17 ambientes sob condições irrigadas, no período de 1985/86 a 1987/88	107
34	Análise de variância das médias de rendimento de grãos, coeficientes de regressão linear (b) e coeficientes de determinação, obtidos a partir dos dois grupos de observação, em 17 ambientes sob condições irrigadas, no período de 1985/86 a 1987/88 e as estimativas da variância permanente (T_p^2), variância ambiental (σ_a^2) e coeficiente de repetibilidade (r_I)	107

Seção II

Tabela

1	Média geral dos ensaios e dos tratamentos comuns em cada ano de avaliação, número de locais e de tratamentos constituintes dos ensaios em cada ano agrícola e o avanço genético obtido nos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro da EPAMIG, no período de 1979/80 a 1988/89 (método de VENCOVSKY et alii, 1988)	146
2	Média geral dos ensaios e dos tratamentos comuns em cada ano de avaliação, número de locais e de tratamentos constituintes dos ensaios em cada ano agrícola e o avanço genético obtido nos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado da EPAMIG, no período de 1979/80 a 1988/89 (método de VENCOVSKY et alii, 1988)	147
3	Análise de variância conjunta das médias das cultivares padrões versus genótipos transitórios (tratamentos), oriundas de todos os locais, em cada ano, e os dez anos considerados no estudo, obtidos dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro da EPAMIG, no período de 1979/80 a 1988/1989	148
4	Análise de variância conjunta das médias das cultivares padrões versus genótipos transitórios (tratamentos), oriundas de todos os locais, em cada ano, e os dez anos considerados no estudo, obtidos dos ensaios comparativos avançados de arroz de irrigado da EPAMIG, no período de 1979/80 a 1988/89.....	148

1A	Análise de variância individual das médias de rendimento de grãos, obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro, no período de 1984/87, utilizadas para o estudo de adaptabilidade e estabilidade	169
2A	Análise de variância individual das médias de rendimento de grãos, obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro, no período de 1985/88, utilizadas para o estudo de adaptabilidade e estabilidade	170
3A	Análise de variância individual das médias de rendimento de grãos, obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado por inundação, no período de 1984/87, utilizadas para o estudo de adaptabilidade e estabilidade ...	171
4A	Análise de variância individual das médias de rendimento de grãos, obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado por inundação, no período de 1985/88, utilizadas para o estudo de adaptabilidade e estabilidade ...	172
5A	Análise de variância conjunta, envolvendo as médias de rendimento de grãos(kg/ha), dos genótipos avaliados nas condições de sequeiro, no período de 1984/87 e 1985/88, e os respectivos ambientes (locais e anos)	173
6A	Análise de variância conjunta, envolvendo as médias de rendimento de grãos(kg/ha), dos genótipos avaliados nas condições irrigadas por inundação, no período de 1984/87, e 1985/88, e os respectivos ambientes (locais e anos)	173
7A	Médias de rendimento de grãos (kg/ha) obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro, no período de 1979/80 a 1988/89	174
8A	Médias de rendimento de grãos (kg/ha) obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado por inundação, no período de 1979/80 a 1988/89	181
9A	Médias de rendimento de grãos (kg/ha) das cultivares padrões (CP) e dos genótipos transitórios (GT), e a diferença das respectivas médias (desvios) obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro, conduzidos pela EPAMIG, no período de 1979/80 a 1988/89, em diversas localidades do Estado de Minas Gerais	187
10A	Médias de rendimento de grãos (kg/ha) das cultivares padrões (CP) e dos genótipos transitórios (GT) e a diferença das respectivas médias (desvios) obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado por inundação, conduzidos pela EPAMIG, no período de 1979/80 a 1988/89, em diversas localidades do Estado de Minas Gerais	188

LISTA DE FIGURAS

Seção I

Figura		Página
1	Desempenho das cultivares Rio Paranaíba e IAC 47, estimado por regressão linear, sobre o período de 1983/84 a 1988/89	108
2	Desempenho das cultivares Guarani, Douradão, Rio Doce e média das testemunhas 'IAC 25' e 'IAC 164', estimados por regressão linear, sobre o período de 1985/86 a 1988/89	109
3	Desempenho das cultivares Inca, MG 1 e MG 2, estimado por regressão linear, sobre o período de 1981/82 a 1988/89.....	110

Seção II

Figura		
1	Regressão de mínimos quadrados das diferenças das médias de rendimento de grãos anuais (desvios) entre os genótipos transitórios (GT) e as cultivares padrões (CP) sobre os anos, durante a década de oitenta, utilizando resultados dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro	149
2	Desempenho das cultivares padrões e dos genótipos transitórios nos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro da EPAMIG, estimados pela regressão de mínimos quadrados	150

3	Flutuação dos rendimentos médios de grãos (kg/ha) das cultivares padrões e genótipos transitórios ao longo da década de oitenta, obtidos dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro da EPAMIG.....	151
4	Regressão de mínimos quadrados das diferenças das médias de rendimento de grãos anuais (desvios) entre os genótipos transitórios (GT) e as cultivares padrões (CP) sobre os anos, durante a década de oitenta, utilizando resultados dos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado	152
5	Desempenho das cultivares padrões e dos genótipos transitórios nos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado da EPAMIG, estimados pela regressão de mínimos quadrados	153
6	Flutuação dos rendimentos médios de grãos (kg/ha) das cultivares padrões e genótipos transitórios ao longo da década de oitenta, obtidos dos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado da EPAMIG.....	154
7	Avanços genéticos ocorridas nos programas de melhoramento de arroz de sequeiro e irrigado da EPAMIG, na década de oitenta, estimados pela regressão L_1	155

1. INTRODUÇÃO

Por ser um produto básico de alimentação, o arroz é cultivado em todas as regiões de Minas Gerais numa grande diversidade de ambientes, principalmente no que diz respeito às características físicas e químicas do solo, as quais podem apresentar grandes variações, em áreas de dimensões relativamente restritas.

O Estado de Minas Gerais é certamente a unidade da federação que apresenta as maiores variações edafoclimáticas. Situado entre os paralelos $14^{\circ} 00' \text{ LS}$ e $23^{\circ} 00' \text{ LS}$, apresenta desde o clima quente e úmido na Região Leste, quente e seco no Norte e Nordeste ao clima ameno de altitude na Região Sul.

O arroz destaca-se como um dos principais produtos agrícolas do Estado e ocupa o segundo lugar em área de plantio, depois do milho, o quarto em volume de produção, sendo superado pela cana-de-açúcar, milho, mandioca e seguido pela soja, e o quinto lugar em tonelagem (TEIXEIRA & SANINT, 1989).

Entre as principais modalidades de cultivo do arroz em Minas Gerais, estão a de sequeiro, que ocupa 51,4% da área e responde por 37,0% da produção e a irrigada por inundação, que com apenas

10,2% da área responde por 20,4% da produção total (LSPA, 1991). A área restante é ocupada pelo arroz de várzea úmida e o irrigado por aspersão.

As lavouras de sequeiro caracterizam-se pelo seu baixo rendimento médio, em torno de 1300 kg/ha (LSPA, 1991). Os fatores responsáveis pela baixa produtividade nesse sistema de cultivo são a deficiência hídrica, a baixa fertilidade dos solos e a incidência de brusone, plantas daninhas e de pragas do solo (MORAIS & SOARES, 1983; EPAMIG, 1984c e SOARES et alii, 1987). A identificação de cultivares mais adaptadas às condições desse sistema de cultivo constitui um dos principais meios de aumentar e, sobretudo, estabilizar a produtividade da cultura do sequeiro, com grandes reflexos no aumento da produção mineira de arroz, devido à predominância da área plantada.

Para as lavouras conduzidas com irrigação controlada, já se dispõe de tecnologia de produção mais aprimorada; contudo, o rendimento médio de grãos em torno de 3.500 kg/ha (LSPA, 1991) é baixo. Entre os fatores limitantes que diminuem a rentabilidade das lavouras, os mais importantes são: condições adversas de solo (drenagem deficiente, toxidez de ferro, etc.), plantas daninhas, acamamento e incidência de pragas e doenças (MORAIS & SOARES, 1983; EPAMIG, 1984b e SOARES & SOARES, 1987). Assim, para as áreas irrigadas, precisa-se conseguir cultivares que melhor se adaptem a essas condições, a fim de aumentar o rendimento das lavouras para compensar as elevadas despesas de investimento e de custeio, próprias do sistema de cultivo irrigado.

Na avaliação de genótipos, seja ele criado no próprio local ou introduzido de outros centros de pesquisa, devem-se considerar

os vários ambientes da área a que se destina, uma vez que diferenças mínimas de ambiente criam uma série de microclimas, nos quais um mesmo genótipo pode ter comportamentos muito diferentes (MORAIS et alii, 1982). Por isso, a habilidade dos genótipos se comportarem em uma grande amplitude de condições de ambiente tem merecido a atenção especial dos fitomelhoristas (FINLAY & WILKINSON, 1963).

A recomendação ou lançamento de uma nova cultivar no Estado de Minas Gerais passa por testes rigorosos e criteriosos, realizados, pelo menos, durante três anos, nas principais regiões produtoras de arroz através dos ensaios comparativos avançados. Entretanto, nenhum estudo de estabilidade é feito envolvendo estes ensaios e as recomendações de novas cultivares baseiam-se apenas nos resultados de produção de grãos e em outros caracteres de interesse. Portanto, há necessidade de se fazer um estudo de adaptabilidade e estabilidade de todos os genótipos testados em Minas Gerais, antes de se proceder ao lançamento ou, recomendação desses materiais.

Apesar do sucesso conseguido com os lançamentos, na década de oitenta, das cultivares IAC 164, Rio Paranaíba, Guarani e Douradão , para o sequeiro, e da Inca, MG 1 e MG 2 para as condições irrigadas, nenhum estudo visando a quantificar o avanço genético obtido com o programa de melhoramento de arroz em Minas Gerais foi realizado. Logo, é importante que se faça uma avaliação eficiente do programa de arroz da EPAMIG ao longo dos últimos anos, principalmente porque a pesquisa é onerosa para os cofres públicos e a sociedade deve ser informada onde estão sendo

gastos os recursos e os retornos proporcionados pelos mesmos. Além do mais, esse tipo de informação é fundamental para que se possam direcionar os futuros trabalhos de melhoramento genético.

Utilizando os dados dos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro e irrigado por inundação no Estado de Minas Gerais foi conduzido o presente trabalho com os objetivos de:

a) Verificar se há diferença na discriminação dos materiais com relação à estabilidade e também se essa discriminação é diferente em se tratando de cultivo de sequeiro ou irrigado por inundação;

b) Comprovar se de fato estão sendo lançados ou recomendados os materiais com maior estabilidade;

c) Estimar a repetibilidade dos parâmetros que avaliam a adaptabilidade e estabilidade para o arroz de sequeiro e o irrigado por inundação, e

d) Quantificar os avanços genéticos obtidos com o programa de melhoramento de arroz da EPAMIG, para as condições de sequeiro e irrigadas por inundação, na década de oitenta.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Interação Genótipo x Ambiente

2.1.1. Considerações Gerais

A interação genótipo x ambiente pode ser entendida como a resposta diferenciada de genótipos, quando submetidos a ambientes diferentes, ou seja, o comportamento dos genótipos em um determinado ambiente pode não ser coincidente em outros (SOUZA, 1985; BECKER & LÉON, 1988).

DAVIDE (1990) afirma que a interação de genótipos por ambientes pode ser manifestada de duas maneiras: pela classificação diferenciada dos genótipos, quando testados em vários ambientes, e pelas diferenças na superioridade relativa entre genótipos em vários locais, quando a classificação permanece a mesma. A primeira forma exige a seleção de genótipos especialistas, enquanto que o segundo caso requer a seleção de genótipos para uso geral.

Segundo RAMALHO et alii (1992), para se detectar a interação genótipo x ambiente, os diferentes genótipos devem ser avaliados

em dois ou mais ambientes contrastantes. Como ilustração, o referido autor mostra o que pode ocorrer se duas cultivares, geneticamente diferentes para produtividade de grãos, forem avaliadas em dois ambientes. As três situações mais freqüentes que podem ocorrer são: a) as cultivares apresentam comportamentos concordantes nos dois ambientes e nesse caso não há interação e a recomendação da cultivar superior para os dois ambientes é a mesma; b) o comportamento das cultivares não é semelhante nos dois ambientes e uma delas responde mais acentuadamente à melhoria do ambiente do que a outra. Neste caso, ocorre interação, todavia não ocasiona maiores problemas, porque a classificação das cultivares não é alterada nos diferentes ambientes e por essa razão a de melhor classificação deve ser recomendada para os dois ambientes; e c) o comportamento das duas cultivares é inverso nos dois ambientes. Aqui, já há complicação para o trabalho do melhorista e a interação é denominada de complexa. Portanto, a recomendação de uma cultivar é restrita a um ambiente específico. Isso, portanto, 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 proceder à recomendação mais segura.

O uso de misturas de linhas puras, ao invés de cultivares homogêneas ou linhas puras, tem sido sugerido como um meio para reduzir interações genótipos por ambientes (EBERHART & RUSSELL, 1966). Jensen (1952), citado por MORAIS (1980), estudando o efeito da diversificação intravarietal no melhoramento da aveia, afirmou que de uma multilinha esperam-se maior vida varietal,

maior estabilidade de produção, ampla adaptação e maior proteção contra as doenças. ALLARD & BRADSHAW (1964) tentaram sumarizar o que é conhecido até o presente que pode ser útil aos melhoristas de plantas no desenvolvimento de cultivares que minimiza interações genótipos por ambientes, isto é, cultivares que são capazes de controlar seu processo de desenvolvimento de tal maneira a ter performance alta e consistente. Neste trabalho, os autores comentam que: a diversidade genética, tanto em heterozigotos quanto em misturas de genótipos diferentes, geralmente leva à estabilidade sob várias condições ambientais; a diversidade genética associada com heterozigose tem sido amplamente reconhecida e utilizada em espécies alógamas; evidências mais recentes sugerem que heterose e tamponamento individual, comumente associados, podem também ter substancial contribuição no aumento e estabilização da produção em espécies autógamias.

Trabalho realizado por SCHNELL & BECKER (1986) com o objetivo de estudar heterozigose e heterogeneidade, bem como seus efeitos e interações sobre produção e estabilidade de produção em milho, utilizando quatro tipos de população formada de oito linhagens (população homogênea de indivíduos homozigotos, população heterogênea de indivíduos homozigotos, população homogênea de indivíduos heterozigotos e população heterogênea de indivíduos heterozigotos), apresentou os seguintes resultados: a mistura de homozigotos e heterozigotos não suplantou, em produção, as médias de seus respectivos componentes cultivados isoladamente. Estabilidade de produção dos vários tipos de

população foi classificada diferentemente pela ecovalência e o quadrado médio para desvio da regressão. Transformando o quadrado médio do desvio em coeficientes de variação foi possível revelar aumentos de estabilidade não apenas pela heterogeneidade, mas também pela heterozigose, e, adicionalmente, uma interação de ambos os fatores no sentido de uma diminuição recíproca.

Com o objetivo de estudar qual tipo de cultivar em centeio oferece ótima chance de combinar desempenho para alta produção com satisfatória estabilidade de produção, BECKER et alii (1982) empreenderam um estudo utilizando cruzamentos simples, cruzamentos triplos, mistura de cruzamentos triplos, cruzamentos duplos e "topcross". Esperava-se que o híbrido mais heterogêneo devesse ser mais estável que o menos heterogêneo devido à sua melhor capacidade de tamponamento populacional. Entretanto, neste trabalho, a variância ambiental, bem como o quadrado médio do desvio, indicaram uma crescente estabilidade com o aumento da heterogeneidade apenas do cruzamento triplo para o duplo e deste para o "top cross". A alta estabilidade do cruzamento simples foi a única exceção desta tentativa e pode, em parte, ser devido ao pequeno número de cruzamentos simples envolvidos nos experimentos. EBERHART & RUSSELL (1966) também encontraram híbridos simples com estabilidade fenotípica igual ou maior que a dos híbridos triplos ou duplos.

Sprague & Federer (1951), citados por EBERHART & RUSSELL (1966) e por MORAIS (1980), em uma reanálise de dados de milho obtidos em muitos ambientes, apresentaram evidência que cruzamentos duplos interagem com ambientes menos que cruzamentos simples. Os dados sugerem que cruzamentos duplos são superiores

aos cruzamentos simples para estabilidade de comportamento. Atribuíram essa menor estabilidade dos híbridos simples à sua base genética mais estreita. ALLARD & BRADSHAW (1964), por outro lado, afirmam que é possível obterem-se genótipos com base genética estreita e possuidores de boa estabilidade.

A ocorrência da interação genótipo por ambientes tem sido constatada em várias oportunidades em Minas Gerais, com diversas espécies de plantas: soja (ARANTES, 1979), arroz (MORAIS, 1980; MORAIS et alii, 1981; MORAIS et alii, 1982), feijão (SANTOS et alii, 1982) e trigo (SOUZA, 1985). Para todas as culturas foram detectadas interações genótipos x ambientes significativas, evidenciando a necessidade de se identificar os genótipos de maior estabilidade, no lançamento ou recomendação de novas cultivares.

2.1.2. Meios de Atenuar o Efeito da Interação Genótipos por Ambientes

Existem pelo menos três opções: a) identificar cultivares específicas para cada ambiente; b) realizar o zoneamento ecológico, e c) Identificar cultivares com maior estabilidade fenotípica.

a) Identificar cultivares específicas para cada ambiente:

Essa é uma opção teoricamente possível mas praticamente inexequível. Nesse caso, os materiais genéticos são avaliados em

vários ambientes e através da análise dos dados são identificadas as cultivares para cada ambiente específico. O ambiente pode ser muito restrito e quaisquer variações imprevistas nestas condições podem fazer com que o material genético não se mostre adaptado. Além disso, é solução altamente dispendiosa às instituições de pesquisa e exigirá um trabalho de conscientização agrícola que inviabiliza a sua adoção.

b) Zoneamento Ecológico

O zoneamento ecológico é uma medida para estimar o efeito da interação genótipo x ambiente, no qual são agrupados os ambientes ecologicamente semelhantes em sub-regiões, dentro das quais a interação passa a não ser significativa. Esse agrupamento, entretanto, só é possível com base em diferenças macroambientais, tornando o zoneamento vulnerável às variações imprevisíveis que possam ocorrer no ambiente, e também a interação genótipos x anos não pode ser controlada por esse método. EBERHART & RUSSELL (1966) sugerem que as sub-regiões mais homogêneas podem ser obtidas, baseando-se em dados de gradientes de temperatura, distribuição de chuvas e de tipos de solos. Esse procedimento já foi usado por Horner & Frey (1957) e Liang et alii (1966), citados por MORAIS (1980), em aveia e em trigo, aveia e cevada, respectivamente. Entretanto, nem todos os autores têm recomendado este artifício. Miller et alii (1959), citado por ARANTES (1979), trabalhando com algodão, em nove locais, no Estado de Carolina do Norte, Estados Unidos, concluíram que a divisão do Estado em sub-regiões traria pouca se não nenhuma vantagem para

os testes de cultivares.

c) Identificação de Cultivares com Maior Estabilidade Fenotípica

Dois conceitos que têm causado uma certa confusão entre os melhoristas é o de adaptabilidade e estabilidade. Os termos estabilidade fenotípica, estabilidade de produção e adaptação são freqüentemente usados em sentidos completamente diferentes (BECKER & LÉON, 1988). Para o caso de produção agrícola, MARIOTTI et alii (1976) sugeriram considerar a adaptabilidade como a capacidade de os genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo ambiental e a estabilidade como a capacidade de os genótipos mostrarem um comportamento altamente previsível. A estabilidade fenotípica para FINLAY & WILKINSON (1963), ALLARD & BRADSHAW (1964), e EBERHART & RUSSELL (1966) refere-se à menor sensibilidade do genótipo às variações de ambientes de um mesmo local ou de um local para outro, em um mesmo ano ou em anos diferentes. LIN et alii (1986) comenta que o conceito de estabilidade é definido de muitas maneiras e depende de como o cientista deseja encarar o problema.

Nesse trabalho, contudo, será utilizado como medida de adaptação o desempenho médio da cultivar em relação à média do experimento, ou de uma determinada cultivar testemunha. Já o conceito de estabilidade está associado à medida do desempenho de uma dada cultivar frente às flutuações no ambiente. Nesse contexto, essa medida de oscilação pode ser considerada de diferentes modos como será comentado a seguir. É necessário

ênfatizar também que o conceito de ambiente envolve todos os fatores de produção, exceto a constituição genética.

A identificação de cultivares com maior estabilidade fenotípica tem sido a alternativa mais amplamente empregada nas mais variadas situações. Há uma série de procedimentos que podem ser usados para a avaliação da estabilidade. Entre os diversos trabalhos que utilizam esses métodos existem várias interpretações do conceito de estabilidade. Para LIN et alii (1986), existem basicamente três conceitos:

TIPO 1 - O genótipo será considerado estável se sua variância entre ambientes é pequena.

TIPO 2 - O genótipo será considerado estável se sua resposta ao ambiente é paralela ao desempenho médio de todos os materiais genéticos avaliados nos experimentos.

TIPO 3 - O genótipo é estável se o quadrado médio dos desvios da regressão, que avalia a estabilidade, é pequeno.

O Tipo 1, denominado por BECKER (1981a) de "estabilidade no sentido biológico", caracteriza um genótipo com desempenho constante com a variação do ambiente e esta idéia de estabilidade está em concordância com o conceito de homeostase largamente usado em genética. Esse comportamento não é desejável porque o genótipo não acompanha a melhoria das condições de ambiente com aumento de produção. Ademais, já é generalizado que genótipos com esse tipo de estabilidade possuem baixo potencial de produção (BARTHOLO, 1978; BECKER, 1981a; LIN et alii, 1986 e RAMALHO et alii, 1992). BECKER (1981a e 1981b); LIN et alii (1986) e BECKER

& LÉON, (1988) comentam que esse tipo de estabilidade pode ser medida simplesmente a partir da estimativa da variância de cada genótipo nos diferentes ambientes. Este conceito de estabilidade é útil para características, cujos níveis têm de ser mantidos a todo custo, como, por exemplo, características de qualidade, resistência a doenças, etc. (BECKER & LÉON, 1988).

A estabilidade do Tipo 2 é também denominada por BECKER (1981a) de "estabilidade no sentido agrônômico" e ocorre quando o material mostra pequenas interações com o ambiente, o que quer dizer que ele acompanha o desempenho médio obtido nos ambientes por todos os outros materiais testados. Essa metodologia tem sido a preferida em decorrência de possibilitar a identificação de genótipos estáveis e com potencial de se manter entre os melhores em todos os ambientes (RAMALHO et alii, 1992). Segundo LIN et alii (1986), este tipo de estabilidade é uma medida relativa, que depende dos genótipos testados; portanto, a extensão das inferências é limitada ao grupo de materiais avaliados e não pode ser generalizada. Logo, um genótipo estável em determinado grupo não necessariamente o será em presença de outros materiais. Esta estabilidade pode ser avaliada por vários métodos e um dos mais utilizados é o de WRICKE (1962).

O terceiro tipo de estabilidade é aquele em que o material será considerado estável quando o quadrado médio do desvio da regressão for pequeno. De acordo com LIN et alii (1986), este é um conceito relativamente novo de estabilidade e desde que EBERHART & RUSSELL (1966) sugeriram o quadrado médio do desvio da regressão como um segundo parâmetro, grande atenção tem sido

voltada para ele. Esse tipo de estabilidade pode ser avaliado através da metodologia proposta por EBERHART & RUSSELL (1966), que é uma das mais utilizadas.

Léon (1985), citado por BECKER & LÉON (1988), apresenta dois novos conceitos diferentes de estabilidade, os quais são denominados como conceito estático e conceito dinâmico. Com relação ao conceito estático, um genótipo estável possui performance inalterada (constante) para qualquer variação nas condições ambientais e mostra nenhum desvio do nível do caráter esperado, significando que sua variância entre os ambientes é zero. O conceito estático é, portanto, equivalente ao conceito de estabilidade biológica de BECKER (1981a). A semelhança desse último, a avaliação é feita usando a variância de um genótipo através de ambientes. O conceito dinâmico, por sua vez, permite uma resposta previsível ao ambiente, e genótipo estável, de acordo com este conceito, não tem desvio desta resposta ao ambiente. O conceito dinâmico é equivalente ao conceito agrônomo de BECKER (1981a). De acordo com o conceito dinâmico, somente os desvios de um genótipo da reação geral são considerados como uma contribuição à instabilidade; isto porque a resposta geral de todos os genótipos pode ser interpretada como um efeito ambiental. Todos os procedimentos de estabilidade, baseados na quantificação dos efeitos da interação genótipo x ambiente, pertencem ao conceito de estabilidade dinâmica.

2.1.3. Métodos de Avaliar a Estabilidade

Várias metodologias para avaliar a estabilidade são percorridas por LIN et alii (1986) e RAMALHO et alii (1992); entretanto, somente as principais delas serão discutidas aqui (FINLAY & WILKINSON, 1963; EBERHART & RUSSELL, 1966; VERMA et alii, 1978; SILVA & BARRETO, 1985 e CRUZ et alii, 1988). Antes, porém, serão discutidos alguns parâmetros de estabilidade.

Os parâmetros comumente usados para avaliar a estabilidade são: variância, ecovalência, coeficiente de regressão e quadrado médio dos desvios da regressão (BECKER, 1981a; BECKER, 1981b; LIN et alii, 1986; LÉON & BECKER, 1988; BECKER & LÉON, 1988; DAVIDE, 1990).

Variância (S_x^2): a variância dos genótipos através dos ambientes pode ser uma medida de estabilidade e ela detecta todos os desvios da média genotípica (BECKER & LÉON, 1988). Segundo esses autores, o uso da variância é útil para características que têm de ser mantidas a todo custo; por exemplo, para características de estresses, como tolerância ao frio. Mas, para rendimento, o objeto do melhoramento é identificar genótipos que são estáveis e simultaneamente produtivos; portanto, outros métodos são mais recomendados, como aqueles que avaliam a estabilidade agronômica. RAMALHO et alii (1992) relatam que, para tornar os dados mais facilmente comparáveis, pode-se usar o coeficiente de variação (CV).

Ecovalência (W_1^2): é obtida usando os efeitos da interação genótipo x ambiente de cada genótipo, que são elevados ao quadrado e somados através de todos ambientes (BECKER, 1981a;

BECKER, 1981b; LIN et alii, 1986 e BECKER & LÉON, 1988). Como a ecovalência mede a contribuição de um genótipo para com a interação genótipo x ambiente, um genótipo com $W_1^2 = 0$ é considerado como estável e de acordo com o significado da palavra ecovalência este genótipo possui uma alta ecovalência. Se valores baixos de ecovalência são desejados, ela pode ser chamada um "conceito agrônômico" de estabilidade, pois ela descreve propriedades desejáveis na produção da cultura (BECKER, 1981b). WRICKE (1962) propôs um método de estabilidade baseado na ecovalência que, pela sua facilidade de cálculo, tem sido bastante utilizado.

Coeficiente de Regressão (b): foi estimado, provavelmente, pela primeira vez, para caracterizar a resposta específica de genótipos a fatores climáticos variáveis, por Stringfield & Salter (1934), citados por BECKER & LÉON (1988). O b é obtido através de análise de regressão da produção de um dado genótipo em diferentes ambientes sobre a média de todos os genótipos testados (LÉON & BECKER, 1988). Pode ser usado para descrever a resposta geral à melhoria das condições ambientais e pode, também, ser considerado um parâmetro de resposta (Breese, 1969), citado por BECKER & LÉON (1988). Genótipos que não reagem a fatores ambientais variáveis mostram valores de $b = 0$ e seria estável, de acordo com o conceito estático ou biológico. Por outro lado, genótipos que possuem uma resposta média que pode variar com as condições ambientais mostram valores de $b = 1$ (BECKER & LÉON, 1988). Apesar das vantagens da interpretação do coeficiente de regressão, sérias críticas têm sido feitas a

ele (LIN et alii, 1986 e BECKER & LÉON, 1988).

Quadrado Médio dos Desvios da Regressão (S_d^2): é também obtido através de análise de regressão, à semelhança do b, mostrado anteriormente (LÉON & BECKER, 1988). É usado em diferentes modos para avaliar a reação de genótipos às condições ambientais variáveis e está fortemente relacionado à parte imprevisível restante da variabilidade de qualquer genótipo. É considerado, portanto, um parâmetro de estabilidade (BECKER & LÉON, 1988). EBERHART & RUSSELL (1966) sugerem o uso do S_d^2 como um segundo parâmetro de estabilidade, somando-se ao b. Todavia, LIN et alii (1986) declaram que conciliar dois parâmetros para um único caráter é difícil e as críticas ao uso do S_d^2 como parâmetro de estabilidade é discutida em seu trabalho. Segundo BECKER & LÉON (1988), para fins de classificação, a escolha do valor do b desejável depende do objetivo específico, enquanto, independentemente do objetivo, o S_d^2 de genótipos estáveis é zero. PINTHUS (1973), propôs usar o coeficiente de determinação (R^2) ao invés do S_d^2 para estimar estabilidade de genótipos, uma vez que o R^2 é fortemente relacionado ao S_d^2 ($R^2 = 1 - S_d^2 / S_x^2$). A aplicação de R^2 e b tem a vantagem de ambos serem independentes das unidades de medidas. O R^2 mede a proporção de uma variação de cultivares que é atribuível à regressão linear (BECKER, 1981b).

BECKER (1981b) comparou os quatro parâmetros relacionados acima e chegou às seguintes conclusões: a) O coeficiente de regressão é equivalente à variância como uma medida da estabilidade de acordo com o conceito biológico de genótipo estável; b) o quadrado médio dos desvios da regressão é equivalente à ecovalência como medida da estabilidade de acordo

com o conceito agronômico de genótipo estável, e c) O uso de diferentes conceitos de estabilidade poderá levar a diferentes classificações de genótipos, se dois parâmetros não correlacionados forem utilizados.

2.1.3.1. Método de FINLAY & WILKINSON (1963)

Nesta metodologia foi introduzido o conceito de índice ambiental que é definido como sendo a diferença entre a média de cada ambiente e a média de todos os ambientes, podendo assumir valores positivos ou negativos. O método está baseado numa análise de regressão linear simples, onde o índice ambiental é a variável independente, e a produção média de cada genótipo, em cada ambiente, é a variável dependente. A estabilidade de um genótipo é dada em função do seu coeficiente de regressão (b) e da sua produção média. Os dados originais sofrem uma transformação logarítmica, que, segundo o autor, destina-se a induzir um alto grau de linearidade na regressão e uma razoável homogeneidade nos erros experimentais. Neste método, se for adotado o conceito de estabilidade tipo 1, será mais estável o genótipo que exibir $b = 0$. Por outro lado, utilizando o tipo 2, a estabilidade do material irá ocorrer com $b = 1$. O primeiro caso é o mais comumente empregado e algumas das situações que podem ocorrer são: se o b for próximo de 1,0, associado à alta produtividade, o genótipo é considerado de boa adaptabilidade e se for associado à baixa produtividade é pobremente adaptado; porém, em ambos os casos, apresenta estabilidade média. Se o $b >$

1 indica estabilidade abaixo da média e o genótipo deve apresentar boa adaptação somente a ambientes específicos de alta produtividade, recebendo a denominação de responsivo. Se $b < 1$ indica estabilidade acima da média e, nesse caso, o genótipo tem adaptação específica a ambientes de baixa produtividade, sendo, portanto, não responsivo. Finalmente, para $b = 0$ define o que os autores chamam de estabilidade absoluta e que seria o desejável se aliado a um máximo de produtividade. Este conceito está, portanto, de acordo com o que se denomina de estabilidade biológica.

2.1.3.2. Método de EBERHART & RUSSELL (1966)

A avaliação da estabilidade por esse método, em princípio, é semelhante à de FINLAY & WILKINSON (1963), diferindo basicamente em que os dados são analisados sem serem transformados e é estimado também o desvio da regressão (RAMALHO et alii, 1992). Para EBERHART & RUSSELL (1966), a definição de genótipo estável, como sendo aquele que mantém o mesmo comportamento em diversos ambientes, não é a mais adequada, ou seja, o genótipo ideal é aquele com produção média alta, coeficiente de regressão (b) igual a unidade e com desvio da regressão (S_d^2) o menor possível. Portanto, o genótipo ideal deve apresentar resposta positiva à melhoria das condições ambientais ($b = 1,0$) e de comportamento altamente previsível ($S_d^2 = 0,0$). Desta forma, a metodologia está em concordância com o conceito agrônomo de estabilidade. Os autores não diferem, neste trabalho, os genótipos quanto às suas

adaptabilidades. SANTOS (1980) considera o coeficiente de regressão, juntamente com o rendimento médio de grãos, o parâmetro mais importante para se avaliar a adaptabilidade e o desvio da regressão indicaria, com maior clareza, a estabilidade dos genótipos.

2.1.3.3. Método de VERMA et alii (1978), SILVA & BARRETO (1985) e CRUZ et alii (1988)

As duas metodologias anteriores pressupõem uma relação linear entre o comportamento individual de um material genético e o índice ambiental, o que não é necessariamente verdadeiro. Como muitas vezes a resposta do material genético a ambientes mostra-se curvilínea, o ajustamento de dois ou mais segmentos de reta poderia explicar melhor a resposta daqueles materiais genéticos, cujos desvios para a regressão linear simples se mostram altos (RAMALHO et alii, 1992). VERMA et alii (1978) salientam que um genótipo teoricamente ideal seria aquele com rendimento de grãos relativamente alto, com comportamento estável em ambientes desfavoráveis e com capacidade de responder a ambientes favoráveis. A identificação desse genótipo não é possível pelas metodologias de FINLAY & WILKINSON (1963) e EBERHART & RUSSELL (1966). Por isso, VERMA et alii (1978) propuseram uma técnica de regressão alternativa, utilizando duas equações de regressão. A primeira envolvendo os ambientes desfavoráveis (índices ambientais negativos) e a segunda, os ambientes favoráveis (índices ambientais positivos).

Considerando que a metodologia de VERMA et alii (1978) apresenta problemas quando se analisa um número pequeno de ambientes, SILVA & BARRETO (1985) propuseram um modelo onde o ajustamento é obtido por uma única equação constituída de dois segmentos de reta com união no ponto correspondente ao valor zero do índice de ambiente. Segundo VENCovsky (1988), este método carece ainda de um aprimoramento de natureza estatística para eliminar a correlação residual que existe entre as estimativas de seus coeficientes de regressão.

Posteriormente, CRUZ et alii (1988) sugeriram uma modificação na metodologia de SILVA & BARRETO (1985), de modo a proporcionar uma simplificação na obtenção das estimativas dos parâmetros de regressão e das somas de quadrados, os quais são desprovidos de erros metodológicos. O modelo adotado é o seguinte: $Y_{ij} = B_{0i} + B_{1i} I_j + B_{2i} T(I_j) + d_{ij} + \bar{e}_{ij}$, onde B_{0i} , B_{1i} e B_{2i} são parâmetros de regressão, I_j é o índice ambiental, $T(I_j) = 0$ se $I_j \leq 0$ e $T(I_j) = I_j - I_p$ se $I_j > 0$ (I_p = média dos índices I_j positivos), d_{ij} é o desvio da regressão e Y_{ij} e $\bar{e}_{ij}$ é o valor observado e erro médio, respectivamente. Os significados dos parâmetros de regressão são: B_{0i} é a média geral do genótipo i em relação a todos os ambientes em que foi testado; B_{1i} representa a resposta linear do genótipo i nos ambientes desfavoráveis (com índices ambientais negativos) e $B_{1i} + B_{2i}$ corresponde à resposta linear à variação nos ambientes favoráveis (índices ambientais positivos). A opção de utilizar a metodologia de EBERHART & RUSSELL (1966) ou a de SILVA & BARRETO (1985), modificada por CRUZ et alii (1988) vai depender da

rejeição ou não da hipótese $H_0 : B_{2i} = 0$, para todo i . A aceitação dessa hipótese indica que o comportamento do genótipo pode ser predito por uma reta, e conseqüentemente a primeira metodologia pode ser a preferida. No método modificado por CRUZ et alii (1988), o genótipo desejável seria aquele que exibisse uma média de produção alta, o B_{1i} o menor possível (maior estabilidade), $(B_{1i} + B_{2i})$ o maior possível (responsivo à melhoria de ambiente) e a variância dos desvios da regressão próximo ou igual a zero (comportamento previsível).

2.1.4. Herança dos Parâmetros de Estabilidade

A identificação de genótipos produtivos e que apresentam alta estabilidade frente às flutuações ambientais é uma preocupação constante dos melhoristas de plantas. Entretanto, a principal dificuldade está na seleção para estabilidade de rendimento, a qual apresenta uma repetibilidade muito pobre dos parâmetros estatísticos estimados (BECKER & LÉON, 1988). Os autores declaram também que a resposta à seleção para aumentar a estabilidade de rendimento seria limitada pela herdabilidade muito baixa desse caráter. Assim, durante o desenvolvimento de novas cultivares, a seleção para a estabilidade, dificilmente seria eficiente e a estimação de medidas biométricas para estabilidade seria de pouco uso.

Becker (1987), citado por BECKER & LÉON (1988), relata, também, que a herdabilidade das medidas de estabilidade é geralmente baixa. Em ensaios de avaliação de desempenho de trigo

e cevada em 12 locais da Alemanha, a herdabilidade do coeficiente de regressão linear e da variância dos desvios da regressão ficou entre 0,11 e 0,27 se baseado nos resultados de um ano e entre 0,27 e 0,52 se baseado em resultados de três anos.

Devido às dificuldades com a seleção direta para a estabilidade de rendimento, as possibilidades com a seleção indireta ganha importância. A seleção indireta é praticada, quando resistência a doenças, acamamento, etc. são consideradas, mas pouca informação está disponível sobre os efeitos da morfologia de planta ou dos componentes de produção sobre a estabilidade de rendimento (BECKER & LÉON, 1988).

Resultados opostos têm sido encontrados por diversos autores: BRADSHAW (1965) relata que existe uma quantidade considerável de evidências de que a estabilidade está sob controle genético. SCOTT (1967) também concluiu em seu estudo, para determinar se diferenças de seleção para estabilidade de rendimento de grãos em milho se verifica em testes subseqüentes, que a seleção para o referido caráter foi efetiva na maioria dos casos, e isto sugere que a estabilidade de rendimento de grãos está sob controle genético. EBERHART & RUSSELL (1969) constataram que a estabilidade de rendimento de híbridos duplos e simples se encontra sob controle genético e que todos os tipos de ação gênica devem estar envolvidos. TORRES (1988), porém, afirma que, mesmo havendo consenso por parte dos pesquisadores de que a estabilidade esteja sob controle genético, pouco se sabe como se processa este controle.

Num estudo realizado com a cultura da soja no Rio Grande do Sul, BONATO (1978) encontrou uma alta repetibilidade para a média

de rendimento de grãos e para coeficiente de regressão linear, enquanto que, para a variância dos desvios da regressão, o referido valor foi baixo.

SANTOS (1980) estimou a repetibilidade para a média de rendimento de grãos, para o coeficiente de regressão linear e para a variância dos desvios da regressão, utilizando a cultura do feijão no Sul de Minas Gerais. A alta repetibilidade obtida para a média de rendimento de grãos (0,78), ao contrário das obtidas para o coeficiente de regressão linear (0,30) e variância dos desvios (0,21) mostra claramente que é mais fácil efetuar a seleção para a média de rendimento de grãos do que para os outros dois caracteres.

Estudando o controle genético da estabilidade fenotípica de cultivares de milho, TORRES (1988) observou que a repetibilidade foi média para rendimento de grãos (0,43) e baixa para os coeficientes de regressão linear B_1 (0,26), B_2 (0,20) e $B_1 + B_2$ (0,20).

DAVIDE (1992) avaliou a repetibilidade da média e dos parâmetros de estabilidade (B_1 , B_2 , $B_1 + B_2$ e S_d^2) para altura de planta e DAP em progênies de eucalipto. Os valores da repetibilidade para os parâmetros da estabilidade variaram entre 0,20 para B_2 (altura) e 0,42 para $B_1 + B_2$ (altura), cujos valores é cerca da metade daquela apresentada para a média de altura de planta ou DAP. Isto significa ser mais fácil o melhoramento das médias de altura de planta e DAP do que da estabilidade das progênies.

Embora o rendimento de grãos seja um caráter de baixa

herdabilidade (BREWBAKER, 1969; ALLARD, 1971 e RAMALHO et alii, 1990), a seleção para o referido caráter é mais efetiva do que para os parâmetros de estabilidade, uma vez que a repetibilidade do rendimento tem mostrado ser sempre de magnitude superior à do coeficiente de regressão linear e à da variância dos desvios da regressão.

2.2. Estimativa da Adaptabilidade e Estabilidade na Cultura do Arroz

Em um estudo de adaptabilidade e estabilidade de comportamento de nove materiais de arroz irrigado avaliados em doze ensaios, em dez municípios de Minas Gerais durante os anos agrícolas de 1977/78 e 1978/79, MORAIS (1980) constatou que em oito dos 12 ensaios analisados, houve diferenças significativas entre os rendimentos dos genótipos avaliados. A linhagem BG 90-2 foi a de maior rendimento médio, de maior capacidade de responder à melhoria do ambiente, e apresentou, ainda, alta estabilidade de comportamento. A 'Inca' e a P 899-55-5-2-3-1B, ambas de ampla adaptabilidade, comportaram-se, respectivamente, como a menos estável e a mais estável. A 'CICA 9' e a IR 841-3-2-3 mostraram as menores capacidades de responder à melhoria do ambiente e depois da 'IR 841', os menores rendimentos médios. A 'IR 841' (testemunha), por sua vez, comportou-se como pobremente adaptada a todos os ambientes.

Em trabalho semelhante conduzido por MORAIS et alii (1981), porém, envolvendo 16 ensaios conduzidos em dez municípios e em

três anos agrícolas (1977/80), testaram-se nove genótipos de arroz cultivados em regime de irrigação por inundação. Em nove ensaios houve diferenças significativas entre os rendimentos, sendo que em seis ensaios, a cultivar testemunha IR 841, não se classificou entre as mais produtivas e a BG 90-2 comportou-se como a de maior rendimento, com ampla adaptabilidade e estabilidade, corroborando os resultados obtidos por MORAIS (1980). A IR 841-3-2-3, a 'CICA 9' e a PMI 6624-257-1 não produziram, em média, significativamente mais do que a testemunha ('IR 841'). A PMI 6624-257-1 exibiu ainda a maior instabilidade de comportamento. A 'Inca' e a P 899-55-6-4-5-1B apresentaram baixa estabilidade de comportamento e a P 899-55-2-3-1B mostrou-se, por outro lado, estável, e juntamente com as duas anteriores e a 'IAC 899' responderam medianamente à melhoria do ambiente e, em média, foram significativamente mais produtivas que a testemunha.

Em outro estudo de adaptabilidade e estabilidade de comportamento de 11 cultivares de arroz de sequeiro avaliadas em 23 ambientes obtidos em dez experimentos, conduzidos em três municípios do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, estado de Minas Gerais, MORAIS et alii (1982) verificaram que, de um modo geral, as cultivares IAC 164, IAC 47, IAC 165, IAC 5032, IAC 25 e IAC 1131 foram as mais produtivas. Todas apresentaram ampla adaptabilidade, e a primeira mostrou maior capacidade de responder à melhoria do ambiente. As cultivares IAC 5100, IAC 1246 e Pratão Precoce responderam medianamente à melhoria do ambiente, mas foram, em média, menos produtivas que as anteriores. A IAC 5544 comportou-se como adaptada aos ambientes

de altos rendimentos. A 'IAC 47' sobressaiu como a de comportamento mais estável.

As pesquisas realizadas com a cultura do arroz no Brasil abrangem todos os aspectos dessa gramínea; entretanto, uma grande ênfase é dada aos trabalhos na área de genética e melhoramento, principalmente porque as cultivares possuem "vida" útil relativamente curta com alto potencial produtivo e por ser uma tecnologia de fácil adoção, baixo custo e de alto retorno econômico.

Através de um levantamento realizado nesta área, observou-se que das 271 publicações da REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ (1980, 1987 e 1990), 30,63% corresponderam a trabalhos na área de melhoramento, e um percentual médio de 31,6% foi constatado na REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO (1984, 1986, 1987 e 1988). Em Minas Gerais, o percentual dos trabalhos desenvolvidos na área de melhoramento, pelo Sistema Estadual de Pesquisa, é ainda maior (46,1%), conforme EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS (1975, 1978, 1980 e 1992).

Dos trabalhos de melhoramento levantados acima, verificou-se que a maioria (57,0%) é constituída de ensaios de competição. Portanto, fica evidente a necessidade de estudos de estabilidade e adaptabilidade, no sentido de ajudar a identificar os melhores genótipos para serem lançados ou recomendados como novas cultivares.

2.3. O Arroz no Estado de Minas Gerais

No período de 41 anos (1947 - 1987), ocorreu uma tendência de pequenos crescimentos de área total sob plantio e produção do arroz cultivado em Minas Gerais. A produtividade média do Estado (em kg/ha) apresentou, no período analisado, uma tendência de declínio ($-0,02\%$ ao ano), com um incremento de área de $0,3\%$ ao ano e também discreto incremento médio anual em produção ($0,29\%$ ao ano). Analisando a série temporal 47-87 em dois períodos (1947-1977 e 1977-1987), este último posterior à instituição da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, essa taxa média é desdobrada em crescimento médio de $0,31\%$ ao ano para os últimos dez anos, o que, apesar de expressivo, não foi suficiente para compensar os declínios do período anterior ($-0,66\%$ ao ano), resultando em variação global negativa da produtividade no período (EMBRAPA/CNPAF, 1988, citado por TEIXEIRA & SANINT, 1989).

Apesar da pesquisa ter contribuído para o crescimento da produtividade nos últimos dez anos, vários fatores dificultaram, por parte dos agricultores, a adoção de melhores níveis de tecnologia, destacando-se os aspectos estruturais da economia, como as medidas de contenção de subsídios e o concomitante controle dos preços dos alimentos.

FELÍCIO FILHO (1979) relata que Minas Gerais é exportador líquido de arroz, enquanto que TEIXEIRA & SANINT (1989) declaram que o estado é um importador líquido do referido produto. Esta discordância de informação evidencia quanto instável e oscilante é a produção do arroz em Minas Gerais. Entre as diversas causas,

destacam-se os baixos preços recebidos pelos produtores (RIBEIRO, 1984) e a distribuição irregular de chuvas (MORAIS et alii, 1982 & SOARES et alii, 1987), que afeta sobremaneira o rendimento da cultura do sequeiro. A pesquisa, recentemente, tem gerado novas tecnologias, que são mais apropriadas para o Estado de modo a contribuir para que o rendimento seja acrescido e a produção mais estabilizada. Especificamente, na área do melhoramento, ela tem dado uma grande contribuição, colocando à disposição dos agricultores diversas cultivares melhoradas (BRANDÃO, 1974; MORAIS, et alii, 1979; SOARES & SOARES, 1984 e SOARES et alii, 1989).

Até 1974, alguns trabalhos comparativos entre cultivares e linhagens de arroz foram conduzidos em Minas Gerais, principalmente pelo extinto Instituto de Pesquisa Agropecuária do Centro-Oeste e pela Universidade Federal de Viçosa, sendo recomendados, entre outros, a 'Pratão Precoce' e a 'IAC 1246', para as lavouras de sequeiro, e as cultivares IAC 435 e IAC 120, para as lavouras em várzeas (irrigadas ou de baixadas úmidas). A partir daquele ano, com a criação da EPAMIG, o programa de melhoramento de arroz foi incrementado, em função de um trabalho mais integrado entre as instituições de pesquisa (SOARES & SOARES, 1984).

Cinco anos após, MORAIS et alii (1979) fizeram a primeira tentativa de recomendação de cultivares de arroz por região e tipo de cultura, para o Estado de Minas Gerais. Foram recomendadas as cultivares IAC 47, IAC 25, IAC 1246 e a Pratão Precoce para as lavouras de sequeiro e IR 841, IAC 120, IAC 899,

Matão, Skrivimankoti e a De Abril para as lavouras irrigadas por inundação. Na relação apresentada por SOARES & SOARES (1984), foram recomendadas para o sequeiro a 'IAC 47', 'IAC 25', 'IAC 164' e a 'IAC 165' e para as condições irrigadas por inundação a 'IR 841', 'IAC 899', 'Inca', 'MG 1' e a 'MG 2'. Mais recentemente, a EPAMIG lançou quatro novas cultivares: a Rio Paranaíba, que mostrou ser 30,8% mais produtiva do que 'IAC 47' (EMBRAPA/CNPAP, 1986); a Guarani que superou a 'IAC 164' em 26% (EMBRAPA/CNPAP, 1987) e a Douradão que suplantou a 'IAC 164' em 15,5% e a 'IAC 25' em 24,5% (EPAMIG, s.d.).

O processo de indicação de cultivares para plantios comerciais é dinâmico e contínuo, ou seja, periodicamente a pesquisa recomenda novos genótipos em substituição àqueles menos produtivos e com menos aceitação comercial. É dentro desta linha de ação que o programa de melhoramento genético de arroz da EPAMIG testa, a cada ano, diversas cultivares e linhagens, em diferentes locais de Minas Gerais, visando oferecer as melhores opções aos agricultores, no que tange à escolha de cultivares apropriadas para as lavouras do estado (SOARES & SOARES, 1984). Todavia, nenhum estudo visando a quantificar os avanços genéticos obtidos pelo referido programa, até então, foi realizado.

2.4. Estimativas do Progresso Genético

Estudos no sentido de avaliar o progresso genético obtido com o melhoramento para rendimento de grãos têm sido feitos no Brasil para diversas culturas. VENCOVSKY et alii (1988)

analisaram a evolução do ganho genético em populações e cultivares híbridas de milho no Brasil entre 1964 e 1984 e concluíram que o progresso foi de 2,2% e 1,7% ao ano, respectivamente, com valor médio de 2%. Avaliação semelhante foi realizada por TOLEDO et alii (1990) para a soja no Paraná, no período de 1981 a 1986, onde se constatou que os ganhos genéticos obtidos foram de 1,8% e 1,3% ao ano, para os genótipos de maturação precoce e semiprecoce, respectivamente. ABREU et alii (1992) quantificaram o ganho genético do programa de melhoramento do feijoeiro nas décadas de setenta e oitenta nas regiões do Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais e verificaram que o mesmo foi de 1,9% ao ano. Estimativa do progresso genético foi realizada, ainda, para a cultura do sorgo no Brasil (RODRIGUES, 1990), onde se observou que, no período de 1974/75 a 1987/88, o ganho genético foi 1,2% ao ano.

Quantificação do progresso genético foi realizada também nos Estados Unidos da América para várias culturas. MILLER & KEBEDE (1984) estimaram em cerca de 1,6% ao ano o ganho genético na produtividade para o sorgo no período de 24 anos (1956 a 1980). Avanços genéticos de 0,70% ao ano para o rendimento de grãos foram obtidos para a soja por BOERMA (1979), que avaliou 18 cultivares do grupo VI, VII e VIII, representativas do período de 1914 a 1973. Estimando a contribuição genética nos ganhos de produção de fibra de algodão, durante o período de 1910 a 1980, MEREDITH Jr. & BRIDGE (1984) constataram que houve um ganho médio anual de 0,74%. Em trigo, SCHMIDT (1984) observou, durante os anos de 1958 a 1980, um ganho genético de 0,74% ao ano para o rendimento de grãos.

SEÇÕES

3.1. Seção I

Avaliação da Adaptabilidade e Estabilidade de Cultivares e
Linhagens de Arroz de Sequeiro e Irrigado por Inundação
Testadas em Minas Gerais.

1. Introdução

O comportamento das novas cultivares nos diferentes ambientes para as quais foram recomendadas é uma preocupação constante dos melhoristas. Para tanto, materiais são testados em regiões representativas, por vários anos, buscando, assim, identificar aqueles com desempenho superior. Entretanto, estudos de estabilidade não têm sido uma prática rotineira.

Várias metodologias para avaliar a estabilidade têm sido propostas (LIN et alii, 1986 e RAMALHO et alii, 1992). FINLAY & WILKINSON (1963) idealizaram um método para comparar o desempenho de um grupo de materiais, cultivados em vários ambientes, baseados na regressão linear. Para calcular o coeficiente de regressão, considerou-se o rendimento médio de grãos de cada material, em cada ambiente, como variável dependente e a média de todos os materiais como variável independente.

EBERHART & RUSSELL (1966) propuseram um método que, em princípio é semelhante ao de FINLAY & WILKINSON (1963), diferindo basicamente em que os dados são analisados sem serem transformados e é estimado também o desvio da regressão.

Em virtude dos métodos anteriores não identificarem materiais com rendimento de grãos relativamente alto e comportamento estável em ambientes desfavoráveis, bem como com capacidade de responder a ambientes favoráveis, uma regressão alternativa foi proposta por VERMA et alii (1978) e modificada posteriormente por SILVA & BARRETO (1985) e CRUZ et alii (1988). Essa metodologia utiliza uma única equação de regressão com duas

retas onde é possível avaliar o comportamento dos materiais em ambientes desfavoráveis e em ambientes favoráveis.

A principal crítica aos métodos que utilizam a regressão no estudo da estabilidade é a não independência entre as médias dos materiais e a média ambiental (FREEMAN & PERKINS, 1971; LIN et alii, 1986; BECKER & LÉON, 1988 e CROSSA, 1990). PINTHUS (1973) recomenda o uso do coeficiente de determinação em substituição à variância dos desvios da regressão na avaliação da estabilidade, uma vez que são correlacionados e a primeira estatística é de mais fácil comparação por apresentar amplitude de variação definida

Embora se saiba pouco como se processa o controle genético da estabilidade, há uma quantidade considerável de evidências de que a estabilidade está sob controle genético (BRADSHAW, 1965; SCOTT, 1967 e TORRES, 1988).

O presente trabalho teve os objetivos de:

a) Avaliar a adaptabilidade e estabilidade dos materiais de arroz de sequeiro e irrigado por inundação testados nos ensaios comparativos avançados da EPAMIG, nos períodos de 1984/85 a 1986/87 e 1985/86 a 1987/88, empregando-se o método tradicional de EBERHART & RUSSELL (1966), que utiliza a média ambiental como variável independente e um processo alternativo, utilizando a média das testemunhas como medida da flutuação ambiental;

b) Comparar a variância dos desvios da regressão (S_d^2) com o coeficiente de determinação (R^2), na avaliação da estabilidade, e

c) Estimar a repetibilidade do rendimento de grãos e dos parâmetros de estabilidade para o arroz de sequeiro e o irrigado por inundação.

2. Material e Métodos

2.1. O Programa de Melhoramento de Arroz da EPAMIG

O programa de melhoramento de arroz foi criado juntamente com a EPAMIG em 1974. Numa primeira etapa, buscou-se introduzir materiais obtidos por outras instituições nacionais e principalmente internacionais através dos viveiros internacionais do Instituto Internacional de Pesquisa de Arroz (IRRI) e, a partir de 1977, também, do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), que eram coordenados no Brasil pelo Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF). Numa segunda etapa, a EPAMIG passou a introduzir também materiais segregantes do CNPAF (gerações F_2 , F_3 e F_4) e a realizar seleção nas condições do Estado. Concomitantemente, algumas coletas de germoplasma realizadas em Minas Gerais passaram a ser avaliadas juntamente com as introduções.

Dentro do programa de melhoramento de arroz da EPAMIG, os materiais introduzidos são avaliados em três etapas que se sucedem, através dos ensaios denominados de: (1) ensaio de observação, (2) ensaio comparativo preliminar e (3) ensaio comparativo avançado (ensaios regionais). Os ensaios de observação constituem a primeira fase de avaliação e são compostos de um grande número de linhagens, que são testadas em fileira única, sem delineamento experimental, em um único local. As avaliações são baseadas apenas nas características fenotípicas de alta herdabilidade, como tipo de planta, arquitetura, ciclo,

porte, tolerância a enfermidades, etc.

Os materiais selecionados nos ensaios de observação, juntamente com as linhagens obtidas de populações segregantes, vão compor os ensaios comparativos preliminares, que também são instalados em um único local. Nestes ensaios, os genótipos são testados em parcelas com repetições, utilizando delineamento estatístico, onde é avaliada, além das características dos ensaios de observação, a produção de grãos.

Os ensaios comparativos avançados, que são constituídos dos materiais selecionados nos ensaios comparativos preliminares, são instalados em vários locais de regiões representativas do Estado. É a última etapa de avaliação e os genótipos são testados por vários anos, em parcelas com repetições, utilizando delineamento experimental. Através destes ensaios é possível detectar as interações genótipos x ambientes, avaliar a estabilidade, a adaptabilidade e lançar ou recomendar as novas cultivares.

Foram utilizados para o presente estudo de adaptabilidade, e estabilidade os resultados de pesquisa obtidos no Estado de Minas Gerais pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, através dos ensaios comparativos avançados de seu programa de melhoramento de arroz de sequeiro e irrigado por inundação, no período de 1984/85 a 1987/88. Foram feitos, para cada modalidade de cultivo, estudos de adaptabilidade e estabilidade de dois grupos de materiais, sendo um no período de 1984/85 a 1986/87 e o outro no período de 1985/86 a 1987/88.

2.2. Relação e Caracterização dos Ambientes nos Diferentes Anos agrícolas

a) Sequeiro

A distribuição dos ensaios nas diversas regiões representativas do Estado de Minas Gerais foi a seguinte:

Ano agrícola 1984/85 : Lavras, Paracatu, Patos de Minas, Patrocínio, Ponte Nova e Uberaba

Ano agrícola 1985/86 : Lavras, Paracatu, Patos de Minas, Patrocínio e Uberaba.

Ano agrícola 1986/87 : Arcos, Lambari, Lavras, Patos de Minas, Patrocínio, São Gotardo e Uberaba.

Ano agrícola 1987/88 : Arcos, Lambari, Lavras, Patos de Minas, Patrocínio, Uberaba e Unaí.

Os resultados da análise química e física do solo dos locais onde foram instalados os ensaios estão apresentados, por grupo de análise, nas Tabelas 1 e 2, respectivamente. A localização geográfica aproximada dos ensaios é mostrada na Tabela 3. Todos os ensaios foram conduzidos, tendo como única fonte de umidade a água das chuvas. A distribuição da precipitação pluvial durante o desenvolvimento do arroz nos diversos locais é apresentada, por ano agrícola, nas Tabelas 4, 5, 6 e 7.

b) Irrigado por Inundação

A relação dos ensaios nas diversas regiões representativas do Estado de Minas Gerais foi :

Anos agrícolas 1984/85 e 1985/86 : Janaúba, Lambari, Leopoldina,
Prudente de Moraes e Unaí.

Anos agrícolas 1986/87 e 1987/88 : Cambuquira, Capinópolis,
Janaúba, Lambari, Leopoldina
e Prudente de Moraes.

Os resultados da análise química e física do solo, de cada ensaio, são mostrados, por grupo de análise, nas Tabelas 8 e 9, respectivamente. A localização geográfica dos municípios, onde foram realizados os trabalhos, é apresentada na Tabela 10.

2.3. Cultivares e Linhagens Avaliadas

A relação das cultivares e linhagens de arroz de sequeiro e irrigado com suas respectivas origens, número de dias para o florescimento e tolerância à brusone da folha e pescoço é apresentada na Tabela 11.

a) Sequeiro

As cultivares e linhagens que participaram dos ensaios comparativos avançados do primeiro grupo de análise (1984/87) são: 'Rio Paranaíba', 'IAC 47', 'Araguaia', 'IAC 25', 'IAC 164', 'Rio Doce', GA 4221 e GA 4166. No segundo grupo (1985/88)

participaram a 'Rio Paranaíba', 'IAC 47', 'IAC 25', 'IAC 164', 'Guarani', 'Douradão', 'Rio Doce' e a GA 4123. As cultivares utilizadas como testemunhas foram: IAC 47, IAC 164 e IAC 25.

b) Irrigado por Inundação

No primeiro grupo de análise (1984/87), participaram dos ensaios comparativos avançados os seguintes materiais: 'Inca', 'MG 1', 'MG 2', GA 3914, GA 3878, RJ 007, MG 380, GA 3877 e CNA 810230. No segundo grupo (1985/88), participaram a 'Inca', 'MG 1', 'MG 2', 'BR-IRGA 409', RJ 007, MG 380, GA 3882 e MG 363. Para os dois grupos de análise, as cultivares Inca, MG 1 e MG 2 foram as testemunhas.

2.4. Implantação, Condução e Colheita dos Ensaios

a) Sequeiro

Os solos foram preparados através de uma aração e gradagem em torno de 30 a 40 dias antes do plantio e de uma gradagem às vésperas da instalação dos ensaios.

Empregou-se, em todos os ensaios, o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições. As parcelas foram constituídas de cinco fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas, entre si, de 0,5m, considerando-se como área útil os 4 m centrais das três fileiras internas. Utilizou-se a densidade de 60 sementes por metro linear e os oito materiais (cultivares e linhagens) especificados anteriormente constituíram

os tratamentos.

As datas de semeadura de cada ensaio estão relatadas, por ano agrícola, na Tabela 12. A fertilização do solo constou de uma adubação básica no sulco de plantio de 50 kg/ha de sulfato de amônio, 300 kg/ha de superfosfato simples, 100 kg/ha de cloreto de potássio e 15 kg/ha de sulfato de zinco. Em cobertura, aplicaram-se 150 kg/ha de sulfato de amônio, 40 a 50 dias após a semeadura.

Para o controle preventivo de pragas, trataram-se as sementes com Furadan 350 F e as plantas daninhas foram controladas por meio de capinas manuais, em número suficiente para manter os ensaios livres de inços. A colheita de cada parcela foi realizada, quando os grãos atingiram a umidade de 20 a 22%.

b) Irrigado por Inundação

O preparo do solo constou de uma aração e gradagem 30 a 60 dias antes do plantio e de uma gradagem e nivelamento manual dos tabuleiros às vésperas da instalação dos ensaios.

O delineamento estatístico utilizado para todos os ensaios foi o de blocos ao acaso com quatro repetições. Cada ensaio foi composto de nove tratamentos para o primeiro grupo de análise (1984/87) e de oito tratamentos para o segundo grupo (1985/88). As parcelas foram constituídas por seis fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,3 m entre si. Em Capinópolis e Janaúba, o plantio foi realizado por semeadura direta, utilizando-se 400 sementes/m². Nos demais locais, o plantio foi

feito por mudas, colocando-se quatro mudas por cova, espaçadas de 0,2 m entre si, dentro da linha. Como área útil, utilizaram-se os 4 m centrais das quatro fileiras internas (4,80 m²) para o plantio por sementes e os 4,2 m centrais das mesmas fileiras (5,00m²) para o plantio por mudas.

As datas de semeadura (sulco de plantio ou viveiro) de cada ensaio são apresentadas na Tabela 13. Nos locais onde o plantio ocorreu por mudas, procedeu-se ao transplantio das mesmas 30 a 40 dias após a semeadura no viveiro.

A adubação de plantio (semeadura direta ou transplantio das mudas) foi realizada com uma mistura de 100 kg/ha de sulfato de amônio, 300 kg/ha de superfosfato simples e 100 kg/ha de cloreto de potássio. Em cobertura, à exceção dos ensaios de Lambari, aplicaram-se 200 kg/ha de sulfato de amônio, 60 a 70 dias após a semeadura. Em Lambari, procedeu-se a duas coberturas, em torno de 20 e 40 dias após o transplantio das mudas, empregando-se 100 kg/ha de sulfato de amônio em cada uma.

Como preventivo de pragas, trataram-se as sementes com Furadan 350 F e o controle de plantas daninhas foi manual e pela lâmina d'água, mantendo-se os ensaios "no limpo". A irrigação dos tabuleiros iniciou-se em torno de 15 dias após a emergência das plântulas (semeadura direta) ou por volta de 10 dias após o transplantio das mudas (plantio por mudas) e a água somente foi retirada próximo à maturação do material mais tardio. A colheita foi processada, quando os grãos atingiram a umidade de 20 a 22%.

2.5. Característica Avaliada

O parâmetro utilizado para o presente estudo foi o rendimento de grãos , tanto para o sequeiro quanto para o irrigado. Foi obtida pela pesagem de todos os grãos da parcela útil, após a limpeza e secagem uniforme ao sol até atingirem a umidade homogênea, em torno de 13%. Os pesos de grãos das parcelas foram expressos em kg/ha.

2.6. Análises Estatísticas dos Dados

Inicialmente, procedeu-se à análise de variância para o rendimento de grãos para todos os ensaios (experimentos) individualmente, utilizando o delineamento em blocos casualizados, conforme o modelo matemático, considerando como fixo o efeito de genótipo:

$$Y_{ij} = m + g_i + r_j + e_{ij}$$

onde:

Y_{ij} : valor observado do genótipo i no bloco j ;

m : média geral

g_i : efeito do genótipo i ; $i = 1, 2, \dots, p$;

r_j : efeito de repetição j ; $j = 1, 2, 3$ e 4 , e

e_{ij} : erro experimental; $e_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$.

Posteriormente, foi realizada a análise de variância conjunta, considerando as médias de cada genótipo e os

respectivos ambientes (locais e anos), conforme método de Cochran (GOMES, 1977). Através desta análise foi detectada a presença das interações oriundas das combinações genótipos x ambientes, obedecendo ao seguinte modelo matemático, onde são fixos os efeitos de genótipo e aleatórios os efeitos de ambiente:

$$Y_{ijk} = m + g_i + a_j + r_{k(j)} + (ga)_{ij} + e_{ijk}$$

onde:

Y_{ijk} : valor observado do genótipo i , no ambiente j e na repetição k ;

m : média geral de todos os ensaios;

g_i : efeito do genótipo i ; $i = 1, 2, \dots, p$;

a_j : efeito do ambiente j ; $j = 1, 2, \dots, n$;

$r_{k(j)}$: efeito da repetição k dentro do ambiente j ; $k = 1, 2, 3$ e 4 ;

$(ga)_{ij}$: efeito da interação do genótipo i com o ambiente j , e

e_{ijk} : erro experimental associado à observação Y_{ijk} .

Uma vez que, no referido modelo, os efeitos de genótipos são fixos e os de ambiente, aleatórios, têm-se:

$$\sum_{i=1}^p G_i = 0$$

$$E(a_j) = E[r_{k(j)}] = E[(ga)_{ij}] = E[e_{ijk}] = 0$$

$$E(a_j^2) = \sigma^2_A; \quad E[r_{k(j)}^2] = \sigma^2_R; \quad E[(ga)_{ij}^2] = \sigma^2_{GA}, \text{ e}$$

$$E[e_{ijk}^2] = \sigma^2$$

$$a_j \sim \text{NID}(0, \sigma^2_A); \quad r_{k(j)} \sim \text{NID}(0, \sigma^2_R); \quad (ga)_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2_{GA}), \text{ e}$$

$$e_{ijk} \sim \text{NID}(0, \sigma^2).$$

O esquema da análise de variância conjunta é mostrado na Tabela 14. // Como as análises de variâncias individuais apresentaram heterogeneidade de variância dos resíduos (exceto

para o primeiro período do sequeiro), as análises conjuntas tiveram os graus de liberdade ajustados para o resíduo médio e para as interações genótipos x ambientes, conforme método de Cochran (GOMES, 1977). Assim, a significância das referidas interações foram julgadas, utilizando-se o teste F com os graus de liberdade ajustados.

2.7. Estimativa da Adaptabilidade e Estabilidade

O método utilizado inicialmente foi o de SILVA & BARRETO (1985), modificado por CRUZ et alii (1988). Para cada cultivar ou linhagem foi estimada a sua média geral (B_{0i}), em relação a todos os ambientes (ensaios, independente de local ou ano), a resposta linear à variação nos ambientes desfavoráveis (B_{1i}), a resposta linear à variação nos ambientes favoráveis ($B_{1i} + B_{2i}$) e o quadrado médio dos desvios, conforme o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = B_{0i} + B_{1i}I_j + B_{2i}T(I_j) + d_{ij} + \bar{e}_{ij}$$

onde:

Y_{ij} : é o valor observado;

B_{0i} , B_{1i} e B_{2i} : são parâmetros de regressão;

I_j : é o índice ambiental;

$T(I_j) = 0$, se $I_j \leq 0$ e $T(I_j) = I_j - I_p$, se $I_j > 0$;

d_{ij} : é o desvio da regressão, e

$\bar{e}_{ij}$: é o erro médio associado à observação Y_{ij} .

Como para todas as cultivares, não se rejeitou a hipótese de nulidade $H_0 : B_{2i} = 0$, utilizou-se também o método de EBERHART & RUSSELL (1966), conforme indicação de CRUZ et alii (1988).

Para a estimação dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade na metodologia proposta por EBERHART & RUSSELL (1966), à semelhança do método anterior, considerou-se cada ensaio, independente de local ou ano, como um ambiente diferente. Assim, para o sequeiro, o número de ambientes correspondeu a 18 e 19 para o primeiro (1984/87) e segundo períodos (1985/88), respectivamente. Para o irrigado, o número de ambientes totalizou 16 e 17, para os respectivos períodos, e as análises foram realizadas, empregando-se as médias dos materiais em cada ambiente.

Como medida de adaptabilidade, consideraram-se os rendimentos médios de grãos (m) de cada material nos diversos ambientes em que foram testados. Os coeficientes de regressão linear (b) obtidos foram utilizados como parâmetros de resposta aos ambientes e a estabilidade de cada cultivar ou linhagem foi baseada na variância dos desvios da regressão (S_d^2).

O modelo de regressão adotado foi:

$$Y_{ij} = m_i + b_i I_j + d_{ij} + \bar{e}_{ij}$$

onde:

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

m_i : média do genótipo i em todos os ambientes;

b_i : coeficiente de regressão linear que mede a resposta do genótipo i às variações do ambiente;

I_j : é o índice ambiental;

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

$\bar{e}_{ij}$: é o erro médio associado à observação Y_{ij} .

Os componentes do modelo foram calculados como segue:

$$Y_{ij} = \frac{1}{r} \sum_k Y_{ijk} ; \quad m_i = \frac{1}{a} \sum_j Y_{ij} ;$$

$$b_i = \frac{\sum_j Y_{ij} I_j}{\sum_j I_j^2} ;$$

$$I_j = \frac{1}{g} \sum_i Y_{ij} - \frac{1}{ga} \sum_i \sum_j Y_{ij} = \bar{Y}_{.j} - \bar{Y}_{..} ;$$

d_{ij} = desvio entre as médias observadas e estimadas,

onde:

g corresponde ao número de genótipos e a , ao de ambientes.

O esquema da análise de variância utilizado foi o apresentado por SANTOS (1980), como mostra a Tabela 15. Nesta análise, detectada a significância da interação genótipo x ambiente, os efeitos de ambiente dentro de genótipo (A/G), ou seja, o efeito de ambiente mais o da interação genótipo x ambiente (A + GA), foram desdobrados em efeitos lineares e desvios da regressão. Esses efeitos foram novamente decompostos para cada genótipo, possibilitando um estudo detalhado dos mesmos.

No modelo de análise apresentado, a significância das

diferenças entre os coeficientes de regressão linear é determinada pelo teste do quadrado médio de genótipos x ambientes (linear). O comportamento linear dos materiais frente às variações ambientais é fornecido pelos testes dos quadrados médios dos Q_{11}' 's, enquanto que os dos Q_{12}' 's dão uma resposta, quanto aos comportamentos não lineares dos referidos materiais.

Em virtude da heterogeneidade das variâncias dos resíduos apresentada pelas análises individuais (exceto para o sequeiro, no primeiro período), as análises conjuntas tiveram os graus de liberdade ajustados para o resíduo médio e para as interações genótipos x ambientes, conforme método de Cochran (GOMES, 1977). Para o sequeiro, no segundo período (1985/88), procedeu-se, na análise de estabilidade, ao ajustamento semelhante para os graus de liberdade do desvio da regressão combinado, uma vez que as variâncias dos desvios dos genótipos foram heterogêneas.

A estimativa da S_d^2 , foi obtida pela expressão:

$$S_d^2 = (\text{QM Desvio} - \text{QM Resíduo})/r = (Q_{12}' - Q_8)/r \quad ; \quad \text{com } i$$

variando de 1 a g

Para testar a significância da S_d^2 utilizou-se um teste F aproximado, fornecido pela expressão

$$F \approx \text{QM Desvio} / \text{QM Resíduo} = Q_{12}' / Q_8$$

A hipótese de que os coeficientes de regressão linear estimados diferem ou não da unidade foi testada pelo teste t.

O coeficiente de determinação (R^2), que explica o quanto da variação total de cada material, se deveu aos efeitos lineares, e

utilizado, no presente estudo, também, como indicador da estabilidade foi estimado como segue.

$$R_1^2 = \frac{\text{SQ do efeito linear de ambiente dentro do genótipo } i}{\text{SQ do efeito de ambientes dentro de genótipos (A/G}_i\text{)}}$$

A significância dos efeitos lineares de cada genótipo foi utilizada também para avaliar a significância dos R^2 's, a qual foi obtida pelo teste de F, a partir da expressão:

$$F = Q_{11}^1 / Q_{12}^1$$

2.8. Estimativa da Repetibilidade

Utilizando-se os resultados de rendimento de grãos dos ensaios de sequeiro e irrigado nos dois períodos (1984/87 e 1985/88), estimou-se a repetibilidade para a média do rendimento de grãos, coeficiente de regressão linear e para o coeficiente de determinação. Para isso, utilizou-se metodologia semelhante à adotada por SANTOS (1980), ou seja, as quatro repetições de cada experimento foram agrupadas, de forma que a primeira e segunda repetições constituíram um grupo de observação e a terceira e quarta repetições o outro grupo de observação.

Empregando-se o método de EBERHART & RUSSELL (1966), realizou-se um novo estudo de estabilidade para cada grupo de observação considerando os respectivos ambientes de cada período de estudo. Assim, obtiveram-se, para cada material, duas estimativas para rendimento de grãos, coeficiente de regressão

linear e para o coeficiente de determinação. Através de análise de variância em blocos casualizados, considerando os resultados de cada grupo de observação como uma repetição, estimaram-se as variâncias permanentes (T_p^2) e as variâncias ambientais (σ_a^2), conforme as esperanças matemáticas dos quadrados médios que se encontram na Tabela 16.

Como o efeito de genótipo é fixo, a variância permanente =

$$\frac{1}{g-1} \sum G_1^2 = T_p^2 = \frac{Q_2 - Q_3}{r}$$

As repetibilidades (r_I) da média do rendimento de grãos, coeficiente de regressão linear e do coeficiente de determinação foram obtidas, utilizando-se a expressão:

$$r_I = \frac{T_p^2}{T_p^2 + \sigma_a^2}$$

TABELA 1 - Resultados das análises química e física do solo, dos locais onde se instalaram os ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro, 1984/87.

Local	Ano Agrícola	Análise Química						Análise Física		
		pH	Al ⁺⁺⁺ (mE/100 cm ³)	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ (mE/100 cm ³)	K ⁺ ppm	P ppm	H.O. (%)	Areia (%)	Limo (%)	Argila (%)
Lavras		6,0	0,1	3,3	53	1	2,7	13,6	8,4	78,0
Paracatu	1	5,9	0,1	3,9	45	4	2,9	26,8	20,8	52,4
	9									
P. de Minas	8	5,5	0,1	2,2	56	34	2,5	28,8	26,4	44,8
	4									
Patrocínio	/	5,5	0,2	1,6	67	1	-	29,2	20,4	50,4
	8									
P. Nova	5	5,1	0,1	2,1	48	17	-	-	-	-
Uberaba		5,4	0,2	2,1	70	3	-	31,2	11,4	57,4
Lavras		5,5	0,1	1,8	50	4	0,9	21,4	6,4	72,2
	1									
Paracatu	9	5,9	0,1	3,2	37	4	-	15,3	21,3	63,4
	8									
P. de Minas	5	5,0	0,2	2,2	28	36	2,3	44,2	29,6	26,3
	/									
Patrocínio	8	5,1	0,2	1,6	78	1	3,6	24,4	19,6	56,0
	6									
Uberaba		5,3	0,2	2,1	72	2	2,0	38,5	18,0	43,5
Arcos		6,3	0,1	8,7	150	25	2,6	24,0	32,0	44,0
Lambari		4,5	1,6	1,8	114	94	2,8	43,0	33,0	24,0
Lavras	1	5,8	0,1	2,1	22	4	1,4	18,0	28,0	54,0
	9									
P. de Minas	8	5,1	0,2	1,5	30	43	2,2	39,0	44,0	17,0
	6									
Patrocínio	/	5,7	0,1	2,0	83	2	2,4	31,0	38,0	31,0
	8									
S. Gotardo	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Uberaba		6,3	0,1	2,1	42	5	1,2	73,0	12,0	16,0

TABELA 2 - Resultados das análises química e física do solo, dos locais onde se instalaram os ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro, 1985/86.

Local	Ano Agrícola	Análise Química						Análise Física		
		pH	Al ⁺⁺⁺ (mE/100 cm ³)	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ (mE/100 cm ³)	K ⁺ ppm	P ppm	M.O. (%)	Areia (%)	Limo (%)	Argila (%)
Lavras	1	5,5	0,1	1,8	50	4	0,9	21,4	6,4	72,2
Paracatu	9	5,9	0,1	3,2	37	4	-	15,3	21,3	63,4
	8									
P. de Minas	5	5,0	0,2	2,2	28	36	2,3	44,2	29,6	26,3
	/									
Patrocínio	8	5,1	0,2	1,6	78	1	3,6	24,4	19,6	56,0
	6									
Uberaba		5,3	0,2	2,1	72	2	2,0	38,5	18,0	43,5
Arcos		6,3	0,1	8,7	150	25	2,6	24,0	32,0	44,0
Lambari		4,5	1,6	1,6	114	64	2,6	43,0	33,0	24,0
Lavras	1	5,8	0,1	2,1	22	4	1,4	18,0	28,0	54,0
	9									
P. de Minas	8	5,1	0,2	1,5	30	43	2,2	39,0	44,0	17,0
	6									
Patrocínio	/	5,7	0,1	2,0	83	2	2,4	31,0	38,0	31,0
	8									
S. Gotardo	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Uberaba		6,3	0,1	2,1	42	5	1,2	73,0	12,0	16,0
Arcos		5,8	0,1	8,5	117	37	2,4	18,0	28,0	58
Lambari		5,3	0,2	3,8	92	21	2,9	44,0	20,0	36
Lavras	1	5,3	0,2	3,1	31	3	2,4	18,0	23,0	59
	9									
P. de Minas	8	5,5	0,2	2,6	58	45	2,0	33,0	43,0	24
	7									
Patrocínio	/	5,8	0,1	3,6	44	2	2,8	39,0	33,0	28
	8									
Uberaba	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Unai		5,3	0,2	22,9	98	3	2,9	4,0	59,0	37

TABELA 3 - Altitude, latitude e longitude aproximadas dos locais dos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro.

Local (município)	Altitude (m)	Latitude (sul)	Longitude (oeste)
Arcos	741	20°17'	45°32'
Lambari	845	21°58'	45°23'
Lavras	917	21°14'	45°00'
Paracatu	920	17°13'	46°52'
Patos de Minas	856	18°46'	46°31'
Patrocínio	972	18°57'	47°00'
Ponte Nova	402	20°15'	42°55'
São Gotardo	1.100	19°20'	46°03'
Uberaba	785	19°45'	47°56'
Unaí	576	16°11'	46°54'

TABELA 4 - Precipitação pluvial (mm), por decêndios, ocorrida nos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro de Lavras, Paracatu, Patos de Minas, Patrocínio, Ponte Nova, e Uberaba, no período de novembro de 1984 a março de 1985.

Local	Decêndio	Mês				
		Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Lavras	1º	4,5	152,2	117,9	30,7	67,5
	2º	125,7	129,0	69,2	20,0	109,8
	3º	46,8	96,0	260,4	127,9	28,2
Paracatu	1º	0,0	140,0	80,0	4,1	62,0
	2º	9,3	124,0	222,0	20,8	83,0
	3º	59,0	45,0	55,2	83,7	5,4
P. de Minas	1º	0,0	115,3	52,4	37,4	77,5
	2º	67,4	100,3	233,7	12,9	149,7
	3º	98,7	16,5	288,2	26,6	23,6
Patrocínio	1º	0,0	66,6	88,8	36,8	88,0
	2º	44,4	72,6	146,8	0,0	103,2
	3º	110,3	15,0	278,6	113,0	2,5
Ponte Nova	1º	3,0	87,8	127,0	6,0	73,0
	2º	24,0	208,0	78,1	0,0	100,0
	3º	182,0	109,8	168,0	100,0	22,7
Uberaba	1º	4,2	157,9	87,4	41,3	169,8
	2º	78,4	166,3	124,1	32,3	84,1
	3º	108,6	115,1	380,5	65,4	50,4

TABELA 5 - Precipitação pluvial (mm), por decêndios, ocorrida nos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro de Lavras, Paracatu, Patos de Minas, Patrocínio e Uberaba, no período de novembro de 1985 a março de 1986.

Local	Mês					
	Decêndio	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Lavras	1º	150,0	43,4	66,0	61,8	108,2
	2º	35,6	43,0	23,5	196,3	0,0
	3º	76,0	305,6	36,2	0,0	39,5
Paracatu	1º	110,1	42,0	140,0	64,0	42,0
	2º	0,0	64,0	62,3	177,0	2,0
	3º	143,8	320,0	58,7	2,3	22,1
P. de Minas	1º	60,0	99,0	160,0	70,0	94,1
	2º	4,2	31,7	121,2	209,8	4,2
	3º	156,0	172,0	43,0	12,0	43,8
Patrocínio	1º	46,0	52,4	120,2	65,8	165,0
	2º	10,0	70,0	110,0	150,0	16,0
	3º	111,2	136,0	134,0	14,6	29,2
Uberaba	1º	62,1	52,0	242,0	154,0	70,6
	2º	6,2	103,1	46,0	178,7	35,0
	3º	80,0	112,0	74,0	12,0	114,0

TABELA 6 - Precipitação pluvial (mm), por decêndios, ocorrida nos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro de Arcos, Lambari, Lavras, Patos de Minas, Patrocínio e Uberaba, no período de novembro de 1986 a março de 1987.

Local	Decêndio	Mês				
		Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Arcos	1º	0,0	28,6	46,1	0,0	57,2
	2º	46,2	44,8	45,6	35,5	19,3
	3º	23,0	259,6	145,9	0,0	0,0
Lambari	1º	43,4	72,1	69,0	47,4	74,2
	2º	18,2	134,6	22,2	128,8	29,2
	3º	12,2	378,6	201,7	0,0	0,2
Lavras	1º	19,3	96,0	36,0	43,3	146,4
	2º	48,4	41,3	78,5	92,2	12,6
	3º	72,8	371,9	90,0	0,0	20,0
P. de Minas	1º	54,4	83,3	7,7	30,0	69,0
	2º	4,5	63,6	48,1	40,7	54,0
	3º	155,4	141,8	238,9	0,0	10,3
Patrocínio	1º	23,0	60,4	15,8	39,2	97,2
	2º	71,8	28,4	82,3	64,6	40,2
	3º	19,8	129,2	111,0	0,0	27,2
Uberaba	1º	43,6	88,2	13,2	76,20	66,5
	2º	50,4	97,6	169,6	90,9	96,7
	3º	30,0	220,4	69,3	34,4	0,0

TABELA 7 - Precipitação pluvial (mm), por decêndios, ocorrida nos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro de Arcos, Lambari, Lavras, Unaí, Patos de Minas, Patrocínio e Uberaba, no período de novembro de 1987 a março de 1988.

Local	Decêndio	Mês				
		Novembro	D dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março
Arcos	1º	5,8	53,2	79,2	107,9	89,9
	2º	48,3	97,2	1,0	71,0	16,0
	3º	59,9	10,6	1,0	32,4	14,3
Lambari	1º	23,8	225,2	194,4	73,6	101,4
	2º	130,0	98,0	2,2	144,0	61,2
	3º	38,6	47,6	86,0	21,8	0,0
Lavras	1º	2,3	178,8	53,8	133,1	50,3
	2º	72,8	113,3	76	82,0	61,4
	3º	96,2	110,2	63,2	405,0	0,0
Unaí	1º	53,0	63,0	75,8	332,5	96,2
	2º	126,0	212,4	49,6	107,4	82,0
	3º	54,5	25,6	46,0	165,4	0,0
P. de Minas	1º	48,2	131,9	129,7	111,3	55,2
	2º	59,7	138,2	63,1	62,4	28,1
	3º	55,4	57,1	1,0	10,3	48,9
Patrocínio	1º	63,0	115,5	92,9	253,6	147,8
	2º	67,8	128,2	131,1	145,9	27,2
	3º	66,8	106,4	37,4	34,6	26,8
Uberaba	1º	87,6	51,8	128,8	195,6	130,6
	2º	118,4	67,8	35,6	122,4	39,8
	3º	88,4	64,6	33,2	12,6	24,2

TABELA 8 - Resultados das análises química e física do solo, dos locais onde se instalaram os ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz irrigado, 1984/87.

Local	Ano Agrícola	Análise Química						Análise Física		
		pH	Al ⁺⁺⁺ (mE/100 cm ³)	Ca ⁺⁺ Mg ⁺⁺ (mE/100 cm ³)	K ⁺ ppm	P ppm	H.O. (%)	Areia (%)	Limo (%)	Argila (%)
Janaúba		5,4	0,1	3,4	114	17	-	-	-	-
	1									
Lambari	9	4,0	1,6	1,5	62	18	7,0	45,2	27,6	27,2
	8									
Leopoldina	4	5,0	0,2	1,2	20	14	-	-	-	-
	/									
P. de Moraes	8	5,8	0,0	7,3	46	26	2,8	-	-	-
	5									
Unai		5,2	0,2	2,3	45	1	2,9	-	-	-
Janaúba		5,6	0,4	4,2	53	19	1,4	54,7	32,8	12,5
	1									
Lambari	9	5,3	1,6	1,5	50	34	10,1	53,8	32,6	13,6
	8									
Leopoldina	5	4,7	0,7	1,1	22	8	1,7	51,1	11,3	37,6
	/									
P. de Moraes	8	5,5	0,1	7,6	34	20	3,1	7,4	44,1	48,5
	6									
Unai		5,7	0,1	1,9	19	2	2,9	45,8	24,4	29,8
Cambuquira		5,7	0,3	1,8	90	5	4,9	17,0	31,0	52,0
Capinópolis	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9									
Janaúba	8	6,1	0,1	8,3	61	9	1,8	22,0	58,0	20,0
	6									
Lambari	/	5,5	1,0	2,5	73	28	7,8	42,0	38,0	20,0
	8									
Leopoldina	7	4,3	1,4	1,1	30	15	1,1	56,0	13,0	31,0
P. de Moraes		5,9	0,1	8,5	42	23	2,8	16,0	47,0	37,0

TABELA 9 - Resultados das análises química e física do solo, dos locais onde se instalaram os ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz irrigado, 1985/88.

Local	Ano Agrícola	Análise química						Análise física		
		pH	Al ⁺⁺⁺ (mE/100 cm ³)	Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺ (mE/100 cm ³)	K ⁺ ppm	P ppm	N.O. (%)	Areia (%)	Limo (%)	Argila (%)
Janaúba		5,6	0,4	4,2	53	19	1,4	54,7	32,8	12,5
Lambari	1									
Leopoldina	9	5,3	1,6	1,5	50	34	10,1	53,8	32,6	13,6
P. de Moraes	8									
Unai	5	4,7	0,7	1,1	22	8	1,7	51,1	11,3	37,6
	/									
P. de Moraes	8	5,5	0,1	7,8	34	20	3,1	7,4	44,1	48,5
	6									
Unai		5,7	0,1	1,8	19	2	2,9	45,8	24,4	29,8
Cambuquira		5,7	0,3	1,8	90	5	4,9	17,0	31,0	52,0
Capinópolis	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9									
Janaúba	8	6,1	0,1	8,3	61	9	1,8	22,0	58,0	20,0
	6									
Lambari	/	5,5	1,0	2,5	73	28	7,8	42,0	38,0	20,0
	8									
Leopoldina	7	4,3	1,4	1,1	30	15	1,1	56,0	13,0	31,0
P. de Moraes		5,9	0,1	8,5	42	23	2,8	16,0	47,0	37,0
Cambuquira		4,5	1,2	2,5	180	10	5,9	32,0	32,0	36,0
Capinópolis	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9									
Janaúba	8	6,1	0,1	8,3	61	9	1,8	22,0	58,0	20,0
	7									
Lambari	/	5,5	1,0	2,5	73	28	7,8	42,0	38,0	20,0
	8									
Leopoldina	8	4,3	1,4	1,1	30	15	1,1	56,0	13,0	31,0
P. de Moraes		5,0	0,2	8,6	47	21	2,6	13,0	43,0	44,0

TABELA 10 - Altitude, latitude e longitude aproximadas dos locais dos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz irrigado.

Local (município)	Altitude (m)	Latitude (sul)	Longitude (oeste)
Cambuquira	951	21°51'	45°18'
Capinópolis	550	18°41'	49°35'
Janaúba	516	15°47'	44°15'
Lambari	845	21°58'	45°23'
Leopoldina	210	21°32'	42°38'
Prudente de Moraes	850	19°28'	44°10'
Unaí	576	16°11'	46°54'

TABELA 11 - Origem, floração e grau de tolerância à brusone da folha e pescoço das cultivares e linhagens de arroz que participaram desse estudo.

Cultivares e linhagens	Origem	Floração ^{1/} (dias)	Tolerância à brusone ^{2/}	
			Folha	Pescoço
Rio Paranaíba	EMBRAPA/CNPq	109	1,8	2,6
IAC 47	IAC	110	4,7	6,2
Araguaia	EMBRAPA/CNPq	110	1,9	2,4
IAC 25	IAC	87	5,9	5,3
IAC 164	IAC	88	5,0	6,4
Rio Doce	IAPAR	84	2,1	5,0
GA 4221	EMBRAPA/CNPq	87	1,2	3,9
GA 4166	EMBRAPA/CNPq	84	1,8	3,3
GA 4123	EMBRAPA/CNPq	86	1,2	2,6
Guarani	EMBRAPA/CNPq	85	1,4	1,8
Douradão	EMBRAPA/CNPq	84	1,7	2,2
Inca	CIAT	126	1,0	1,0
MG 1	CIAT	120	1,0	1,4
MG 2	Sri Lanka	120	1,0	3,3
BR-IRGA 409	EMBRAPA/IRGA	100	2,5	4,3
RJ 007	CIAT	121	1,0	1,9
MG 380	EPANIG	122	1,0	1,3
GA 3882	CIAT	124	1,0	1,8
MG 363	EPANIG	128	1,0	1,2
GA 3914	CIAT	130	1,0	1,2
GA 3877	CIAT	121	1,0	1,0
GA 3878	CIAT	120	1,0	1,5
CNA 810230	CIAT	121	1,0	1,3

^{1/} Refere-se à média dos ensaios.

^{2/} 1: menos de 1% da área foliar ou das panículas atacadas e 9: mais de 50% (médias de avaliação dos experimentos, onde ocorreu pressão da brusone).

TABELA 12 - Data de semeadura dos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro, no período de 1984/85 a 1987/88.

Local	Data de semeadura			
	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88
Arcos	-	-	13/11	28/10
Lambari	-	-	07/11	04/11
Lavras	31/10	05/11	31/10	05/11
Paracatu	19/11	07/11	-	-
Patos de Minas	14/11	01/11	14/11	13/11
Patrocínio	23/11	06/11	17/11	29/10
Ponte Nova	01/11	-	-	-
São Gortado	-	-	10/11	-
Uberaba	12/11	08/11	27/11	11/12
Unai	-	-	-	12/11

TABELA 13 - Data de semeadura dos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz irrigado, no período de 1984/85 a 1987/88.

Local	Data de semeadura			
	1984/85	1985/86	1986/87	1987/88
Cambuquira	-	-	22/10	21/10
Capinópolis	-	-	12/11	04/11
Janaúba	13/11	01/11	12/11	15/12
Lambari	21/11	16/10	20/10	14/10
Leopoldina	10/12	21/11	22/10	29/10
Prudente de Moraes	23/10	16/10	21/10	21/10
Unai	30/10	22/11	-	-

TABELA 14 - Esquema da análise de variância conjunta, com as respectivas esperanças de quadrado médio.

FV	GL	E(QM)	QM	F
Repetição/ambiente	$n(r-1)$	$\sigma^2 + p\sigma^2_R$	Q_1	Q_1/Q_5
Ambiente (A)	$(n-1)$	$\sigma^2 + p\sigma^2_R + pr\sigma^2_A$	Q_2	Q_2/Q_1
Genótipo (G)	$(p-1)$	$\sigma^2 + r\sigma^2_{GA} + (nr/p-1) \sum_i G_i^2$	Q_3	Q_3/Q_4
G x A	$(p-1)(n-1)$	$\sigma^2 + r\sigma^2_{GA}$	Q_4	Q_4/Q_5
Erro	$n(p-1)(r-1)$	σ^2	Q_5	
Total	$rnp-1$	-	-	-

TABELA 15 - Modelo de análise de variância utilizado no estudo da estabilidade, segundo EBERHART & RUSSELL (1966).

FV	GL	QM	F
Ambiente (A)	a-1	Q ₁	Q ₁ /Q ₈
Genótipo (G)	g-1	Q ₂	Q ₂ /Q ₃
G X A	(g-1) (a-1)	Q ₃	Q ₃ /Q ₈
A/G	g (a-1)	Q ₄	Q ₄ /Q ₈
A (linear)	1	Q ₅	Q ₅ /Q ₇
G X A (linear)	g-1	Q ₆	Q ₆ /Q ₇
Desvio combinado	g (a-2)	Q ₇	Q ₇ /Q ₈
A/G	g (a-1)	Q ₄	
A/G ₁	a-1	Q' ₁	Q' ₁ /Q ₈
Linear	1	Q' ₁₁	Q' ₁₁ /Q' ₁₂
Desvio	a-2	Q' ₁₂	Q' ₁₂ /Q ₈
.	.	.	
.	.	.	
.	.	.	
A/G _g	a-1	Q' _g	Q' _g /Q ₈
Linear	1	Q' _{g1}	Q' _{g1} /Q' _{g2}
Desvio	a-2	Q' _{g2}	Q' _{g2} /Q ₈
Erro médio	a(g-1) (r-1)	Q ₈	

TABELA 16 - Esquema de análise de variância utilizado para estimar a variância permanente (T_p^2) e a variância ambiental (σ_a^2) para rendimento de grãos, coeficiente de regressão linear e coeficiente de determinação.

FV	GL	QM	E(QM)
Repetição	r-1	Q_1	-
Genótipos	g-1	Q_2	$\sigma_a^2 + rT_p^2$
Resíduo	(g-1) (r-1)	Q_3	σ_a^2
Total	gr-1	-	-

3. Resultados e Discussão

3.1. Avaliação da Adaptabilidade e Estabilidade

Considerando que o programa de melhoramento de arroz em Minas Gerais é muito dinâmico, apresentando uma alta taxa de substituição de materiais nos ensaios, optou-se por realizar o estudo da adaptabilidade e estabilidade em dois períodos distintos, visando a englobar o maior número de cultivares possíveis, por pelo menos três anos consecutivos. Assim, tanto para o arroz de sequeiro, quanto para o irrigado, os dois períodos envolvidos foram de 1984/85 a 1986/87 e 1985/86 a 1987/88. //

Para o arroz de sequeiro, nas três safras referentes a 1984/87, os materiais foram avaliados em 18 ambientes, envolvendo nove locais, sendo que quatro deles foram comuns aos três anos. No período 1985/88, o número de ambientes foi de dezenove, distribuídos também em nove locais, sendo quatro comuns ao referido período. Esses locais abrangem uma grande área no Estado, situado em diferentes altitudes (Tabela 3), o que, associado ao problema de variação climática, especialmente chuvas (Tabelas 4 a 7), entre as safras, contribuiu para que o efeito de ambiente fosse acentuado (Tabela 17). Diferenças ambientais foram expressivas também para o arroz irrigado, nos dois períodos (Tabela 18). Neste caso, para a primeira e segunda safras, estiveram envolvidos 16 e 17 ambientes, respectivamente, distribuídos em 11 locais, sendo quatro comuns dentro e entre as

respectivas safras. As diferenças ambientais foram ocasionadas, principalmente, por variações de solo (Tabelas 8 e 9), altitudes (Tabela 10), épocas de plantio (Tabela 13), incidência de doenças, tratos culturais e manejo da água de irrigação.

A variação ambiental associada à variação entre as cultivares contribuiu para que a interação genótipo x ambiente fosse também altamente significativa (Tabelas 17 e 18). Pode-se, assim, inferir que existe a possibilidade de se identificar cultivares mais adaptadas a ambientes específicos ou mesmo com maior estabilidade frente as variações ambientais.

No estudo da estabilidade, o primeiro problema que surge é definir qual metodologia deve ser a mais apropriada. Na literatura, a mais freqüente tem sido o emprego da regressão linear. Nesse contexto, existem algumas metodologias que, embora, em princípio, sejam semelhantes, apresentam diferentes enfoques no que se refere ao conceito de cultivar estável. Considerando que uma cultivar ideal é aquela que associe alto rendimento de grãos, pequena variação nos ambientes desfavoráveis e com capacidade de responder positivamente à melhoria do ambiente, optou-se por utilizar, inicialmente, a metodologia de SILVA & BARRETO (1985), modificada por CRUZ et alii (1988). Contudo, as análises realizadas mostraram que o coeficiente de regressão B_{2i} não foi, estatisticamente, diferente de zero. Numa situação como essa, como enfatizado por CRUZ et alii (1988), não há vantagem na utilização do método de SILVA & BARRETO (1985), o qual deve ser substituído pelo de EBERHART & RUSSELL (1966). Por essa razão, foi esse o método empregado na avaliação da estabilidade.

A principal crítica que tem sido feita aos métodos de regressão para o estudo da estabilidade é a não independência entre as variáveis dependente e independente. Isso é especialmente grave, quando o número de cultivares não é grande (FREEMAN & PERKINS, 1971; LIN et alii, 1986; WESTCOTT, 1986; BECKER & LÉON, 1988 e CROSSA, 1990). Nas análises realizadas neste trabalho, estiveram envolvidas de oito a nove cultivares, ou seja, um número relativamente pequeno, o que pode contribuir para a não independência das variáveis.

Uma alternativa para atenuar esse problema é utilizar uma outra medida de índice ambiental que não seja a média das cultivares (FREEMAN & PERKINS, 1971). Como nesses experimentos, algumas cultivares testemunhas foram comuns durante todos os referidos períodos, isto é, a IAC 25, IAC 47 e IAC 164 para o sequeiro e Inca, MG 1 e MG 2 para o irrigado, optou-se por utilizar, além do método tradicional de EBERHART & RUSSELL (1966), a média das testemunhas como medida da flutuação ambiental, conforme sugerido por BECKER & LÉON (1988) e empregado por FERREIRA et alii (1991).

A crítica a essa alternativa realizada por BECKER & LÉON (1988) é que os resultados dependem de uma criteriosa escolha das cultivares testemunhas. Como nesse trabalho, foram utilizadas como testemunhas cultivares amplamente plantadas pelos agricultores, espera-se que elas representem bem as flutuações ambientais e, ao mesmo tempo, permita avaliar a adaptação das demais cultivares que estão sendo testadas. A crítica de que o comportamento das testemunhas, em função da própria interação delas com o ambiente, não reflita a correta flutuação ambiental,

deve ser especialmente grave, quando se usa uma ou mesmo duas cultivares como testemunha. Nesse caso, como foram empregados três materiais distintos, espera-se que a média deles possa atenuar o problema advindo da interação.

Quando se aplica o método de EBERHART & RUSSELL (1966), um dos primeiros passos é verificar se a resposta das cultivares à variação ambiental foi linear. Os resultados apresentados nas Tabelas 17 e 18 mostram que esse foi o caso para todas as análises realizadas. Além do mais, exceto para o experimento irrigado no período 1985/88, a interação genótipo x ambiente (linear) foi sempre significativa, indicando que é possível encontrar diferenças entre as cultivares no que se refere a sua resposta ao ambiente, ou seja, é esperada diferença nas estimativas dos b's entre as cultivares.

Além da estimativa de b, a estabilidade no método de EBERHART & RUSSELL (1966) utiliza o desvio da regressão (S_d^2). Segundo esses autores, o material será tanto mais estável quanto menor for essa estimativa. PINTHUS (1973) recomenda o uso do coeficiente de determinação (R^2) em substituição a S_d^2 , haja visto que eles são correlacionados e o R^2 é de mais fácil comparação, uma vez que apresenta uma amplitude de variação definida. A utilização dessas estatísticas como medida de estabilidade também tem sido questionada. Segundo LIN et alii (1986), o R^2 ou S_d^2 não avalia a estabilidade em si, mas sim o ajustamento da média das cultivares à reta de regressão, isto é, avalia a previsibilidade de comportamento. // Apesar dessas críticas, esse procedimento é amplamente utilizado (BARTHOLO,

1978; MORAIS, 1980; MORAIS et alii, 1981; MORAIS et alii, 1982; SANTOS, 1980; SANTOS et alii, 1982; SOUZA, 1985 e REDY, 1991) e será também empregado neste trabalho, mesmo porque BECKER & LÉON (1988) afirmam que nenhum outro método tem provado ser superior ao da regressão.

Como já salientado anteriormente, o conceito de adaptabilidade é também muito variável. Contudo, foi utilizado como critério de adaptação o rendimento médio de grãos, isto é, um material será tanto mais adaptado quanto maior for a superioridade do seu rendimento em relação à média do ambiente ou à média das testemunhas.

3.1.1. Arroz de Sequeiro

Observando os resultados obtidos no período 1984/87 (Tabela 19), verifica-se que as cultivares diferiram, estatisticamente, quanto a rendimento de grãos. A 'Rio Doce' comportou-se como a mais produtiva e a 'IAC 47' e 'Araguaia' foram as que tiveram o pior desempenho. A 'IAC 164' foi a única testemunha que não diferiu significativamente da 'Rio Doce', para esse caráter. Cabe ressaltar, também, que as três testemunhas foram as principais cultivares plantadas em Minas Gerais até meados da década de oitenta e a 'Rio Paranaíba' e 'Rio Doce' foram lançadas, respectivamente, em 1986 (EMBRAPA, 1986) e 1991 (EPAMIG, 1991). A GA 4221, a GA 4166 e a 'Araguaia' foram descartadas dos ensaios. As cultivares Araguaia e IAC 47, que foram as menos produtivas, possuem, juntamente com a 'Rio Paranaíba', ciclo médio (130-140

dias), ao contrário das demais que são precoces (110-120 dias), sugerindo que o ambiente (condições climáticas) teve participação expressiva no rendimento de grãos dos materiais avaliados.

Os coeficientes de regressão (b) não diferiram da unidade pelo teste t ($P \leq 0,05$), em ambos os processos, indicando que todos os materiais possuem capacidade média de responder à melhoria do ambiente. MORAIS et alii (1982), por sua vez, em trabalho semelhante, envolvendo outros materiais, avaliados no período de 1977 a 1979, constataram que a 'IAC 164' comportou-se como altamente responsiva à melhoria de ambiente ($b = 1,15^{**}$). Essa discordância de resultados confirma a crítica "biológica", feita por CROSSA (1990), ao método da regressão linear de que a estabilidade relativa de quaisquer genótipos depende não apenas da série particular de locais incluídos na análise, mas, também, de outros genótipos que são incluídos no cálculo da regressão. Quanto à previsibilidade, avaliada através da variância dos desvios da regressão (S_d^2), nota-se que todos os materiais atingiram valores altamente significativos, em ambos os processos, indicando baixa estabilidade. Para a 'IAC 47', este resultado também discorda do obtido por MORAIS et alii (1982), onde a referida cultivar foi a única estável. Baseando-se no R^2 , no processo alternativo, a 'Araguaia' foi a única cultivar instável, concordando com os maiores valores absolutos da S_d^2 , nos dois processos, que, estatisticamente, não foi discriminada. Nesse caso, portanto, o R^2 e o uso da média das testemunhas foram mais eficientes na discriminação para estabilidade. A cultivar Araguaia é sabidamente exigente em fertilidade e boa distribuição de chuvas, devido a sua menor resistência à seca; por isso, ela

adaptou-se bem no Estado de Goiás e não teve bom desempenho em Minas Gerais, em virtude dos freqüentes veranicos. Sua performance, portanto, corrobora com o resultado obtido.

Pode-se sumarizar, pela Tabela 19, que a 'Rio Doce', a GA 4221 e a GA 4166 foram os materiais que apresentaram maior adaptabilidade, maior resposta à melhoria de ambiente e maior estabilidade. Em contrapartida, a 'Araguaia', a 'IAC 47' e a 'Rio Paranaíba' foram as menos adaptadas, menos responsivas e mais instáveis, principalmente quando avaliadas pelo R^2 .

As correlações entre as estatísticas b , s_d^2 e R^2 obtidas pelos dois processos são mostradas na Tabela 21. Observe que elas foram altas e, estatisticamente, significativas: $b(0,99^{**})$, $s_d^2(0,95^*)$ e $R^2(0,97^{**})$, indicando que há uma boa concordância entre os referidos processos

Quanto aos resultados obtidos no período 1985/86 a 1987/88 (Tabela 20), observa-se que os rendimentos médios de grãos oscilaram menos entre os materiais avaliados e apenas a 'IAC 47' diferiu, estatisticamente ($P \leq 0,05$), de outros quatro. As cultivares Douradão, Rio Doce, Guarani e GA 4123 tiveram desempenho muito semelhante, com diferenças máximas de 33 kg/ha. Foram, portanto, os materiais que apresentaram a melhor adaptabilidade, seguidos pela 'Rio Paranaíba', 'IAC 164' e 'IAC 25'. Observando os valores de b , verifica-se que os referidos quatro materiais foram também os que apresentaram melhor resposta à melhoria de ambiente, embora, estatisticamente, os coeficientes de regressão não tenham diferido da unidade, nos dois processos.

Quanto à variância dos desvios da regressão, nota-se que os

resultados não foram coincidentes para os dois processos, uma vez que a 'Douradão' foi a única que apresentou S_d^2 não, estatisticamente, significativa e, somente pelo processo tradicional, evidenciando ser a cultivar mais estável entre os materiais avaliados. Entre os demais genótipos, os menos instáveis foram 'Rio Doce', GA 4123 e 'Guarani'. A 'IAC 164', mais uma vez, mostrou não ser altamente responsiva à melhoria de ambiente, diferindo outra vez do resultado obtido por MORAIS et alii (1982). Fato semelhante ocorreu com a 'IAC 47', com relação à estabilidade.

Com relação à boa estabilidade apresentada pela 'Douradão', já era esperado, uma vez que ela possui alta resistência à seca e boa tolerância à brusone (EPAMIG, sd), fatores estes que minimizam as influências ambientais. Características semelhantes são mostradas pela 'Guarani' (EMBRAPA, 1987), que, embora, em magnitude inferior à 'Douradão', apresentou uma relativa estabilidade. Entre os materiais mais instáveis, destacou-se a 'IAC 47', que, inclusive, foi altamente instável, quando avaliada pelo R^2 e a 'Rio Paranaíba', que, mais uma vez, coincidentemente, são de ciclo médio.

A menor adaptabilidade, a menor resposta à melhoria de ambiente e a maior instabilidade apresentada pelas cultivares de ciclo médio em relação às precoces, no sistema de sequeiro, sugerem que em Minas Gerais deve-se dar preferência aos materiais precoces que de certo modo têm sido melhor beneficiados pela distribuição de chuvas, que é o principal fator determinante da produtividade da cultura no Estado. Nesse particular, as cultivares Guarani e Douradão lançadas em 1987 e 1989,

respectivamente, além da Rio Doce, mais recentemente, têm dado grande contribuição no aumento da produtividade e estabilização de produção de grãos em Minas Gerais. A 'Rio Paranaíba' lançada para substituir a 'IAC 47', embora seja de ciclo médio, tem também contribuído sobremaneira para a produção de arroz no Estado.

Outro fato que merece ser destacado nas Tabelas 19 e 20 é o que os R^2 's, em geral, foram de magnitudes inferiores no processo onde se empregou a média das testemunhas como índice ambiental, em relação ao processo tradicional. Isso, entretanto, já era esperado, uma vez que no processo tradicional, a média das cultivares participam da média ambiental.

As estatísticas b , S_d^2 e R^2 , foram, à semelhança do período 1984/87, altamente correlacionadas (Tabela 21) nos dois processos: b ($1,00^{**}$), S_d^2 ($0,94^*$) e R^2 ($0,99^{**}$), indicando novamente a boa concordância entre os dois processos, com a vantagem de que há total independência entre o desempenho das cultivares e o índice ambiental, no processo alternativo.

Estimativas de correlações também foram obtidas para os parâmetros média de rendimento de grão, coeficiente de regressão, variância dos desvios da regressão e coeficiente de determinação (Tabela 21). Os rendimentos médios de grãos foram positivamente correlacionados com o b e o R^2 e negativamente correlacionado com a S_d^2 , em ambos os processos, revelando que os materiais mais produtivos, em geral, mostram melhor resposta aos ambientes favoráveis e são os mais estáveis. REDDY (1991), trabalhando com arroz irrigado na Índia, encontrou correlação positiva da média

de produção com o b e com a S_d^2 , diferindo, portanto, do arroz de sequeiro, quanto à última correlação, que foi negativa no presente trabalho.

As correlações positivas observadas, neste trabalho, para o arroz de sequeiro, entre a produção de grãos e a estimativa de b confirma o "dogma" de que materiais com maior estabilidade biológica são, em geral, de baixa produtividade (LIN et alii, 1986 e BECKER & LÉON, 1988).

O coeficiente de regressão b foi negativamente correlacionado com a S_d^2 e positivamente correlacionado com o R^2 , ou seja, os materiais mais responsivos à melhoria de ambiente foram também os mais estáveis (Tabela 21). REDY (1991), entretanto, encontrou correlação não significativa entre b e S_d^2 , sugerindo que os parâmetros de estabilidade em arroz parecem ser governado por diferentes genes e combinação deles.

Para entender melhor o comportamento dos materiais precoces e de ciclo médio, suas produtividades foram comparadas com as testemunhas de cada grupo; isto é, para as cultivares de ciclo médio utilizou-se a média da testemunha 'IAC 47', que é representante desse grupo, e para as precoces empregou-se a média da 'IAC 25' e 'IAC 164'. Desse modo, as estimativas dos índices ambientais refletiram as variações ambientais para cada grupo. Os resultados das estimativas obtidas são mostrados na Tabela 22 para o período de 1984/85 a 1986/87 e na Tabela 23 para o período de 1985/86 a 1987/88.

Observando a Tabela 22, verifica-se que há uma inversão de comportamento para os dois grupos de materiais (ciclo médio e precoce), com relação aos dois índices ambientais. Tomando-se

como exemplo a cultivar Araguaia, que foi a menos adaptada (1793 kg/ha); nota-se que a mesma foi uma das mais responsivas ($b = 1,07 \pm 0,17$) e estável, baseando-se no coeficiente de determinação ($R^2 = 0,69^{**}$), quando se usou a média da 'IAC 47' como índice ambiental. Por outro lado, teve um desempenho inverso, quando o índice ambiental foi a média das cultivares IAC 25 e IAC 164 ($b = 0,16 \pm 0,22$ e $R^2 = 0,03$). Para os genótipos precoces, a inversão de comportamento foi menos acentuada; mas também ocorreu, principalmente para os parâmetros de estabilidade (S_d^2 e R^2). Observe, também, que a 'IAC 47' foi menos responsiva ($b = 0,33 \pm 0,30^*$), quando o índice ambiental foi avaliado pela média das cultivares precoces, diferindo, portanto, dos resultados anteriores. Nota-se, ainda, que os R^2 's foram mais eficientes na discriminação da estabilidade do que a S_d^2 .

Na Tabela 23, embora tenham participado apenas duas cultivares de ciclo médio (Rio Paranaíba e IAC 47), os resultados mostraram-se coerentes com os da Tabela 22. Observe que a 'Rio Paranaíba' foi a mais responsiva ($b = 1,22 \pm 0,15$) e a única estável pelo coeficiente de determinação ($R^2 = 0,80^{**}$), quando se utilizou a média da 'IAC 47' como índice ambiental, ao contrário dos materiais precoces. Entretanto, quando o índice ambiental foi avaliado pela média da 'IAC 25' e 'IAC 164', os resultados foram no sentido inverso. Neste caso, a 'IAC 47' foi a menos responsiva ($b = 0,08 \pm 0,18^*$), diferindo, estatisticamente, da unidade. Observa-se, também, que os R^2 's foram mais eficientes do que a S_d^2 na discriminação da estabilidade.

Comparando-se os resultados das Tabelas 22 e 23 com os das

Tabelas 19 e 20, verifica-se que os componentes de estabilidade (b , S_d^2 e R^2) podem ser totalmente diferentes para os diversos materiais avaliados, dependendo do critério utilizado para avaliar a flutuação ambiental. Isso mostra o cuidado que se deve tomar ao comparar materiais nos programas de melhoramento, utilizando os referidos componentes para seleção e descarte de linhagens. Um exemplo clássico foram os parâmetros das Tabela 19 e 20, onde a média utilizada para o cálculo do índice ambiental foi fortemente influenciada pela média dos materiais precoces predominantes no estudo.

Dessa forma, as observações de WESTCOTT (1986) e CROSSA (1990) são coerentes com os resultados obtidos no presente trabalho, quando afirmam que os resultados do estudo de estabilidade não podem ser generalizados, uma vez que as comparações são restritas aos materiais usados em cada situação.

BECKER & LÉON (1988) também declaram em sua revisão que se deve tomar cuidado na interpretação de grandes desvios da regressão como "instabilidade", pois eles simplesmente significam que um genótipo reage completamente diferente a ambientes, quando comparado com a maioria dos genótipos. Assim, por exemplo, uma variedade de milho muito precoce, provavelmente, seria instável se testada junto com muitas variedades tardias e, de modo semelhante, um tipo de cevada com seis fileiras, se incluída num ensaio com duas fileiras.

No propósito de verificar o efeito apenas dos anos agrícolas no desempenho das cultivares recém-lançadas e respectivas testemunhas, foi estimada a regressão para o rendimento de grãos em função de anos, nos quais os materiais foram avaliados

simultaneamente. Em relação ao método tradicional, esse estudo possui duas vantagens, que são o maior número de anos, envolvidos nas avaliações para as estimativas da regressão, produzindo resultados mais consistentes e o atendimento da exigência feita por LIN et alii (1986, de que, para se usar a S_d^2 como parâmetro de estabilidade, na regressão linear, a variável independente seja medida a priori, o que não ocorre com o índice ambiental, mas sim com os anos de avaliação.

Na Figura 1, é apresentada a equação de regressão para a cultivar Rio Paranaíba e a sua testemunha 'IAC 47'. Como se constata, com o decorrer dos anos houve aumento de produtividade (b's positivos), indicando que ocorreu melhoria nas condições ambientais, favorecidas, principalmente por uma boa distribuição de chuvas. As estimativas dos coeficientes de determinação (R^2) foram de magnitudes a indicar que ocorreu uma certa previsibilidade de comportamento ao longo dos anos.

Merece destaque o fato de que o comportamento das duas cultivares foram semelhantes (valores de b's próximos), indicando que esse par de cultivares contribuiu pouco para a interação. Fica evidente, também, a superioridade da cultivar Rio Paranaíba quanto a rendimento de grãos, comprovando que sua recomendação para os agricultores de Minas Gerais (EMBRAPA, 1986 e SOARES et alii, 1992), efetivamente contribuiu para o incremento da produtividade do arroz no Estado.

As cultivares Guarani, Douradão e Rio Doce, por serem precoces, foram comparadas com a média da 'IAC 25' e 'IAC 164', que são de ciclo semelhantes (Figura 2). Para os materiais

precoces, ao contrário dos de ciclo médio, observa-se que houve decréscimo de rendimento de grãos (b's negativos) ao longo dos anos, mostrando que os últimos anos foram mais desfavoráveis, especialmente, devido à ocorrência de veranicos. Infelizmente, os coeficientes de determinação obtidos pelas três cultivares e pela média das testemunhas foram de magnitudes muito baixas; logo, a previsibilidade de comportamento, ao longo dos anos, não foi boa, ou seja, ocorreram grandes flutuações de rendimento de grãos no decorrer dos anos, o que impossibilita qualquer inferência a esse respeito.

A 'Guarani' e 'Douradão' tiveram comportamentos muito próximos, conforme mostra a semelhança dos b's e dos rendimentos de grãos ou as duas retas na Figura 2, que praticamente se confundem. Os valores dos b's de ambas as cultivares diferiram pouco do b das médias das duas cultivares testemunhas, indicando baixa interação. A 'Rio Doce', por sua vez, diferiu mais pronunciadamente das testemunhas, quanto aos valores de b, sugerindo que, nesse caso, a interação fosse mais acentuada. Cabe ressaltar ainda que a 'Rio Doce', no início das avaliações, apresentava uma certa tolerância à brusone, mas que, com o passar dos anos, esta resistência foi reduzida (EPAMIG, 1985b; 1986b; 1987b; 1988b e 1989b), diminuindo, assim, seu potencial produtivo. Por isso, ela foi lançada para as regiões do Estado, onde a incidência dessa enfermidade é baixa, como a Zona da Mata e Vale do Rio Doce.

A Figura 2 mostra claramente, também, a superioridade das cultivares Guarani, Douradão e Rio Doce, quanto à produtividade, em relação à média das testemunhas, justificando plenamente o

lançamento dessas cultivares para Minas Gerais, as quais estão dando uma grande contribuição para o aumento do rendimento das lavouras do sequeiro no Estado.

3.1.2. Arroz Irrigado por Inundação

Os resultados obtidos nas três primeiras safras (1984/87) são apresentados na Tabela 24. Observe-se que as cultivares não diferiram, estatisticamente, quanto ao rendimento de grãos e a diferença entre a mais produtiva (RJ 007) e a menos produtiva (GA 3914) foi de apenas 531 kg/ha, ou seja, de 9% em relação à GA 3914. Isso demonstra que há uma maior homogeneidade quanto a produção de grãos para o arroz irrigado, ou que não houve grande progresso quanto a rendimento de grãos neste período.

Os valores de b para todas as cultivares, nos dois processos, não diferiram da unidade; logo, nenhuma delas apresentou especificidade de adaptação a ambientes pobres ou ricos, ou seja, todos responderam medianamente à melhoria de ambiente. Este resultado concorda com o de MORAIS et alii (1981), que fez estudo semelhante para o arroz irrigado em Minas Gerais.

Quanto aos parâmetros que avaliam a previsibilidade (S_d^2 e R^2), observa-se que a S_d^2 foi mais eficiente do que o R^2 para discriminação da estabilidade, no processo tradicional, à semelhança do ocorrido na Tabela 20 para o arroz de sequeiro. Verifica-se, também, que dois materiais (GA 3914 e RJ 007), que foram avaliados como instáveis pelo processo tradicional, foram estáveis pelo processo alternativo, mostrando, mais uma vez, a

discordância, para o referido parâmetro, de alguns materiais, dependendo da medida do fator ambiental. No processo tradicional, somente a MG 2, a GA 3878, a MG 380, a GA 3877 e a CNA 810230 mostraram ser estáveis, quando avaliadas pela S_d^2 , enquanto que baseados no R^2 todos os materiais se comportaram como estáveis. No processo alternativo, todas as cultivares foram estáveis pelos dois parâmetros, evidenciando uma maior coerência do método.

Pode-se resumir, portanto, que, para o arroz irrigado, no período de 1984/87, os materiais, praticamente, não diferiram quanto à adaptabilidade, responsividade e estabilidade, a não ser para o último parâmetro, quando avaliadas pela S_d^2 , no processo tradicional. Entretanto, MORAIS et alii (1980), estudando a adaptabilidade e estabilidade de cultivares de arroz irrigado, no período de 1977/78 a 1979/80, avaliadas em Minas Gerais, encontraram diferenças entre os materiais para adaptabilidade e estabilidade, empregando o método tradicional de EBERHART & RUSSEL (1966) e a S_d^2 como parâmetro de avaliação da estabilidade. A Inca, que foi a única cultivar testada nos dois trabalhos, comportou-se como instável em ambos.

As correlações dos parâmetros b , S_d^2 e R^2 obtidas pelos dois processos são mostradas na Tabela 26. O b apresentou uma correlação altamente significativa (0,99**), a S_d^2 não foi estatisticamente significativa (0,68) e o R^2 , à semelhança de b , foi altamente significativo (0,94**). A S_d^2 negativa obtida para a GA 3877 e CNA 810230 foi a principal causa dessa correlação não ter sido alta. Observe-se que para o período 1985/88 (Tabela 26), a S_d^2 , juntamente com o b e R^2 , apresentaram a correlação máxima

(1,00**) para os dois processos, indicando, como para o arroz de sequeiro, uma boa concordância entre os referidos processos.

A Tabela 25 mostra os resultados obtidos no período de 1985/86 a 1987/88. Neste caso, uma cultivar, a BR-IRGA 409, diferiu, estatisticamente, das demais, apresentando menor adaptabilidade. Os outros materiais, por conseguinte, mostraram adaptabilidade semelhante. Deve-se salientar, entretanto, que a BR-IRGA 409 é a única cultivar precoce, ao contrário dos outros materiais, que têm ciclos não muito diferentes. Assim, a BR-IRGA 409, cultivar recomendada para o Sul do país, além de possuir menor potencial produtivo, freqüentemente é mais atacada por pássaros, reduzindo ainda mais sua produtividade. Observando a referida Tabela, excetuando a 'BR-IRGA 409', os demais genótipos possuem potencial de produção muito semelhantes e diferiram no máximo em 148 kg/ha ou 2,5% em relação ao menos produtivo. Estes resultados corroboram com os da Tabela 24, indicando que nenhum material superou as testemunhas até o referido período.

Os b's, em ambos os processos, não diferiram da unidade ($t \leq 0,05$), indicando que todos os materiais possuem capacidade mediana de resposta à melhoria de ambiente. Quanto aos parâmetros de estabilidade, verifica-se que a S_d^2 discriminou melhor do que o R^2 , no processo tradicional e alternativo. Pelo processo tradicional, a GA 3882 e a MG 363 foram as únicas estáveis, baseando-se na S_d^2 , enquanto que, pelo R^2 , todos foram de comportamento previsível. No processo alternativo, somente a 'BR-IRGA 409' foi instável, quando avaliada pela S_d^2 e não houve diferença pelo R^2 , sendo todas estáveis. Em virtude da semelhança entre os materiais, exceto a 'BR-IRGA 409', pode-se inferir que o

método alternativo foi, novamente, mais coerente na discriminação da estabilidade do que o processo tradicional, uma vez que ele discriminou apenas a 'BR-IRGA 409' como instável, a qual por ser de ciclo diferente e adaptada ao Sul do país, espera-se que tenha um comportamento diferencial das demais.

Outra inferência que se pode fazer é a de que se devem usar os dois parâmetros (S_d^2 e R^2) para avaliar a estabilidade, pois nem sempre há concordância entre os mesmos, com um ou outro discriminando melhor, dependendo do caso. Observa-se que para o arroz de sequeiro, o R^2 foi mais eficiente para os dados da Tabela 19, no processo alternativo, quanto detectou instabilidade apenas para a 'Araguaia'. Na Tabela 20, o R^2 e a S_d^2 foram igualmente eficientes e complementares, no processo tradicional, visto que a S_d^2 discriminou a 'Dourado' como a única estável e o R^2 discriminou a 'IAC 47' como a única instável. Nas Tabelas 22 e 23, o R^2 foi bem mais eficiente do que a S_d^2 , que não apresentou nenhuma discriminação. Para o arroz irrigado (Tabelas 24 e 25), o R^2 não apresentou nenhuma discriminação, enquanto que a S_d^2 discriminou vários materiais nas duas Tabelas. O uso dos dois parâmetros, portanto, aumenta as chances na discriminação de materiais para estabilidade.

Estimativas de correlações foram realizadas para os componentes de média de rendimento de grãos, coeficiente de regressão linear, variância dos desvios da regressão e coeficiente de determinação (Tabela 26). No período 1984/87, o rendimento de grãos não apresentou correlação significativa com o b, S_d^2 e R^2 , em ambos os métodos, diferindo, portanto, do

resultado obtido por REDDY (1991) com arroz irrigado na Índia. Este resultado difere ainda do de sequeiro, onde as médias de produção correlacionaram-se positivamente com o b e R^2 e negativamente com a S_d^2 . Entretanto, no período de 1985/88 (Tabela 26), o rendimento de grão apresentou correlação com o b , S_d^2 e R^2 , de modo semelhante ao arroz de sequeiro e diferente do de REDDY (1991), quanto ao sentido da correlação com a S_d^2 que foi negativa.

A causa das diferenças nas correlações entre os dois períodos, deve-se à participação da cultivar BR-IRGA 409, no último período, uma vez que, omitindo-se a referida cultivar das estimativas das correlações, os resultados tornam-se semelhantes ao do período de 1984/87, ou seja, a média de produção de grãos não se correlaciona com nenhum dos outros parâmetros. A homogeneidade dos materiais irrigados, no primeiro período, para os respectivos parâmetros, foi a causa da falta de correlação e a inclusão apenas da 'BR-IRGA 409', no segundo período, foi suficiente para que as correlações se tornassem significativas. Isso mostra, mais uma vez, o cuidado que se deve tomar na avaliação desses parâmetros, quando materiais de ciclos diferentes estão envolvidos. Sugere-se, portanto, que em estudo de adaptabilidade e estabilidade de arroz, os materiais devem ser agrupados por ciclo, para evitar conclusões enganosas.

O coeficiente de regressão b correlacionou-se negativamente com a S_d^2 e positivamente com o R^2 , em ambos os períodos, no processo tradicional (Tabela 26), diferindo, assim, do resultado de REDDY (1991), que encontrou correlação não significativa entre b e S_d^2 , pelo mesmo método. Portanto, a inferência feita pelo

referido autor de que os parâmetros de estabilidade em arroz parecem ser governados por diferentes genes e combinação deles, carece de novos estudos. No método alternativo, os resultados foram contraditórios para os dois períodos e isso se deve ao problema já mencionado da 'BR-IRGA 409', a qual, se for excluída do cálculo da correlação, conduz a resultados semelhantes.

Quanto à correlação da S_d^2 com o R^2 , observa-se que foi negativa e altamente significativa, pelo processo tradicional (Tabela 26) e isso já era esperado conforme mostrou PINTHUS (1973). No processo alternativo, as correlações, nos dois períodos, foram negativas, mas diferiram quanto a significância. A semelhança dos casos anteriores, com a exclusão da 'BR-IRGA 409', as correlações tornam-se semelhantes, porém não significativas, estatisticamente. O pequeno número de materiais, com a exclusão das testemunhas no processo alternativo, deve ter sido a causa da não coincidência entre os dois processos.

Estudo semelhante ao do arroz de sequeiro, visando a comparar o efeito dos anos agrícolas no desempenho das cultivares através da estimativa da regressão para o rendimento de grãos, ao longo dos anos, foi realizado também para o arroz irrigado. O período envolvido, neste caso, foi de 1981/82 a 1988/89 e o objetivo foi comparar o comportamento das cultivares Inca, MG 1 e MG 2, atualmente, as únicas recomendadas para o Estado para plantio irrigado por inundação.

Os resultados obtidos neste estudo são apresentados na Figura 3. Como se observa, a 'Inca' manteve um desempenho, praticamente, constante ($b = -6,2$) ao longo dos oito anos, ao

contrário da MG 1 e MG 2 que mostraram rendimentos decrescentes. Aqui também, devido às baixas estimativas dos R^2 's, torna-se impraticável qualquer previsão do comportamento desses materiais. A 'MG 1' e a 'MG 2' apresentaram produtividades e valores de b, praticamente, iguais, como pode ser visualizado, pela sobreposição de suas retas, na Figura 3; logo, não houve interação entre as mesmas.

Comparando-se o desempenho da 'MG 1' e 'MG 2' com o da 'Inca', verifica-se que ocorreu interação, ao longo dos anos, ou seja, no início, a 'MG 1' e 'MG 2' eram superiores em rendimento de grãos, mas nos últimos anos houve inversão de comportamento. A principal causa dessa inversão de comportamento foi o aumento da susceptibilidade à brusone especialmente da 'MG 2'. Nos ambientes onde é baixa a pressão de brusone, a 'MG 2' tem apresentado excelente desempenho. Por isso, sua recomendação, hoje, tem-se restringido a regiões onde é inexpressiva a ocorrência dessa doença.

3.2. Repetibilidade do Rendimento de Grãos e dos Parâmetros de Estabilidade.

A repetibilidade é um conceito amplamente utilizado no melhoramento animal (FALCONER, 1981 ; KEMPTHORNE, 1973 ; PIRCHNER, 1983). Ela difere do conceito de herdabilidade porque no numerador da expressão, além da variação genética, está envolvida a parte permanente da variação ambiental. Assim, a repetibilidade fornece uma estimativa superior à que seria obtida com herdabilidade. No caso presente, não foi possível estimar a herdabilidade, pois não há condições de se isolar apenas a variação genética, uma vez que, os grupos formados em cada ambiente, têm alguns fatores ambientais, tais como precipitação e temperatura ou tipo de solo, que são comuns, e que, portanto, são permanentes.

As médias de rendimento de grãos e as estimativas dos parâmetros de estabilidade (coeficientes de regressão linear e coeficiente de determinação) para cada grupo de observação são apresentadas na Tabela 27 (sequeiro, período 1984/87), Tabela 29 (sequeiro, período 1985/88), Tabela 31 (Irrigado, período 1984/87) e Tabela 33 (Irrigado, período 1985/88). Os resultados das análises de variância destas estimativas, incluindo os valores da variância permanente (T_p^2), variância ambiental (σ_a^2) e repetibilidade (r_I) são mostrados nas Tabelas 28, 30, 32 e 34, respectivamente.

As estimativas da repetibilidade para a média de rendimento de grãos, coeficiente de regressão linear e coeficiente de

determinação foram de magnitudes elevadas para o arroz de sequeiro nos dois períodos, com valores que oscilaram de 0,85 a 0,98 (Tabelas 28 e 30). Para o arroz irrigado, essas estimativas foram discordantes, entre os dois períodos, para a média de rendimento grãos e coeficiente de regressão linear, ao contrário dos coeficientes de determinação que foram similares (Tabelas 32 e 34).

Para o arroz de sequeiro, as altas repetibilidades obtidas para a média de rendimento de grãos nos dois períodos envolvidos (0,98 e 0,91, respectivamente) indicam que há uma grande contribuição das variações permanentes (genética e ambiental permanente) para esse caráter. Logo, pode-se inferir que a seleção baseada no rendimento de grãos poderá ter boa eficiência. Esses resultados concordam com os obtidos por BONATO (1978), em soja, com o de SANTOS (1980) em feijão, com o de TORRES (1988) em milho e com o de DAVIDE (1992) em eucalipto, onde utilizaram procedimentos semelhante a esse. Em virtude do rendimento de grãos de arroz ser um caráter de baixa herdabilidade (JENNINGS et alii, 1981), fica evidente que as altas repetibilidades estimadas para a média do referido caráter deve-se, especialmente, às variações ambientais permanentes.

Quanto ao coeficiente de regressão linear, observa-se que, para o arroz de sequeiro, a repetibilidade tomou valores de 0,85 no primeiro período (1984/87) e de 0,96 no segundo período (1985/88). Estes altos valores da repetibilidade também sugerem a existência de grande contribuição das variações permanentes para o caráter, possibilitando inferir que a seleção para o coeficiente de regressão linear proporcionará ganhos

significativos. Embora esse resultado se assemelhe ao de BONATO (1978), em soja, é discordante dos obtidos por SANTOS (1980), em feijão, por TORRES (1988), em milho e por DAVIDE (1992), em eucalipto, os quais constataram que a repetibilidade da estimativa de b foi bem inferior à obtida para a média de rendimento de grãos. A herança do coeficiente de regressão linear, segundo Bucio Alanis et alii, 1969 e Patanothai & Atkins, 1974, citados por SANTOS (1980), se deve, principalmente, aos efeitos gênicos aditivos, e que a participação do componente genético na expressão desse efeito linear é bastante pronunciado (PERKINS & JINKINS, 1968 e BONATO, 1978), o que concorda com os resultados obtidos no presente trabalho.

A repetibilidade para a média de rendimento de grãos e coeficiente de regressão linear, na modalidade do cultivo irrigado, foi de 0,23 e 0,30, no primeiro período (1984/87) e de 0,93 e 0,62, no segundo período (1985/88), respectivamente. Essa discordância deveu-se à inclusão da cultivar BR-IRGA 409, na rede de ensaios, no segundo período, a qual, por ser precoce e não adaptada ao Estado de Minas Gerais, diferiu dos demais genótipos com relação a esses parâmetros, elevando a magnitude das repetibilidades. Estimando-se a repetibilidade para a média de rendimento e grãos e coeficiente de regressão linear, excluindo a 'BR-IRGA 409', constatou-se que os resultados foram concordantes nos dois períodos. Assim, pode-se inferir que para o grupo de materiais avaliados nas condições irrigadas não é possível obter ganhos com a seleção.

Outro parâmetro que, geralmente, tem sido avaliado para

repetibilidade é a variância dos desvios da regressão (BONATO, 1978; SANTOS, 1980 e DAVIDE, 1992), cujos resultados têm mostrado uma baixa contribuição das variações permanentes, implicando em baixos ganhos através da seleção. Além do mais, é muito freqüente a obtenção de variância dos desvios da regressão negativa, exigindo artifícios para se efetuarem as análises estatísticas. Por isso, neste trabalho, optou-se pela utilização do coeficiente de determinação, que apresenta valores sempre positivos e menos discrepantes. Acresce-se, ainda, a alta correlação, porém, negativa, que existe entre os dois parâmetros (PINTHUS, 1973).

As repetibilidades dos coeficientes de determinação foram de magnitudes bastante altas, com valores oscilando de 0,64 a 0,98 (Tabelas 28, 30, 32 e 34). Portanto, ao contrário da variância dos desvios da regressão, pode-se inferir que proporcionalmente à variação fenotípica, a variação permanente é maior quando se obtêm estimativas do coeficiente de determinação. Assim, é de se esperar que a seleção para estabilidade, baseada no R^2 , poderá ser eficiente, ao contrário do que tem sido relatado na literatura, quando se utiliza o desvio da regressão (BONATO, 1978; SANTOS, 1980 e DAVIDE, 1992).

4. Conclusões

1. O processo tradicional e o alternativo mostraram correlações altas para os parâmetros de estabilidade, indicando que há uma boa concordância entre os mesmos.

2. Os coeficientes de determinação (R^2) foram de magnitudes inferiores no processo alternativo, o que é bastante razoável, uma vez que no processo tradicional, a média das cultivares participam da média ambiental.

3. O uso dos parâmetros, R^2 e S_d^2 , simultaneamente, poderá ser mais efetivo na avaliação da estabilidade.

4. Para o arroz irrigado, onde as cultivares são mais homogêneas quanto a ciclo e menos influenciadas pelas condições climáticas, o método alternativo foi mais coerente na discriminação da estabilidade, considerando a S_d^2 e o R^2 , simultaneamente.

5. O processo alternativo, que usa a média das testemunhas como medida de flutuação ambiental, surge como uma boa opção e com a vantagem de que todos os parâmetros obtidos são em relação às testemunhas, normalmente, plantadas pelos agricultores.

6. As cultivares de arroz de sequeiro diferenciaram-se quanto a adaptabilidade, sendo que os destaques foram para a Guarani, Douradão e Rio Doce, entre os materiais recomendados para plantio comercial. Os genótipos de arroz irrigado, por sua

vez, tiveram comportamento semelhante para esse caráter, indicando que nenhum novo material superou, estatisticamente, as testemunhas.

7. Estatisticamente ($P \leq 0,05$), os coeficientes de regressão linear (b) de todos os materiais de arroz de sequeiro e irrigado, não diferiram da unidade, indicando que são medianamente responsivos à melhoria de ambiente.

8. A cultivar Douradão comportou-se como a mais estável, entre os materiais de sequeiro e foi a única que não apresentou significância para o desvio da regressão. Para o arroz irrigado, algumas cultivares tiveram comportamento previsível e, entre as testemunhas, somente a MG 2 destacou-se como estável, no primeiro período do estudo.

9. Os materiais de sequeiro de ciclo curto mostraram-se, em geral, mais adaptados, mais responsivos à melhoria de ambiente e de comportamento mais estável, sugerindo que os mesmos devem ser preferidos para cultivo em Minas Gerais.

10. A cultivar Rio Paranaíba, embora seja de ciclo médio, mostrou-se bastante adaptada às condições de Minas Gerais, não diferindo, inclusive das cultivares precoces Guarani, Douradão e Rio Doce, quanto a rendimento de grãos, no último período do estudo.

11. Os parâmetros de estabilidade mostraram-se fortemente influenciados pelo ciclo dos materiais utilizados na avaliação do índice ambiental. Isso sugere que no estudo de estabilidade em

arroz, as cultivares devem ser agrupadas por ciclo.

12. Estudo da responsividade e estabilidade, considerando a média das cultivares recomendadas para o Estado, em cada ano, ao longo dos anos em que foram testadas, mostrou que, estatisticamente, não houve diferença entre os referidos materiais, tanto nas condições de sequeiro, quanto nas irrigadas. Contudo, as novas cultivares de sequeiro foram mais adaptadas do que as testemunhas.

13. As altas repetibilidades obtidas para a média de rendimento de grãos, coeficiente de regressão linear e coeficiente de determinação para o sequeiro indicam que é possível obter ganhos com a seleção para esses parâmetros, ao contrário do arroz irrigado, onde as repetibilidades foram baixas para a média de rendimento de grãos e para o b. Com relação ao coeficiente de determinação, as repetibilidades foram intermediárias para o irrigado, indicando que é possível obter algum ganho com a seleção.

5. Resumo

Utilizando resultados de pesquisa obtidos pela Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), através dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro e irrigado por inundação, nos períodos de 1984/87 e 1985/88, empreendeu-se o presente estudo, com os objetivos de: avaliar a adaptabilidade e estabilidade dos materiais testados, empregando-se a metodologia tradicional proposta por EBERHART & RUSSELL (1966) e um processo alternativo que utiliza a média das testemunhas como medida da flutuação ambiental; de comparar a variância dos desvios da regressão (S_d^2) com o coeficiente de determinação (R^2), na avaliação da estabilidade, e de estimar a repetibilidade do rendimento de grãos e dos parâmetros de estabilidade.

Os materiais de sequeiro diferenciaram-se quanto a adaptabilidade, sendo que os mais adaptados foram a 'Guarani', a 'Douradão' e a 'Rio Doce'. A 'Douradão' comportou-se também como a mais estável. Os b's não diferiram estatisticamente ($P \leq 0,05$) da unidade, nos dois períodos, indicando que todos os materiais são medianamente responsivos à melhoria de ambiente. Constatou-se ainda que os genótipos precoces, em geral, foram mais adaptados, mais responsivos e mais estáveis, sugerindo que os mesmos devem ser preferidos para cultivo em Minas Gerais.

Os materiais avaliados nas condições irrigadas, excetuando a 'BR-IRGA 409', no período de 1985/88, não se diferenciaram quanto a adaptabilidade, indicando, portanto, que os mesmos são similares para esse caráter. Estatisticamente ($P \leq 0,05$), os b's,

à semelhança dos materiais de sequeiro, não diferiram da unidade, mostrando que são medianamente responsivos à melhoria do ambiente. Nesse caso, diferenças de estabilidade foram detectadas entre os genótipos, utilizando como referência a variância dos desvios da regressão (S_d^2).

Para ambos os sistemas de cultivo, o processo tradicional e o alternativo mostraram correlações altas para os parâmetros de estabilidade, indicando que há uma boa concordância entre os mesmos, com a vantagem de que no processo alternativo há total independência entre as médias e o índice ambiental. O uso do R^2 como medida de estabilidade em alguns casos diferiu da S_d^2 , sugerindo que a utilização dos dois parâmetros aumentam as chances de discriminação dos materiais para estabilidade.

O rendimento de grãos, o coeficiente de regressão linear e o coeficiente de determinação apresentaram, de um modo geral, alta repetibilidade para o arroz de sequeiro, indicando que é possível obter ganhos com a seleção para essas características.

6. Summary

Adaptability and Stability Evaluation of Cultivars and Lines of Upland and Paddy Rice Tested in Minas Gerais State, Brazil.

With the results from research made by Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) through advanced comparative testes of upland and paddy rice, during 1984/87 and 1985/88 was possible to make this study with the purpose of: to evaluate the adaptability and stability from the tested materials, using the traditional methodology, proposed by EBERHART & RUSSELL (1966) and one alternative process that use the control average as measure for environment fluctuation; comparing the variance of deviation of regression (S^2_{DQ}) with the determination coefficient (R^2) in the stability evaluation and also to estimate the repeatability of grain yield and the stability parameters.

The upland rice materials differed in adaptability being the most adaptable 'Guarani', 'Douradão' and 'Rio Doce'. Behaving as the more stable was 'Douradão'. Its "b's" did not differ statistically ($P \leq 0,05$) from unity in the two periods, showing that all materials are more or less responsive to better conditions.

In general, early genotypes were more adaptable, more responsible and more stable, suggesting that those are preferable for planting in Minas Gerais State.

The materials evaluated under irrigated conditions except 'BR-IRGA 409' during 1985/88, did not differentiate in adaptability, showing that they are similar for this character. Statistically ($P \leq 0,05$), the "b's" are the same for upland rice; and did not differentiate from unity, showing, that they present average responsiveness to improving environmental conditions. In this case, estabillity difference between genotypes was detected using as reference the variance of deviation of regression (S_d^2).

For both planting systems the traditional and the alternative process presented high correlation for the stability parameters, showing that there is good agreement between them, with the advantage for the alternative process which have total independence between the average and the environmental index. The use of the R^2 as stability measure in some cases differed from S_d^2 , suggesting that the use of the two parameters increased the discrimination among the materials for stability.

Grain yield, the linear regression and the determination coefficient showed high repeatability for the upland rice, indicating that it is possible to have gain with the selection for these characteristics.

TABELA 17 - Análise de variância conjunta e decomposição dos efeitos ambientais dentro de genótipos para rendimento de grãos (kg/ha), obtidos dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro, conduzidos pela EPAMIG, em diferentes ambientes, nos períodos de 1984/85 a 1986/87 e 1985/86 a 1987/88.

FV	GL	QM	GL	QM
		1984/87		1985/88
Ambiente (A)	17	30.122.380**	18	31.578.890**
Genótipo (G)	7	17.556.920**	7	6.311.132**
G x A	119	1.745.716**	126(69) $\frac{1}{1}$	1.652.017**
A/G	136	5.292.798**	144	5.392.877**
A (Linear)	1	512.080.200**	1	568.420.300**
G x A (Linear)	7	3.635.333 $\frac{1}{1}$	7	7.992.531**
Desvio combinado	128	1.424.163**	136(68) $\frac{1}{1}$	1.119.155**
Resíduo médio	378	157.014,3	399(278) $\frac{1}{1}$	200.777,9

*; ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

1/ Graus de liberdade ajustados, utilizados no Teste F.

TABELA 18 - Análise de variância conjunta e decomposição dos efeitos ambientais dentro de genótipos para rendimento de grãos (kg/ha) obtidos dos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado, conduzidos pela EPAMIG, em diferentes ambientes, nos períodos de 1984/85 a 1986/87 e 1985/86 a 1987/88.

FV	GL	QM		GL	QM	
		1984/87			1985/88	
Ambiente (A)	15	98.790.680**		16	52.023.810**	
Genótipo (G)	8	1.657.856		7	31.276.470**	
G x A	120(65) <u>1/</u>	1.222.724*		112(74) <u>1/</u>	2.000.841**	
A/G	135	12.063.630**		128	8.253.712**	
A (Linear)	1	1.481.862.000**		1	832.382.500**	
G x A (Linear)	8	2.271.680*		7	2.817.161	
Desvio combinado	126	1.020.299*		120	1.703.070**	
Resíduo médio	384(217) <u>1/</u>	682.096,3		357(246) <u>1/</u>	562.260,5	

*; ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

1/ Graus de liberdade ajustados, utilizados no Teste F.

TABELA 19 - Médias de rendimento de grãos (kg/ha) e estimativas dos componentes do modelo de estabilidade, utilizando como índice ambiental a média de todos os materiais (processo tradicional) e a média das três cultivares testemunhas (IAC 25, IAC 47 e IAC 164), obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro, conduzidos pela EPAMIG, no período de 1984/85 a 1986/87.

Materiais	Rendimento de grãos ^{1/}	Processo tradicional			Média das Testemunhas		
		b	S _d ²	R ²	b	S _d ²	R ²
Rio Paranaíba	2452 b	0,91 ± 0,15	335345**	0,69**	0,70 ± 0,21	687745**	0,40**
Rio Doce	3177 a	1,25 ± 0,08	68478**	0,94**	1,21 ± 0,12	202323*	0,85**
GA 4221	2918 ab	1,21 ± 0,11	145408**	0,89**	1,08 ± 0,18	497508**	0,67**
GA 4166	2934 ab	1,21 ± 0,12	183664**	0,87**	1,12 ± 0,17	433636**	0,72**
Araguaia	1793 c	0,66 ± 0,22	733930**	0,36**	0,44 ± 0,25	988990**	0,15
IAC 47	1807 c	0,65 ± 0,14	275407**	0,57**			
IAC 25	2559 b	1,04 ± 0,16	358889**	0,72**			
IAC 164	2638 ab	1,08 ± 0,17	405155**	0,72**			

^{1/} Médias seguidas pela mesma letra, não diferem, estatisticamente (Duncan - 0,05).

*, ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 20 - Médias de rendimento de grãos (kg/ha) e estimativas dos componentes do modelo de estabilidade, utilizando como índice ambiental a média de todos os materiais (processo tradicional) e a média das três cultivares testemunhas (IAC 25, IAC 47 e IAC 164), obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro, conduzidos pela EPAMIG, no período de 1985/86 a 1987/88.

Materiais	Rendimento de grãos ^{1/}	Processo Tradicional			Média das Testemunhas		
		b	S _d ²	R ²	b	S _d ²	R ²
Rio Paranaíba	2568 ab	0,70 ± 0,19	614691**	0,43**	0,68 ± 0,23	800414**	0,28*
GA 4123	2798 a	1,33 ± 0,08	52220**	0,95**	1,48 ± 0,19	418038**	0,78**
Dourado	2831 a	1,13 ± 0,06	24526	0,95**	1,26 ± 0,16	261459**	0,78**
Rio Doce	2824 a	1,27 ± 0,07	46351**	0,95**	1,44 ± 0,16	285151**	0,81**
Guarani	2799 a	1,28 ± 0,03	66073**	0,94**	1,39 ± 0,20	450969**	0,73**
IAC 47	2053 b	0,35 ± 0,17	448570**	0,21			
IAC 25	2304 ab	0,93 ± 0,14	305599**	0,74**			
IAC 164	2468 ab	0,96 ± 0,14	278718**	0,74**			

^{1/} Médias seguidas pela mesma letra, não diferem, estatisticamente (Duncan - 0,05).

*, ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 21 - Estimativas dos coeficientes de correlação entre os parâmetros do modelo no processo tradicional e alternativo, bem como as correlações entre si, considerando os dois processos, para o arroz de sequeiro.

Parâmetros		Períodos					
		1984/87			1985/88		
		b	S_d^2	R^2	b	S_d^2	R^2
Rendimento de grãos (kg/ha)	PT	0,99**	-0,77**	0,96**	0,86**	-0,71*	0,84**
	PA	0,99**	-0,98**	0,99**	0,94*	-0,97**	0,99**
Coeficiente de regressão linear (b)	PT		-0,71*	0,94**		-0,85**	0,98**
	PA		-0,97**	0,99**		-0,85	0,96**
	DP	0,99**			1,00**		
Variância dos desvios da regressão (S_d^2)	PT			-0,91**			-0,90**
	PA			-0,99**			-0,96**
	DP		0,95*			0,94*	
Coeficiente de determinação (R^2)	DP			0,97**			0,99**

PT = Processo Tradicional; PA = Processo alternativo e DP = Dois processos
*;** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 22 - Ciclo, rendimento de grãos e estimativa dos componentes do modelo de estabilidade, utilizando como índice ambiental a média da cultivar de ciclo médio IAC 47 e a média das cultivares precoces (IAC 25 e IAC 164), obtidos dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro, conduzidos pela EPAMIG, no período de 1984/85 a 1986/87.

Materiais	Ciclo	Rendimento de grãos (kg/ha) ^{1/}	Média da IAC 47			Média da IAC 25 e IAC 164		
			b	S _d ²	R ²	b	S _d ²	R ²
Rio Paranabalha	Médio	2452 b	1,07 ± 0,17	316419 ^{**}	0,70 ^{**}	0,42 ± 0,20	905879 ^{**}	0,22 [*]
Rio Doce	Precoca	3177 a	0,91 ± 0,29	1009167 ^{**}	0,37 ^{**}	0,95 ± 0,11	272841 ^{**}	0,81 ^{**}
GA 4221	Precoca	2918 ab	0,89 ± 0,29	1016820 ^{**}	0,36 ^{**}	0,81 ± 0,16	603613 ^{**}	0,61 ^{**}
GA 4106	Precoca	2934 ab	0,76 ± 0,32	1235239 ^{**}	0,25 [*]	0,90 ± 0,14	434798 ^{**}	0,72 ^{**}
Araguaia	Médio	1793 c	1,07 ± 0,17	332470 ^{**}	0,69 ^{**}	0,16 ± 0,22	1134344 ^{**}	0,03
IAC 47	Médio	1897 c	1,00 ± 0,00	-	1,00 ^{**}	0,33 ± 0,15 [*]	534730 ^{**}	0,22 [*]
IAC 25	Precoca	2559 b	0,67 ± 0,31	1140431 ^{**}	0,22			
IAC 164	Precoca	2633 ab	0,68 ± 0,32	1189295 ^{**}	0,22			

^{1/} Médias seguidas pela mesma letra não diferem, estatisticamente (Duncan - 0,05)

*; ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 23 - Ciclo, rendimento de grãos e estimativa dos componentes do modelo de estabilidade, utilizando como índice ambiental a média da cultivar de ciclo médio IAC 47 e a média das cultivares precoces (IAC 25 e IAC 164), obtidos dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro, conduzidos pela EPAMIG, no período de 1985/86 a 1987/88.

Materiais	Ciclo	Rendimento de grãos (kg/ha) ^{1/}	Média da IAC 47			Média da IAC 25 e IAC 164		
			b	S _d ²	R ²	b	S _d ²	R ²
Rio Paranabalha	Médio	2568 ab	1,22 ± 0,15	196116 ^{**}	0,80 ^{**}	0,25 ± 0,24	1041980 ^{**}	0,07
GA 4123	Precoca	2798 a	0,57 ± 0,40	1691312 ^{**}	0,11	1,03 ± 0,17	517059 ^{**}	0,71 ^{**}
Douradão	Precoca	2831 a	0,49 ± 0,34	1203167 ^{**}	0,11	0,89 ± 0,14	333875 ^{**}	0,73 ^{**}
Rio Doce	Precoca	2824 a	0,53 ± 0,33	1548836 ^{**}	0,10	1,03 ± 0,14	356013 ^{**}	0,77 ^{**}
Guarani	Precoca	2799 a	0,55 ± 0,39	1595010 ^{**}	0,10	0,98 ± 0,17	542410 ^{**}	0,68 ^{**}
IAC 47	Médio	2053 b	1,00 ± 0,00	-	1,00 ^{**}	0,08 ± 0,18 [*]	570361 ^{**}	0,01
IAC 25	Precoca	2304 ab	0,14 ± 0,35	1311256 ^{**}	0,01			
IAC 164	Precoca	2468 ab	0,20 ± 0,34	1200882 ^{**}	0,02			

^{1/} Médias seguidas pela mesma letra não diferem, estatisticamente (Duncan - 0,05)

*; ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 24 - Médias de rendimento de grãos (kg/ha) e estimativa dos componentes do modelo de estabilidade, utilizando como índice ambiental a média de todos os materiais (processo tradicional) e a média das três cultivares testemunhas (Inca, MG 1 e MG 2), obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado, conduzidos pela EPAMIG, no período de 1984/85 a 1986/87.

Materiais	Rendimento de grãos	Processo Tradicional			Média das Testemunhas		
		b	S_d^2	R^2	b	S_d^2	R^2
Inca	6168	0,90 ± 0,09	151907*	0,85**			
MG 1	6175	0,83 ± 0,09	144830*	0,87**			
MG 2	6314	1,04 ± 0,08	71094	0,93**			
GA 3914	5803	0,85 ± 0,09	190594**	0,85**	0,90 ± 0,11	239266	0,83**
GA 3878	6117	1,12 ± 0,08	90069	0,93**	1,17 ± 0,12	299005	0,88**
RJ 007	6334	0,97 ± 0,10	218093**	0,88**	1,03 ± 0,11	227845	0,87**
MG 380	6240	1,11 ± 0,07	15649	0,95**	1,14 ± 0,11	253028	0,89**
GA 3877	6115	1,14 ± 0,05	-65228	0,97**	1,20 ± 0,09	94452	0,93**
CNA 810230	6029	1,03 ± 0,05	-56052	0,96**	1,08 ± 0,08	75517	0,92**

*; ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 25- Médias de rendimento de grãos (kg/ha) e estimativa dos componentes do modelo de estabilidade, utilizando como índice ambiental a média de todos os materiais (processo tradicional) e a média das três cultivares testemunhas (Inca, MG 1 e MG 2), obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado, conduzidos pela EPAMIG, no período de 1985/86 a 1987/88.

Materiais	Rendimento de grãos ^{1/}	Processo Tradicional			Média das Testemunhas		
		b	S_d^2	R^2	b	S_d^2	R^2
Inca	6147 a	1,11 ± 0,12	224330**	0,85**			
MG 1	6151 a	0,83 ± 0,11	191368**	0,78**			
MG 2	6250 a	1,11 ± 0,12	260764**	0,84**			
BR-IRGA 409	4312 b	0,71 ± 0,21	982236**	0,44**	0,60 ± 0,23	1172334**	0,34*
RJ 007	6242 a	0,92 ± 0,12	266973**	0,78**	0,85 ± 0,15	382238	0,72**
MG 380	6207 a	1,14 ± 0,11	206701**	0,87**	1,08 ± 0,14	351318	0,81**
GA 3882	6278 a	1,02 ± 0,09	78461	0,89**	0,97 ± 0,10	117970	0,87**
MG 383	6295 a	1,16 ± 0,09	70786	0,92**	1,09 ± 0,11	179664	0,87**

^{1/} Médias seguidas pela mesma letra, não diferem, estatisticamente (Duncan - 0,05)

*; ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 26 - Estimativas dos coeficientes de correlação entre os parâmetros do modelo no processo tradicional e alternativo, bem como as correlações entre si, considerando os dois processos, para o arroz irrigado.

Parâmetros		Períodos					
		1984/87			1985/88		
		b	S_d^2	R^2	b	S_d^2	R^2
Rendimento de	PT	0,29	0,03	0,21	0,73*	-0,97**	0,96**
grãos (kg/ha)	PA	0,56	0,14	0,35	0,89*	-0,97**	0,97**
Coeficiente	PT		-0,72*	0,90**		-0,73*	0,86**
de regressão	PA		-0,18	0,79		-0,90*	0,95*
linear (b)	DP	0,99**			1,00**		
Variância dos	PT			-0,94**			-0,98**
desvios da	PA			-0,72			-0,99**
regressão (S_d^2)	DP		0,68			1,00**	
Coeficiente de	DP			0,94**			1,00**
determinação (R^2)							

PT = Processo tradicional; PA = Processo alternativo; DP = Dois processos
 *;** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 27 - Médias de rendimento de grãos, coeficientes de regressão e coeficientes de determinação obtidos a partir dos dois grupos de observação, em 18 ambientes de sequeiro, no período de 1984/85 a 1986/87.

Materiais	Rendimento de grãos (kg/ha)		Coeficiente de regressão linear (b)		Coeficiente de determinação (%)	
	1º	2º	1º	2º	1º	2º
Rio Paranaíba	2484	2419	0,87	0,97	64	70
Rio Doce	3189	3165	1,34	1,15	95	85
GA 4221	2979	2857	1,32	1,11	87	86
GA 4166	2886	2983	1,16	1,26	77	91
Araguaia	1815	1770	0,64	0,69	32	40
IAC 47	1813	1961	0,61	0,69	53	57
IAC 25	2639	2479	1,07	0,99	69	71
IAC 164	2603	2762	0,99	1,14	67	75
Média	2551	2538	1,00	1,00	68,0	71,9

TABELA 28 - Análise de variância das médias de rendimento de grãos, coeficientes de regressão linear (b) e coeficientes de determinação, obtidos a partir dos dois grupos de observação, em 18 ambientes de sequeiro, no período de 1984/85 a 1986/87 e as estimativas da variância permanente (T_p^2), variância ambiental (σ_a^2) e coeficiente de repetibilidade (r_l).

FV	GL	QM		
		Rendimento de grãos (kg/ha)	b	R ²
Repetição	1	679,9	0,000	60,063
Cultivares	7	487.699,7**	0,113**	645,491**
Resíduo	7	5.877,5	0,010	25,777
T_p^2		240.911,1	0,052	309,857
σ_a^2		5.877,5	0,010	25,777
r_l		0,98	0,85	0,92
CV (%)		3,01	9,93	7,26

** Significativo ao nível 1% de probabilidade.

TABELA 29 - Médias de rendimento de grãos, coeficientes de regressão e coeficientes de determinação obtidos a partir dos dois grupos de observação, em 19 ambientes de sequeiro, no período de 1985/86 a 1987/88.

Materiais	Rendimento de grãos (kg/ha)		Coeficiente de regressão linear (b)		Coeficiente de determinação (%)	
	1º	2º	1º	2º	1º	2º
Rio Paranaíba	2588	2548	0,71	0,70	43	39
GA 4123	2770	2827	1,34	1,35	91	94
Douradão	2825	2837	1,17	1,08	88	94
Rio Doce	2894	2755	1,32	1,18	94	86
Guarani	2841	2758	1,27	1,29	93	92
IAC 47	1962	2143	0,34	0,38	20	21
IAC 25	2429	2179	0,97	0,99	68	77
IAC 164	2500	2476	0,87	1,05	69	79
Média	2601	2565	1,00	1,00	70,8	72,8

TABELA 30 - Análise de variância das médias de rendimento de grãos, coeficientes de regressão linear (b) e coeficientes de determinação, obtidos a partir dos dois grupos de observação, em 19 ambientes de sequeiro, no período de 1985/86 a 1987/88 e as estimativas da variância permanente (T_p^2), variância ambiental (σ_a^2) e coeficiente de repetibilidade (r_l).

FV	GL	QM		
		Rendimento de grãos (kg/ha)	b	R ²
Repetição	1	5137,3	0,000	16,000
Materiais	7	166.127,9**	0,219**	1.469,286**
Resíduo	7	8.277,9	0,004	19,714
T_p^2		78.925,0	0,107	724,786
σ_a^2		8.277,9	0,004	19,714
r_l		0,91	0,960	0,97
CV (%)		3,52	6,70	6,19

** Significativo ao nível 1% de probabilidade.

TABELA 31 - Médias de rendimento de grãos, coeficientes de regressão e coeficientes de determinação obtidos a partir dos dois grupos de observação, em 16 ambientes sob condições irrigadas, no período de 1984/85 a 1986/87.

Materiais	Rendimento de grãos (kg/ha)		Coeficiente de regressão linear (b)		Coeficiente de determinação (%)	
	1º	2º	1º	2º	1º	2º
Inca	6064	6272	0,98	0,82	86	83
MG 1	5883	6467	0,75	0,95	76	80
MG 2	6088	6540	0,97	1,14	96	84
GA 3914	5849	5757	0,83	0,88	82	83
GA 3878	5986	6248	1,18	1,04	89	92
RJ 007	6138	6530	0,88	1,06	85	86
MG 380	6129	6352	1,09	1,11	91	90
GA 3877	6230	6001	1,20	1,05	95	92
CNA 810230	5894	6164	1,12	0,95	95	90
Média	6029	6259	1,00	1,00	88,3	86,7

TABELA 32 - Análise de variância das médias de rendimento de grãos, coeficientes de regressão linear (b) e coeficientes de determinação, obtidos a partir dos dois grupos de observação, em 16 ambientes sob condições irrigadas, no período de 1984/85 a 1986/87 e as estimativas da variância permanente (T_p^2), variância ambiental (σ_a^2) e coeficiente de repetibilidade (r_l).

FV	GL	QM		
		Rendimento de grãos (kg/ha)	b	R ²
Repetição	1	237882,0**	0,000	12,500
Materiais	8	51803,2	0,024	53,375*
Resíduo	8	32367,2	0,013	11,875
T_p^2		9718,0	0,005	20,750
σ_a^2		32367,2	0,013	11,875
r_l		0,23	0,300	0,64
CV (%)		2,93	11,20	3,94

*; ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 33 - Médias de rendimento de grãos, coeficientes de regressão e coeficientes de determinação obtidos a partir dos dois grupos de observação, em 17 ambientes sob condições irrigadas, no período de 1985/86 a 1987/88.

Materiais	Rendimento de grãos (kg/ha)		Coeficiente de regressão linear (b)		Coeficiente de determinação (%)	
	1º	2º	1º	2º	1º	2º
Inca	6177	6118	1,23	0,93	89	70
MG 1	5941	6363	0,85	0,85	72	75
MG 2	6274	6226	1,10	1,13	82	86
BR-IRGA 409	4414	4211	0,70	0,79	53	36
RJ 007	6194	6289	0,93	0,87	81	65
MG 380	5989	6426	1,09	1,20	82	88
GA 3882	6222	6334	1,03	0,98	95	73
MG 363	6089	6500	1,07	1,26	88	92
Média	5912	6058	1,00	1,00	80,3	73,1

TABELA 34 - Análise de variância das médias de rendimento de grãos, coeficientes de regressão linear (b) e coeficientes de determinação, obtidos a partir dos dois grupos de observação, em 17 ambientes sob condições irrigadas, no período de 1985/86 a 1987/88 e as estimativas da variância permanente (T_p^2), variância ambiental (σ_a^2) e coeficiente de repetibilidade (r_l).

FV	GL	QM		
		Rendimento de grãos (kg/ha)	b	R^2
Repetição	1	85404,2	0,000	203,062
Materiais	7	919899,1**	0,047*	405,991*
Resíduo	7	31216,1	0,011	75,777
T_p^2		444341,5	0,018	165,107
σ_a^2		31216,1	0,011	75,777
r_l		0,93	0,62	0,68
CV (%)		2,95	10,46	11,35

*; ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

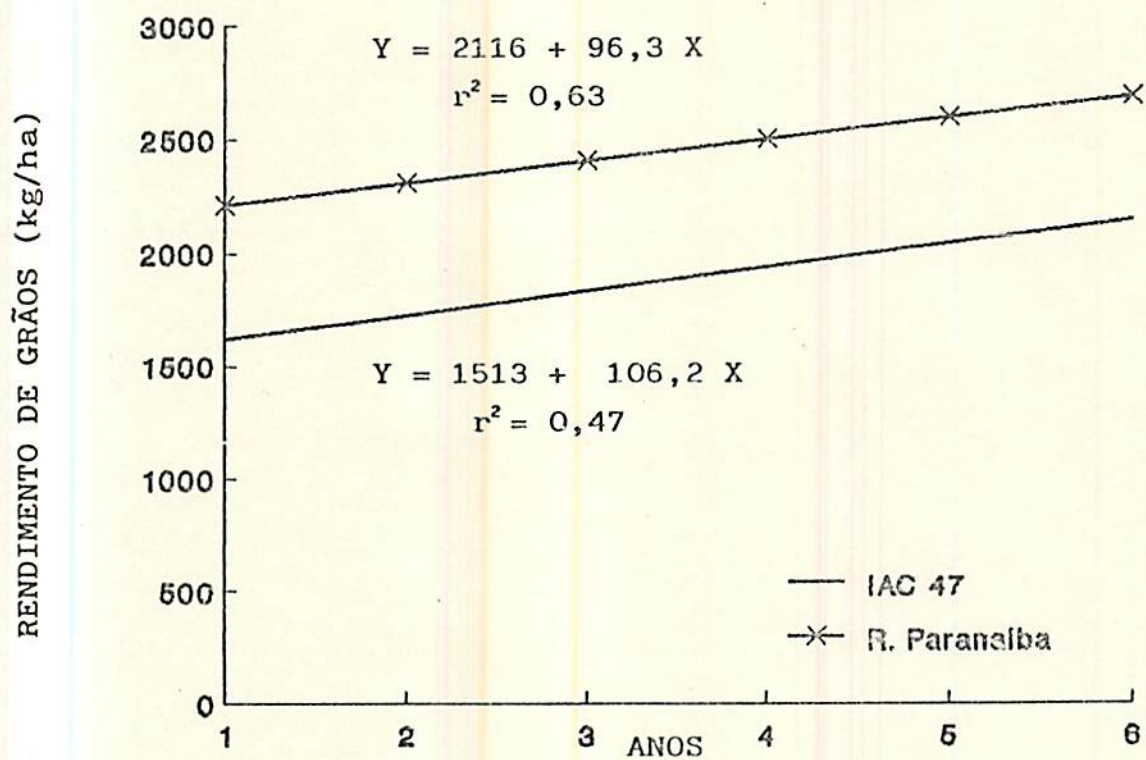


FIGURA 1 - Desempenho das cultivares Rio Paranaíba e IAC 47, estimados por regressão linear, sobre o período de 1983/84 a 1988/89.

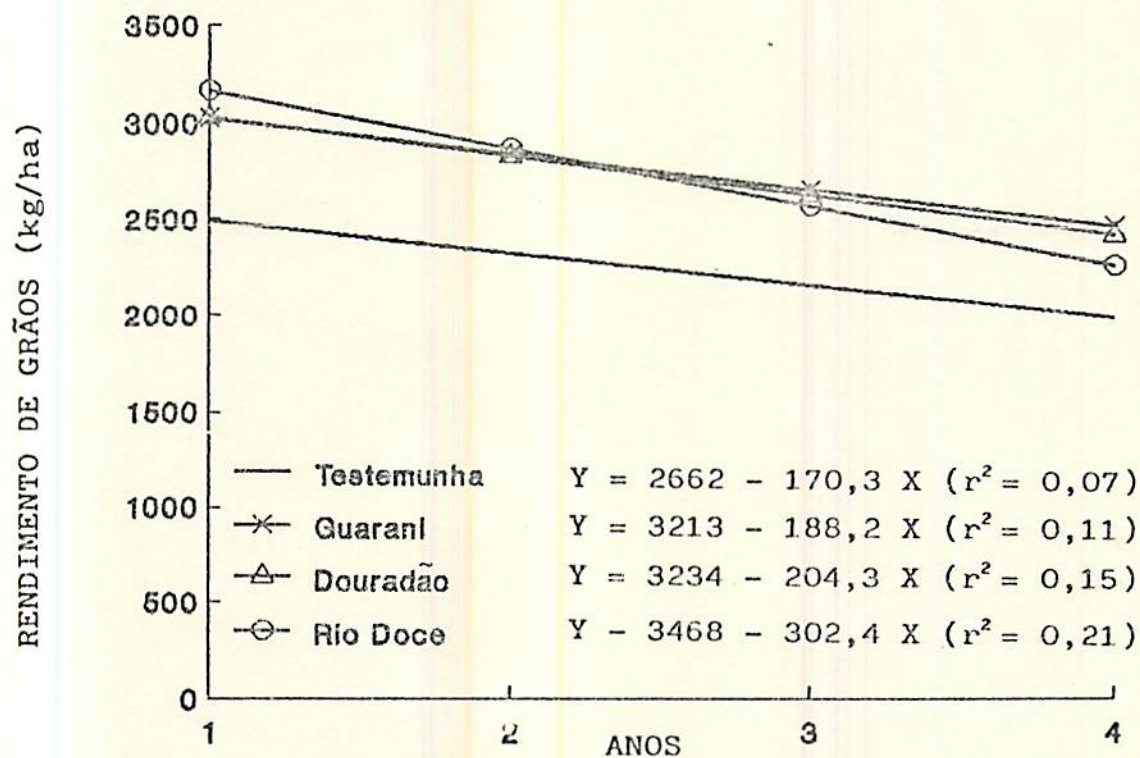


FIGURA 2 - Desempenho das cultivares Guarani, Douradão, Rio Doce e média das testemunhas 'IAC 25' e 'IAC 164' estimados por regressão linear, sobre o período de 1985/86 a 1988/89.

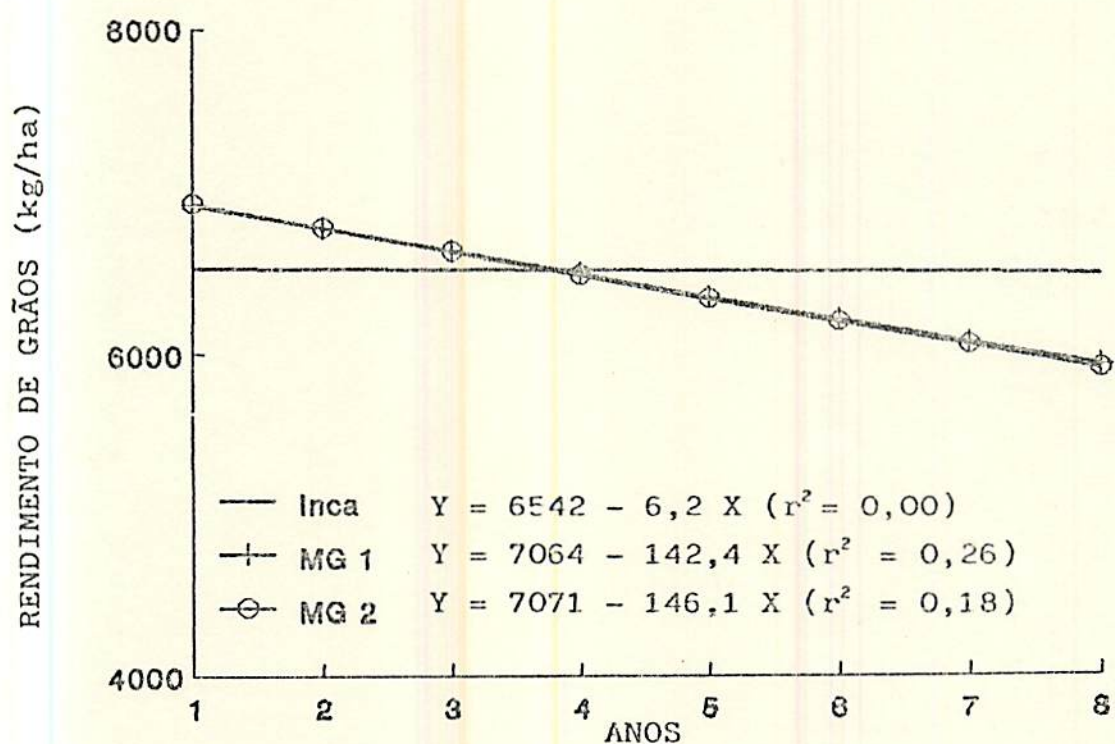


FIGURA 3 - Desempenho das cultivares Inca, MG 1 e MG 2, estimados por regressão linear, sobre o período de 1981/82 a 1988/89.

3.2. Seção II

Avanços Genéticos Obtidos com o Programa de Melhoramento de
Arroz de Sequeiro e Irrigado por Inundação da EPAMIG, na
Década de Oitenta.

1. Introdução

O Programa de Melhoramento de Arroz da EPAMIG foi criado juntamente com a instituição em 1974 e, desde então, esforços vêm sendo desenvolvidos na busca de novas cultivares para o Estado, tanto nas condições de sequeiro quanto irrigado por inundação.

O processo de indicação de cultivares para plantios comerciais é dinâmico e contínuo, ou seja, periodicamente a pesquisa recomenda novos materiais em substituição àqueles menos produtivos e com menos aceitação comercial. Nesse contexto, um grupo de linhagens selecionadas nas fases preliminares do programa é testado, a cada ano, em várias regiões representativas do Estado através dos ensaios comparativos avançados. A partir dos resultados obtidos nesses ensaios, é possível identificar as linhagens superiores para serem lançadas como novas cultivares.

Como resultado desse trabalho, foram lançadas diversas cultivares e entre elas podem-se destacar a Rio Paranaíba, a Guarani, a Douradão e a Rio Doce para o sequeiro e a Inca, MG 1 e MG 2 para o irrigado, as quais, além de proporcionarem um significativo aumento na produtividade das lavouras, viabilizaram a cultura do arroz em diversos ambientes.

Embora o nível de adoção das novas cultivares seja uma das maneiras mais eficientes de avaliar o desempenho de um programa de melhoramento, nenhum estudo visando a quantificar os avanços genéticos alcançados com o programa de melhoramento do arroz de sequeiro e irrigado por inundação desenvolvido pela EPAMIG foi realizado.

O presente estudo teve o objetivo de avaliar o progresso

genético obtido pelo programa de melhoramento de arroz de sequeiro e irrigado por inundação da EPAMIG, na década de oitenta, empregando-se resultados de pesquisa obtidos dos ensaios comparativos avançados.

2. Material e Métodos

2.1. Quantificação dos Avanços Genéticos

Para este estudo, utilizaram-se os resultados de rendimento de grãos obtidos dos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro e irrigado, conduzidos pela EPAMIG, no período de 1979/80 a 1988/89. Nestes ensaios, anualmente, um grupo de cultivares e/ou linhagens que não tinham bom desempenho eram descartados e substituídos por outros. Supõe-se que, a cada ano, os novos genótipos substitutos sejam superiores àqueles que são eliminados, proporcionando um avanço genético contínuo.

Nos ensaios de sequeiro empregaram-se como testemunhas comuns (cultivares padrões), em todo o período do estudo, as cultivares IAC 25, IAC 47 e IAC 164. Para a rede de ensaios do arroz irrigado, as cultivares padrões foram: Inca, MG 1 e MG 2.

As metodologias utilizadas para a quantificação dos avanços genéticos foram a descrita por VENCOVSKY et alii (1988), a da estimativa da regressão linear de mínimos quadrados e a da estimativa da regressão L_1 ou de erros absolutos.

2.1.1. Método de VENCOVSKY et alii (1988)

Essa metodologia consiste em avaliar a diferença entre as produções de grãos dos genótipos de um determinado ano e as do ano imediatamente anterior, a qual é utilizada para o cálculo do

avanço genético global. Os tratamentos comuns, em cada par de anos, são usados para a estimativa do efeito-ano a ser subtraído do efeito-global.

O modelo linear adotado foi :

$$Y_1 = m + a_1 + \bar{g}_1 + a_1\bar{g}_1 + \bar{e}_1$$

onde, Y_1 é a média geral dos ensaios no ano 1; m é a média geral; a_1 é o efeito do ano 1, comum a todos os tratamentos; $\bar{g}_1$ é o potencial genotípico médio de todos os materiais (exceto as testemunhas) ensaiados no ano 1, $a_1\bar{g}_1$ é a média das interações dos genótipos com o ano 1, e $\bar{e}_1$ é o erro experimental da média Y_1 . De modo semelhante, tem-se para o ano 2,

$$Y_2 = m + a_2 + \bar{g}_2 + a_2\bar{g}_2 + \bar{e}_2$$

A análise conjunta, envolvendo a média das cultivares padrões versus a dos genótipos transitórios e os dez anos do estudo, foi utilizada para avaliar a interação genótipos x anos. Quando a referida interação não é significativa, os seguintes modelos lineares são assumidos:

$$Y_1 = m + a_1 + \bar{g}_1 + \bar{e}_1, \text{ e}$$

$$Y_2 = m + a_2 + \bar{g}_2 + \bar{e}_2,$$

onde os efeitos são como descritos anteriormente.

O interesse é estimar a diferença $\bar{g}_2 - \bar{g}_1$, observada num ano, em relação ao anterior. O contraste:

$$Y_2 - Y_1 = (a_2 - a_1) + (\bar{g}_2 - \bar{g}_1) + (\bar{e}_2 - \bar{e}_1),$$

confunde as diferenças genotípicas com as de ambiente.

Isolando os tratamentos comuns (c) aos dois anos, calcularam-se as médias destas, utilizando o mesmo modelo, ou seja,

$$Y_{c1} = m + a_1 + \bar{g}_{c12} + \bar{e}_1,$$

$$Y_{c2} = m + a_2 + \bar{g}_{c12} + \bar{e}_2, \text{ e}$$

$$Y_{c2} - Y_{c1} = (a_2 - a_1) + (\bar{e}_2 - \bar{e}_1),$$

Desta forma, o avanço genético entre os anos 1 e 2 (ag_{21}) é obtido pela diferença entre os dois contrastes anteriores, a saber:

$$ag_{21} = (Y_2 - Y_1) - (Y_{c2} - Y_{c1}) = \bar{g}_2 - \bar{g}_1,$$

uma vez que, os erros experimentais são aleatórios e assume-se que sejam $N(0, \sigma^2)$. Portanto, ag_{21} pode ser tomado como estimador da modificação genotípica média ocorrida no ano 2 em relação ao ano 1, em decorrência dos novos materiais incluídos no ano 2.

Considerando os dez anos do estudo, obteve-se ag_{21} , ag_{32} ... $ag_{10,9}$. Para avaliar o avanço genético acumulado ou ganho genético total (GT), ao longo da década de oitenta, somaram-se os avanços genéticos obtidos em cada par de anos:

$$GT = ag_{21} + ag_{32} + \dots + ag_{10,9}$$

O avanço genético total representa o acréscimo no rendimento de grãos do início ao fim do período, devido ao melhoramento genético dos materiais, ao longo dos anos estudados. O acréscimo médio por ano (ganho médio anual - GMA) pode ser obtido, dividindo-se o GT pelo número de anos do período ($n - 1$), ou seja, $GMA = GT/n-1$. O GT e o GMA percentuais podem ser calculados

pela divisão de seus respectivos valores pela média geral dos ensaios do primeiro ano, multiplicado por 100.

2.1.2. Método da Estimativa da Regressão Linear de Mínimos Quadrados

Utilizando a média das cultivares padrões, ao longo dos anos como uma medida da variação ambiental, pôde-se estimar o avanço genético de modo semelhante ao anterior, empregando os seguintes desvios: $d_j = \bar{Y}_{ncj} - \bar{Y}_{cj}$, onde $\bar{Y}_{ncj}$ é a média de rendimento de grãos dos genótipos não comuns ou transitórios no ano j e $\bar{Y}_{cj}$ a média das cultivares comuns ou padrões no ano j .

A partir desses valores pode-se obter a estimativa da regressão linear pela expressão:

$$b = \frac{\sum_j (d_j - \bar{d})(a_j - \bar{a})}{\sum_j (a_j - \bar{a})^2}$$

onde:

b é a estimativa da regressão linear de d_j em função de ano, ou seja, do progresso genético médio anual, que multiplicado pelo número de anos avaliados ($n - 1$), obtém-se a estimativa do progresso total no período;

d_j é o desvio "fenotípico" no ano j ;

$\bar{d}$ é o desvio "fenotípico" médio';

a_j é o ano j , sendo $j = 1, 2, \dots, 10$, e

$\bar{a}$ é o número médio de anos

2.1.3. Método da Estimativa da Regressão L_1

A estimativa da reta de regressão L_1 foi obtida, utilizando-se o algoritmo de Karst, descrito por NARULA & STANGENHAUS (1988).

Inicialmente, supõe-se que a reta ajustada passa através da origem. Isso implica que $\beta_0 = 0$. Necessita-se, portanto, encontrar b_1 tal que

$$T = \sum_{i=1}^n |y_i - \tilde{y}_i| = \sum_{i=1}^n |y_i - b_1 x_i|$$

seja mínima.

Utilizando as propriedades citadas em NARULA & STANGENHAUS (1988), determinou-se o mínimo de T através do seguinte algoritmo:

1. Ordenar (x_i, y_i) de tal forma que

$$y_{i1}/x_{i1} \leq y_{i2}/x_{i2} \leq \dots \leq y_{in}/x_{in}.$$

2. Adicionar $2|x_i|$ sucessivamente a $-\sum_{i=1}^n |x_i|$, na ordem obtida em 1 e encontrar r tal que

$$-\sum_{i=1}^n |x_i| + 2 \sum_{k=1}^{r-1} |x_{ik}| < 0, \text{ e}$$

$$-\sum_{i=1}^n |x_i| + 2 \sum_{k=1}^r |x_{ik}| \geq 0$$

3. O mínimo de T ocorre no ponto $(y_{ir}/x_{ir}; 0)$. Portanto,

$$b_1 = y_{ir}/x_{ir}$$

é o estimador de mínimos erros absolutos de β_1 .

A equação da reta de regressão L_1 que passa pela origem é

$$y = (y_{ir}/x_{ir})x$$

Em seguida considerar o problema sem a restrição que a reta ajustada passa pela origem. Isto é, determinar b_0 e b_1 tal que

$$T = \sum_{i=1}^n |y_i - b_0 - b_1 x_i|$$

seja mínima. A reta restrita a passar pela origem também passa por outro ponto observado. Utilizar esse fato de tal forma que a reta de regressão L_1 passe por uma das observações (x_i, y_i) , $i = 1, 2, \dots, n$. O algoritmo já apresentado é então reformulado como segue.

1. Escolher qualquer observação do conjunto de dados, (x_1, y_1) , por exemplo, e determinar a reta de regressão de erros absolutos que passa por esse ponto

$$y = b_0^{(1)} + b_1^{(1)}x$$

2. Usando (x_2, y_2) como ponto de referência, determinar a reta de regressão de erros absolutos

$$y = b_0^{(2)} + b_1^{(2)}x$$

cujas soma de erros absolutos é igual a $T(2)$. Tem-se que $T(2) \leq T(1)$.

3. Continuar esse procedimento até que uma reta de regressão de erros absolutos, por exemplo

$$y = b_0^{(r)} + b_1^{(r)}x$$

que passa pelo ponto (x_r, y_r) , não passa por uma nova observação (x_{r+1}, y_{r+1}) , mas, sim, pelo ponto de referência anterior (x_{r-1}, y_{r-1}) . Essa é então a reta de regressão L_1 .

3. Resultados e Discussão

3.1. Avanços Genéticos na Década de Oitenta

A determinação dos avanços genéticos obtidos através dos programas de melhoramento de arroz, para ser feita com grande acuidade, exigiria uma rede de ensaios em vários ambientes, constituída de amostras de genótipos dos períodos a serem comparados. Este método, além de ser de custo elevado, seria de difícil realização, uma vez que muitos materiais são descartados ao longo dos anos ou se encontram em pequenas amostras em bancos de germoplasma. Portanto, a busca de métodos alternativos, utilizando resultados já disponíveis deve ser empreendida.

No presente estudo, empregaram-se informações obtidas dos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz, conduzidos em condições de sequeiro e irrigado por inundação, no Estado de Minas Gerais, pela EPAMIG. Para tanto, utilizaram-se as metodologias descritas anteriormente, que são a de VENCOVSKY et alii (1988), a da estimativa da regressão linear de mínimos quadrados e a da regressão L_1 .

3.1.1. Programa de Melhoramento Genético do Arroz de Sequeiro

A média geral dos ensaios e a dos tratamentos comuns, em cada ano de avaliação, usadas para determinar o avanço genético, pelo método de VENCOVSKY et alii (1988); o número de locais e de

tratamentos total e comuns constituintes dos ensaios em cada ano agrícola e o avanço genético anual e total, no período de 1979/80 a 1988/89, são apresentados na Tabela 1.

Observando a referida Tabela, nota-se que a rede de ensaios foi ligeiramente ampliada a partir de 1984/85, ocorrendo substituição e acréscimo de ensaios. Houve também uma tendência de aumento do número de materiais que participaram dos ensaios com uma taxa média de substituição de 44%, evidenciando a alta vitalidade do programa de melhoramento do arroz de sequeiro. Por outro lado, a manutenção, em média, de 56% dos tratamentos, em cada par de anos, assegurou uma boa confiabilidade na medida do efeito ambiental, garantindo, assim, maior precisão na avaliação do avanço genético. Exceção se fez entre o par de ano agrícola 1981/82 e 1982/83, quando ocorreu alta taxa de substituição (73%), onde, coincidentemente, o avanço genético foi negativo (-222,6 kg/ha).

A superioridade de rendimento das testemunhas (3935,1 kg/ha), em relação à média geral (3651,7 kg/ha), foi a causa principal desse ganho negativo. No ano agrícola 1982/83, ocorreu boa distribuição de chuvas, favorecendo a obtenção de altas produtividades, sobretudo a das três testemunhas comuns entre elas a 'IAC 47' e 'IAC 164', que foram favorecidas pela baixa pressão de brusone devido ao clima favorável. Soma-se a isto o grande número de tratamentos que participaram dos ensaios em 1982/83 (21), ao contrário dos 11 do ano agrícola anterior, contribuindo para uma menor precisão dos ensaios que foram conduzidos em nível de campo.

A quantificação dos avanços genéticos através do método de VENCOVSKY et alii (1988) mostrou que houve um ganho genético total de 698,1 kg/ha nos dez anos considerados, proporcionando um ganho médio anual de 77,6 kg/ha. O ganho total e o anual em termos percentuais foram calculados tomando como base a média geral do primeiro ano (1979/80). Desta forma, o ganho total percentual foi de 26,8% e o ganho médio anual de 3,0%.

Utilizando o método da regressão de mínimos quadrados, verifica-se que os resultados não foram muito diferentes, ou seja, o avanço genético total foi de $713,1 \pm 125,8$ kg/ha, com um ganho médio anual de $79,2 \pm 14,0$ kg/ha (Figura 1). O ganho total e o anual percentual foram de 27,4% e 3,0%, respectivamente. O $r^2=0,80^{**}$ indicou que as médias obtidas pela diferença entre os genótipos transitórios e as cultivares padrões se ajustaram bem à equação de regressão; logo, é possível estimar o ganho genético nos anos intermediários com boa margem de segurança. O coeficiente de determinação alto indicou também que a média das cultivares padrões representou com precisão o efeito ambiental, acompanhando as oscilações do ambiente, juntamente com a média dos genótipos transitórios.

Pelos resultados do avanço genético, pode-se notar que os ganhos foram positivos e de magnitudes consideráveis. Tomando a média de rendimento do arroz de sequeiro do Estado, que oscila em torno de 1300 kg/ha, o incremento de aproximadamente 700 kg/ha, através do melhoramento genético, em dez anos, foi de grande expressão. A performance do programa de melhoramento de arroz de sequeiro da EPAMIG pode ser avaliada, também, comparando-se o ganho médio anual com o do milho no Brasil em 20 anos (1964/84),

1986b, 1987b, 1988b, 1989b e 1992).

Os coeficientes de determinação observados na Figura 2 foram muito baixos ($r^2 = 0,00$ para genótipos transitórios e $r^2 = 0,13$ para cultivares padrões), evidenciando que os rendimentos médios de grãos, tanto dos genótipos transitórios, quanto das cultivares padrões, não se ajustaram bem à equação de regressão de mínimos quadrados. Isto ocorreu devido às grandes oscilações de produtividades observadas ao longo da referida década (Figura 3), ocasionadas por alterações de ambientes, cujas causas foram, principalmente, as boas condições pluviais em alguns anos e os veranicos em outros. Desta forma, não se podem estimar os rendimentos de grãos, baseando-se na equação de regressão, em virtude de sua baixa previsibilidade.

Observe, pelas Figuras 2 e 3 que no início da década de oitenta as cultivares padrões eram superiores aos genótipos transitórios; depois houve uma coincidência de rendimento e uma posterior supremacia dos genótipos transitórios, evidenciando claramente o progresso genético obtido. Cabe salientar que, embora os ambientes se tenham tornado mais desfavoráveis ao longo da década, o melhoramento genético conseguiu manter a produtividade dos genótipos transitórios estáveis. Deve-se esclarecer também que, entre as três cultivares padrões, duas são de ciclo curto (IAC 25 e IAC 164) e uma de ciclo médio (IAC 47), o que, em princípio, poderia gerar dúvida quanto à representatividade desta média, uma vez que a diferença de ciclo, em geral, leva a resultados contrastantes, conforme as condições climáticas de um determinado ano. Entretanto, este efeito foi atenuado pela relação entre os genótipos transitórios, que foi,

em média, 58% de precoce e 42% de ciclo médio, cuja proporção não distancia muito das cultivares padrões, a qual foi de 66,7% para as precoces e 33,3% para as de ciclo médio.

Para averiguar a existência de interação entre as médias das cultivares padrões versus a dos genótipos transitórios (tratamentos) e os dez anos considerados no presente estudo, procedeu-se à análise de variância conjunta, proposta por COCHRAN & COX (1957), cujos resultados são mostrados na Tabela 3. Observe-se que a interação tratamentos x anos não foi significativa; logo as cultivares padrões representaram com fidelidade as flutuações de ambiente, medida pela média dos genótipos transitórios. A Figura 3, também, evidencia a não interação entre as médias dos tratamentos comuns e a dos genótipos transitórios com os referidos ambientes e a inversão de posição das duas médias, no gráfico, ao longo da década, deveu-se exclusivamente ao progresso genético dos genótipos transitórios. Em virtude da não significância da interação tratamentos x anos durante a década de oitenta, a utilização do modelo linear simplificado para cálculo do avanço genético foi o mais adequado.

Conforme EMBRAPA/CNPAF (1988), citado por TEIXEIRA & SANINT (1989), no período de 40 anos (1947-1987), a produtividade média do arroz no Estado apresentou uma tendência de declínio ($-0,02\%$ ao ano). Analisando a série temporal 47-87 em dois períodos (1947-1977 e 1977-1987), houve um crescimento médio de $0,31\%$ ao ano para os últimos dez anos. Esses dados mostram que o melhoramento genético não teve bom desempenho nos primeiros 30 anos do estudo, contribuindo, em parte, pela estagnação do

rendimento do arroz em Minas Gerais. Por outro lado, uma parcela desse incremento de 0,31% observado na década de oitenta é atribuída ao melhoramento genético, embora fatores de política agrícola tenham inibido a adoção de melhores tecnologias, limitando a expressão do potencial genético das novas cultivares lançadas.

O melhoramento genético do arroz de sequeiro no Brasil utilizava até meados da década de setenta, principalmente, germoplasma brasileiro e isto restringiu a base genética. A maioria dos germoplasmas utilizados em cruzamentos possuíam baixa resistência à brusone, cuja enfermidade limita a produção de grãos em muitos ambientes. Estudo da genealogia das principais cultivares plantadas nas décadas de sessenta e setenta mostra existir um certo grau de parentesco entre as mesmas, conforme relata MORAIS et alii (1979). Num breve histórico, verifica-se que as cultivares IAC 164 e IAC 165, lançadas em 1980 e a IAC 25, em 1974, são oriundas do cruzamento da 'Dourado Precoce' com a 'IAC 1246'. A 'IAC 47', lançada em 1971; é proveniente da 'IAC 1246' com a IAC 1391. A 'IAC 1246', por sua vez, foi lançada em 1965 e é originada do cruzamento da 'Pratão' x 'Pérola'. A 'Pratão Precoce', lançada em 1964, foi obtida através de seleção massal da 'Dourado precoce' e esta última, lançada em 1960, é produto da segregação de um cruzamento natural entre 'Dourado Agulha' e uma cultivar indeterminada. Portanto, a pouca variabilidade genética disponível limitou a obtenção de maiores progressos via melhoramento genético.

A partir de meados da década de setenta, quando já haviam sido criados a EMBRAPA e muitas empresas estaduais, o programa

de melhoramento de arroz no Brasil, sobretudo, o de sequeiro, sofreu modificações consideráveis. A primeira estratégia adotada foi a introdução de novos germoplasmas, principalmente da África, visando à ampliação da base genética e até mesmo para uso direto pelos agricultores. Os materiais introduzidos não foram bem sucedidos quanto ao uso direto pelos produtores, mas foram de extrema importância como progenitores em cruzamentos com genótipos brasileiros. Como resultado, obteve-se um grande número de linhagens adaptadas às condições brasileiras e que apresentam maior tolerância às enfermidades, principalmente à brusone, e com boa tolerância à seca.

Sendo o Estado de Minas Gerais portador de solos pobres, principalmente cerrado e com distribuição de chuvas bastante irregular, condições estas que favorecem o aumento da pressão de brusone, a obtenção de linhagens com as características mencionadas proporcionou um grande avanço no que tange ao rendimento de grãos. Além do mais, o melhoramento genético proporcionou uma melhoria na qualidade de grãos, com reflexos bastante positivos para uma população cada vez mais exigente.

3.1.2. Programa de Melhoramento Genético do Arroz Irrigado por Inundação

Na tabela 2, são apresentados os resultados da média geral dos ensaios e a dos tratamentos comuns em cada ano de avaliação, usados para determinar o avanço genético, pelo método de VENCOVSKY et alii (1988); o número de locais e de tratamentos

(total e comuns) constituintes dos ensaios em cada ano agrícola e o avanço genético anual e total, no período de 1979/80 a 1988/89.

Nota-se, pela Tabela 2, que o número de locais, em cada ano, oscilou de três, em 1981/82, a seis em vários anos agrícolas, indicando uma boa representatividade de ambientes em Minas Gerais. O número de tratamentos constituintes dos ensaios variou de oito em 1980/81 a vinte em 1984/85 e a taxa de substituição dos genótipos foi, em média, de 46%, a qual, à semelhança da rede de ensaios do sequeiro, refletiu a vitalidade do programa de melhoramento de arroz irrigado no Estado. Em contrapartida, a manutenção, em média, de 54% dos tratamentos comuns, em cada par de anos, garantiu uma boa precisão da medida do efeito ambiental e confiabilidade na determinação do avanço genético.

A quantificação dos avanços genéticos, empregando a metodologia proposta por VENCOVSKY et alii (1988), mostrou um ganho genético total de 742,1 kg/ha, proporcionando um ganho médio anual de 82,5 kg/ha. Em termos percentuais, estes ganhos foram de 14,5% e 1,6%, respectivamente, os quais correspondem aproximadamente a 50% do obtido pelo programa de melhoramento do arroz de sequeiro (27,4% e 3,0%, respectivamente). Por outro lado, esta estimativa não diferiu muito do ganho médio anual obtido por outras culturas no Brasil (VENCOVSKY et alii, 1988; RODRIGUES, 1990; TOLEDO et alii, 1990 e ABREU et alii, 1992).

Quanto ao método da estimativa da regressão de mínimos quadrados (Figura 4), observa-se que o avanço genético total foi de $388,1 \pm 252,9$ kg/ha com um ganho médio anual de $43,1 \pm 28,1$ kg/ha, que, percentualmente, correspondem, respectivamente, a

7,6% e 0,8%. A estimativa do avanço genético pelo método da regressão diferiu, portanto, bastante da obtida pelo método de VENCOVSKY et alii (1988) para o arroz irrigado. Uma das causas desta acentuada diferença na estimativa foi o avanço genético obtido do ano agrícola 1979/80 para 1980/81, onde, pelo método de VENCOVSKY et alii (1988), foi de 429,3 kg/ha e, pelo método da regressão, de 72,9 kg/ha.

Este ganho extraordinário obtido do primeiro para o segundo ano agrícola deveu-se à participação, pela última vez, das cultivares IAC 435 e IAC 120 nos ensaios de 1979/80. Estas cultivares, que foram plantadas sob condições irrigadas no Estado, por vários anos, são de porte alto, arquitetura inadequada, susceptíveis ao acamamento e de baixo potencial produtivo. O rendimento médio dessas duas cultivares, em 1979/80, foi de 2771,5 kg/ha, contra 5102,1 kg/ha da média geral do ano. O referido avanço genético foi detectado pelo método de VENCOVSKY et alii (1988), que avalia o ganho a cada par de ano agrícola, mas não foi totalmente detectado pelo método da regressão que estima a declividade média da reta ao longo dos anos.

Uma das diferenças entre os dois métodos está nos ganhos observados nos anos extremos, onde são integralmente detectados pelo método de VENCOVSKY et alii (1988) e, parcialmente, pela estimativa da regressão, que avalia o ganho médio. Os sobressaltos de ganhos nos anos intermediários são atenuados pelo ano anterior ou posterior no método de VENCOVSKY et alii (1988), conduzindo a resultados mais próximos do da regressão. Portanto, quando os ganhos genéticos nos anos extremos não apresentarem diferenças muito discrepantes dos ganhos nos anos

intermediários, os dois métodos podem conduzir a resultados próximos.

A eficiência do método da regressão de mínimos quadrados depende do ajustamento das médias, obtidas pela diferença de rendimento de grãos entre os genótipos transitórios e as cultivares padrões, à reta da regressão. Desta forma, o coeficiente de determinação será o parâmetro, baseado no qual se aceitará ou não o método da regressão para estimar o avanço genético. Se o r^2 for estatisticamente significativo, o método da regressão linear será, com certeza, eficiente para determinar o ganho genético.

Diante das discussões anteriores, surge a questão: qual método é mais preciso? Esta é uma indagação de difícil resposta, pois vai depender do número de testemunhas comuns durante o período estudado e da presença ou não e magnitude das interações genótipos por ambientes, quando se usa o método da regressão. Por outro lado, a precisão do método de VENCOVSKY et alii (1988) vai depender do número de tratamentos comuns em cada par de anos, se eles representam bem o efeito ambiental e se há pouca interação com o ambiente entre os diversos pares de anos do estudo implementado. Em princípio, o método da estimativa da regressão é mais preciso, pois utiliza testemunhas comuns em todo o período; todavia, é necessário que haja um número suficiente de testemunhas para minimizar o efeito das interações. No presente caso, no entanto, o método de VENCOVSKY et alii (1988) foi mais apropriado para a estimativa do avanço genético no programa de melhoramento do arroz irrigado, baseando-se nas discussões já

apresentadas. Soma-se a elas o fato de, no ano agrícola 1979/80, ter-se utilizado apenas uma testemunha comum ('Inca'), ao contrário de duas em 1980/81 ('Inca' e 'MG 2') e de três ('Inca', 'MG 1' e 'MG 2') a partir de 1981/82, para a estimativa da regressão. É possível que a testemunha padrão 'Inca', não tenha refletido a média esperada, se se tivessem utilizado as outras testemunhas comuns.

O baixo coeficiente de determinação ($r^2 = 0,23$), observado na Figura 4, indica que a diferença das médias entre os genótipos transitórios e as cultivares padrões não se ajustaram bem à equação de regressão, ao contrário do observado para o sequeiro ($r^2 = 0,80^{**}$). Um das causas dessa falta de ajustamento foram os dois primeiros anos agrícolas (1979/80 e 1980/81) onde se utilizou apenas uma ('Inca') e duas ('Inca' e 'MG 2') testemunhas comuns, respectivamente, além dos problemas discutidos anteriormente. Se considerar o período de 1981/82 a 1988/89, onde se empregaram as três cultivares padrões, o r^2 foi de $0,76^*$, indicando boa previsibilidade da equação de regressão. Entretanto, se considerar todo o período da década de oitenta (1979/89), não se pode usar a equação de regressão para fazer previsão de ganho genético devido ao baixo r^2 .

A Figura 5 mostra o desempenho das cultivares padrões (Inca, MG 1 e MG 2) e dos genótipos transitórios, durante a década de oitenta, onde ambos foram regredidos sobre os dez anos do período em estudo. Observa-se que as testemunhas comuns mantiveram uma tendência de estabilidade ($b = -1,77$) ao longo do referido período, enquanto que os genótipos transitórios apresentaram uma tendência crescente de rendimento ($b = 41,35$), refletindo o

progresso genético ocorrido com o programa de melhoramento do arroz irrigado. Ao contrário das testemunhas comuns do sequeiro, as do irrigado tiveram um comportamento que, na média, foram semelhantes do início ao fim da década de oitenta, indicando a maior uniformidade do ambiente, proporcionado pelo solo inundado. A pequena declividade observada na reta do desempenho das testemunhas comuns foi provocada, em parte, pelo aumento da susceptibilidade da cultivar MG 2 à brusone (EPAMIG, 1980, 1984a, 1985a, 1986a, 1987a, 1988a, 1989a e 1992).

Os dois coeficientes de determinação observados na Figura 5 foram, à semelhança do ocorrido no sequeiro, muito baixos ($r^2 = 0,00$ para as cultivares padrões e $r^2 = 0,05$ para os genótipos transitórios), indicando que as médias de rendimento de grãos de ambos não se ajustaram à equação de regressão. Logo, não se podem efetuar estimativas de produtividade, baseando-se na referida equação. Em virtude da maior uniformidade de ambiente proporcionado pelo solo inundado, esperava-se um melhor ajustamento da equação de regressão. Todavia, como mostra a Figura 6, ocorreram flutuações nos rendimentos de grãos ao longo da década, que se devem a mudanças de locais dos ensaios, ataque de pássaros em experimentos instalados em áreas isoladas de outras lavouras, alterações nas épocas de plantio, nebulosidade ocorrida na fase de enchimento de grãos em determinados locais e anos e à mudança de área do ensaio de Janaúba, onde as produtividades médias, que oscilavam de 7-10 t/ha, caíram para 4-6 t/ha, a partir de 1986/87.

Procedeu-se, também, à análise de variância conjunta

(COCHRAN & COX, 1957) para detectar a presença ou não da interação cultivares padrões versus genótipos transitórios (tratamentos) x anos, ao longo da década de oitenta, cujo resultado é apresentado na Tabela 4. Como se observa, a referida interação não foi significativa, indicando que as cultivares padrões e os genótipos transitórios tiveram comportamento semelhante nos diferentes ambientes, aqui representado por anos. Logo, a utilização do modelo linear simplificado para cálculo do avanço genético, à semelhança do sequeiro, foi o mais apropriado.

Esta ausência de interação pode ser visualizada também na Figura 6, a qual mostra as flutuações dos rendimentos médios de grãos das cultivares padrões e dos genótipos transitórios na referida década. Observe-se também, que o desempenho dos tratamentos comuns foram sempre superiores ao dos genótipos transitórios, quanto ao rendimento de grãos, em qualquer dos ambientes, apesar dos avanços genéticos ocorridos. Entretanto, cabe ressaltar que, embora a média dos genótipos transitórios não tenha alcançado a das cultivares padrões, diversas linhagens tiveram desempenho semelhante ou, até mesmo, ligeiramente superior à média das testemunhas comuns, com potencial para futuros lançamentos, como novas cultivares, para o estado de Minas Gerais.

3.1.3. Estimativa do Avanço Genético pela Regressão L_1

Em virtude da ineficácia do método da regressão de mínimos quadrados em avaliar o avanço genético do programa de

melhoramento do arroz irrigado, adotou-se um novo procedimento denominado de regressão L_1 ou regressão de erros absolutos. Ao contrário da regressão de mínimos quadrados, a regressão L_1 é menos sensível a valores aberrantes, ou seja, ela acomoda a possibilidade da presença de valores aberrantes. Huber (1973), citado por NARULA & STANGENHAUS (1988) fez o seguinte comentário com relação ao problema de regressão: "Uma única observação grosseiramente aberrante é capaz de tornar inadequadas as estimativas de mínimos quadrados, e mais, é muito mais difícil detectar um valor aberrante em uma regressão do que no caso de estimação de um parâmetro de posição". Valores aberrantes associados a valores extremos das variáveis regressoras podem ser muito perniciosos (NARULA & STANGENHAUS, 1988). Os autores citam ainda que, em diversos estudos comparativos, o desempenho da regressão de erros absolutos foi pelo menos igual, quando não foi melhor do que a regressão de mínimos quadrados.

A quantificação dos avanços genéticos do programa de melhoramento do arroz irrigado, utilizando a regressão L_1 , mostrou que houve um ganho genético total de 566,5 kg/ha, com um ganho médio anual de 62,9 kg/ha (Figura 7). Em valores percentuais, estes ganhos foram de 11,1 e 1,2%, respectivamente. Como se observa, os ganhos genéticos obtidos pela regressão L_1 foram bastante superiores aos da regressão de mínimos quadrados ($388,1 \pm 252,9$ kg/ha e $43,1 \pm 28,1$ kg/ha, respectivamente), aproximando-se mais dos ganhos obtidos pela metodologia de VENCOVSKY et alii (1988) que foram, respectivamente, de 742,1 kg/ha e 82,5 kg/ha. Fica evidente, portanto, que a regressão L_1 foi mais eficiente do que a dos mínimos quadrados, na estimação

dos avanços genéticos.

Estimando-se os avanços genéticos do programa de melhoramento do arroz de sequeiro pela regressão L_1 , obteve-se um ganho total de 727,2 kg/ha, com um ganho médio anual de 80,8 kg/ha (Figura 7). Estes resultados se aproximam bastante do estimado pela regressão de mínimos quadrados ($713,1 \pm 125,8$ kg/ha e $79,2 \pm 14,0$ kg/ha, respectivamente). Isso já era esperado, uma vez que, nesse caso, não havia dados discrepantes e o $r^2 = 0,80^{**}$ foi altamente significativo, indicando que a regressão de mínimos quadrados foi eficiente na estimação do ganho genético, como discutido anteriormente. A semelhança dos resultados obtidos pelas duas estimativas confirma a inferência anterior de que o desempenho da regressão L_1 , quando não foi superior, foi pelo menos igual ao da regressão de mínimos quadrados.

Os resultados obtidos mostraram claramente que a regressão L_1 pode ser utilizada com bastante eficiência na estimação dos avanços genéticos, especialmente quando ocorrem valores discrepantes ou aberrantes associados a valores extremos das variáveis regressoras.

Observe-se também que, na estimação do progresso genético do programa de melhoramento do arroz de sequeiro, os ganhos obtidos pela regressão L_1 , praticamente, não diferiram daqueles estimados pela metodologia de VENCOVSKY et alii (1988), que foram de 698,1 kg/ha para o ganho total e 77,6 kg/ha para o ganho médio anual. A boa concordância das estimativas da metodologia de VENCOVSKY et alii (1988) com a da regressão de mínimos quadrados, quando o r^2 desta foi significativo, e com a da regressão L_1 indica que ela

fornece resultados confiáveis. Como ela foi proposta, não é possível inferir sobre o erro associado à estimativa do avanço genético. Contudo, se o avanço for estimado utilizando a metodologia dos quadrados mínimos ponderados, como realizado por RODRIGUES (1990), tem-se condição de estimar o erro associado à estimativa do avanço genético.

Além do mais, o método proposto por VENCovsky et alii (1988) é de aplicação muito mais geral, uma vez que não necessita de testemunhas comuns ao longo de todo o período. Depende apenas da existência de um número razoável de cultivares comuns a cada par de anos. Portanto, ela é muito mais flexível e permite que o programa de avaliação de cultivares seja mais dinâmico.

3.1.4. Performance do Melhoramento Genético do Arroz de Sequeiro Versus Irrigado

O desempenho do programa de melhoramento do arroz irrigado não teve a mesma performance do arroz de sequeiro, quando se compara o avanço genético relativo, embora o ganho em valores absolutos tenha sido semelhante, pelo método de VENCovsky et alii (1988), ou seja, 742,1 kg/ha e 698,1 kg/ha, respectivamente, no período considerado. Deve-se salientar que o melhoramento do arroz de sequeiro ficou limitado, até recentemente, a países do terceiro mundo, principalmente América Latina e África, onde os recursos aplicados na pesquisa sempre foram reduzidos e, em consequência, os progressos genéticos obtidos foram baixos. Desta forma, com o maior incentivo dispensado à pesquisa nas duas

últimas décadas, sobretudo no Brasil, foi possível obter ganhos em níveis consideráveis. Com o arroz irrigado, a situação foi diferente, pois sendo o arroz o principal alimento básico de vários países asiáticos, o apoio à pesquisa foi sempre maior, principalmente após a criação do IRRI em 1960 nas Filipinas, e avanços extraordinários foram obtidos nas décadas de cinquenta, e sessenta. Os resultados obtidos pelo IRRI chegaram cedo ao Brasil, causando grande impacto no rendimento das lavouras irrigadas na década de setenta. A partir de então, os avanços do melhoramento genético têm sido pequenos, como está ocorrendo em Minas Gerais.

Segundo os cientistas de plantas (IRRI, 1978a), citado por DE DATTA (1981), o limite de rendimento de grãos para o arroz irrigado no mundo é de 13-15 t/ha nas regiões tropicais e de 15-17 t/ha nas regiões temperadas, deixando claro o estágio do avanço que atingiu o melhoramento do arroz irrigado, onde, inclusive, alguns genótipos já atingiram a cifra das 12 t/ha em Minas Gerais (EPAMIG, 1984a e 1986a). As cultivares Inca, MG 1 e MG 2 recomendadas para o Estado têm ultrapassado, não raramente, a casa das 10 t/ha, indicando que os materiais já obtidos possuem alto potencial genético e que se os rendimentos não têm sido maiores é devido, principalmente, a manejo inadequado e à baixa fertilidade das várzeas, que muitas vezes são constituídas de solos Orgânicos e Glei Humico com sérios problemas ainda não esciarcidos pela pesquisa.

Somam-se, à discussão anterior, outros fatores que contribuíram para o menor avanço genético do arroz irrigado e entre eles podem-se destacar: (a) inclusão de cultivares

tradicionais de porte alto e de baixo potencial produtivo na rede de ensaios, como a Matão e De Abril; (b) participação da cultivar BR-IRGA 409, recomendada para o Sul do país, na rede de ensaios, a partir de 1984/85, como testemunha das linhagens precoces; (c) aumento da participação de linhagens de ciclo mais curto na rede de ensaios, as quais, além de possuírem menor potencial de rendimento de grãos, são mais atacados por pássaros, uma vez que são as primeiras a atingirem a maturação; (d) o enfoque principal dos atuais programas de melhoramento no Brasil tem sido a resistência às enfermidades e a obtenção de cultivares com melhor qualidade de grãos, tanto física quanto organoléptica, e (e) estreitamento da base genética. Informações existentes^{1/} mostram que as cultivares de arroz irrigado no Brasil possuem no seu conjunto gênico 80,71% da contribuição de apenas sete materiais.

3.1.5. Alternativas para Aumentar a Eficiência do Melhoramento Genético do Arroz

Sugere-se, portanto, como alternativa para aumentar a eficiência dos atuais programas de melhoramento que se promova uma escolha mais criteriosa dos pais que irão ser cruzados. Para isso, uma boa opção seria o teste de capacidade de combinação dos prováveis progenitores através de cruzamentos dialélicos. Além do mais, a seleção do material deve ser realizada "in loco", ou seja, no ambiente de cultivo, se possível a partir das primeiras

^{1/} CNPAF - dados ainda não publicados.

gerações, e que se aumente a precisão dos experimentos, visando a detectar diferenças genotípicas cada vez menores.

A escolha dos pais, em geral é feita baseando-se na experiência do melhorista, considerando caracteres fenotípicos como tipo de planta, capacidade de perfilhamento, tolerância a enfermidades, porte, tipo de grão e rendimento de grãos, mas pouco se sabe sobre a capacidade de combinação deles. Portanto, conhecendo-se as características fenotípicas dos pais, bem como a capacidade de combinação, aumentam-se as chances de se identificarem genótipos superiores no tocante a rendimento de grãos. Outra alternativa é introduzir o grupo de progenitores já testados e disponíveis nas instituições de pesquisa que já fazem cruzamentos a vários anos e proceder a uma triagem daqueles que se mostrarem promissores ao novo ambiente.

Em virtude da falta de infra-estrutura e do reduzido número de pesquisadores, aliado aos poucos recursos, nas instituições estaduais de pesquisa, a estratégia adotada tem sido a de introduzir linhagens já fixadas, obtidas principalmente pela EMBRAPA/CNPAP e centros internacionais de pesquisa (CIAT, IRRI, etc.). Embora a referida estratégia tenha produzido resultados bastante positivos no passado recente, atualmente, face aos avanços já obtidos, tem sido pouco eficiente para os caracteres de baixa herdabilidade, sobretudo, para rendimento de grãos. Desta forma, a alternativa mais viável seria a de dotar as instituições estaduais de pesquisa de infra-estrutura e pessoal qualificado para desenvolver os programas de melhoramento genético de arroz irrigado em todas suas fases, procurando, todavia, manter a integração com as outras instituições de

pesquisa. Uma outra opção, que já vem sendo utilizada, inclusive pela EPAMIG, é a introdução de populações segregantes, nas gerações iniciais, para se proceder à seleção nas regiões de cultivo, a qual propicia eleger genótipos superiores que, muitas vezes, são descartados, quando a seleção é feita em ambientes diferentes do de cultivo.

A seleção recorrente, também, é uma alternativa muito promissora para se obterem linhagens de maior potencial genético para produção de grãos, uma vez que ela permite recombinar alelos favoráveis existentes em progenitores diferentes num único genótipo.

Após a obtenção das linhagens, procede-se aos ensaios de competição em nível preliminar e avançado (regional), através dos quais são identificados os genótipos superiores. Logo, a condução de experimentos com alto grau de precisão (baixo erro experimental) é condição imprescindível para detectar as diferenças genéticas cada vez menores entre os materiais avaliados. Assim, nas várzeas sistematizadas, onde, normalmente, há, um gradiente de fertilidade, provocado por cortes e aterro do solo, que geralmente contribui significativamente para o erro experimental, uma das alternativas é utilizar um delineamento mais apropriado. Desta forma, a substituição do delineamento em blocos casualizados, comumente utilizado, por látice, por exemplo, poderá reduzir o erro experimental, melhorando, conseqüentemente, a eficiência da seleção.

4. Conclusões

1. As três metodologias (VENCOVSKY et alii, 1988; regressão linear de mínimos quadrados e regressão L_1) utilizados para estimar os avanços genéticos mostraram-se eficientes; contudo, o uso da regressão de mínimos quadrados só é recomendado quando os desvios entre os genótipos transitórios e as cultivares padrões se ajustarem à equação de regressão linear.

2. Os programas de melhoramento de arroz de sequeiro e irrigado por inundação da EPAMIG foram eficientes durante a década de oitenta, proporcionando ganhos genéticos anuais de 3,0% e 1,6%, respectivamente. Para melhorar ou pelo menos manter essa eficiência, sugere-se intensificar a avaliação das progênes, nas condições do Estado de Minas Gerais, já nas primeiras gerações segregantes.

5. Resumo

Visando a quantificar os avanços genéticos obtidos pelos programas de melhoramento de arroz de sequeiro e irrigado por inundação da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), na década de oitenta, empreendeu-se o presente estudo, utilizando-se os dados de rendimento de grãos dos ensaios comparativos avançados de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro e irrigado, no período de 1979/80 a 1988/89. Para tanto, foram utilizadas as metodologias de VENCovsky et alii (1988), a da estimativa da regressão linear de mínimos quadrados e a da regressão L_1 ou de erros absolutos.

Os resultados mostraram que, para o programa de melhoramento de arroz de sequeiro, o ganho genético total foi de 698,1 kg/ha pelo método de VENCovsky et alii (1988), de $713,1 \pm 125,8$ kg/ha pelo método da regressão linear de mínimos quadrados e de 727,2 kg/ha, utilizando-se a regressão L_1 , proporcionando, assim, um ganho médio anual de 77,6 kg/ha, $79,2 \pm 14,0$ kg/ha e 80,8 kg/ha, respectivamente. Em termos percentuais, os ganhos médios anuais pelas três metodologias ficaram em torno de 3,0%, indicando que as mesmas foram igualmente eficientes na determinação do avanço genético.

Para o arroz irrigado, o ganho genético total foi de 742,1 kg/ha pela metodologia de VENCovsky et alii (1988), de $388,1 \pm 252,9$ kg/ha pelo método da regressão linear de mínimos quadrados e de 566,5 kg/ha, usando-se a regressão L_1 , correspondendo, portanto, a ganhos médios de 82,5 kg/ha, $43,1 \pm 28,1$ kg/ha e 62,9 kg/ha, respectivamente. Esses resultados produziram ganhos médios

anuais percentuais, respectivamente, de 1,6, 0,8% e 1,2%, ficando, portanto, muito aquém do ganho obtido com o programa de melhoramento do sequeiro. Ao contrário desse último, para o programa de arroz irrigado não houve tanta coerência entre os métodos na determinação do avanço genético. Como o coeficiente de determinação da equação de regressão linear de mínimos quadrados foi não significativo, estatisticamente, no caso do arroz irrigado ($r^2 = 0,23$) e significativo para o arroz de sequeiro ($r^2 = 0,80^{**}$) pôde-se inferir que o método da regressão linear de mínimos quadrados só tem validade se houver um bom ajustamento da reta à equação de regressão. A regressão L_1 é menos sensível a valores aberrantes, do que a regressão linear de mínimos quadrados e, dessa forma, deve ser a preferida, quando o r^2 dessa última for baixo.

Concluiu-se, assim, que os programas de melhoramento de arroz da EPAMIG, especialmente o de sequeiro, produziram ganhos genéticos bastante significativos ao longo da década de oitenta e que as três metodologias foram eficientes para determinação dos avanços genéticos. A utilização de uma ou outra vai depender da disponibilidade de testemunhas comuns durante todo o período de avaliação que são exigidos pelos métodos da regressão, ou de alguns materiais comuns a cada par de anos, usadas para isolar o efeito ambiental, no caso do método de VENCovsky et alii (1988).

6. Summary

Genetic Advances Obtained with the Upland and Paddy Rice Breeding Program from EPAMIG, in the Eighties.

This study aimed to quantify the genetic advance, obtained in the breeding program of the upland and paddy rice carried out by "Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais" (EPAMIG) in the eighties. Grain yield data from advanced comparative assays of cultivars and lines of upland and paddy rice in the period of 1979/80 to 1988/89 were used. It was used the methods of VENCovsky et alii (1988), least square linear regression and L_1 regression or absolute errors.

The results showed that for the breeding program for upland rice the total genetic gain was 698.1 kg/ha by the VENCovsky et alii (1988) method, 713.1 ± 125.8 kg/ha by the least square linear regression method, and 727.2 kg/ha using L_1 regression. The average annual gain was 77.6 kg/ha, 79.2 ± 14.0 kg/ha and 80.8 kg/ha, respectively. The annual gain, in percentage, by the three methods was around 3%, indicating that they were equally efficient to determine the genetic advances.

For the paddy rice, the total genetic gain was 742.1 kg/ha by the methodology of VENCovsky et alii (1988), 388.1 ± 252.9 kg/ha by the least square linear regression and 566.5 kg/ha using L_1 regression, corresponding to average gains of 62.5 kg/ha, 43.1 ± 28.1 kg/ha and 62.9 kg/ha, respectively. The average annual gain in percentage was, respectively, 1.6%, 0.8%

and 1.2%. These results were far from the gains obtained with the upland breeding program. Contrary to the upland breeding program, the methodologies produced no coherent results in the determination of genetic gains for the paddy rice. As the determination coefficient of the least square linear regression was not statistically significant for the paddy rice ($r^2 = 0.23$) and significant for the upland rice ($r^2 = 0.80^{**}$) it could be deduced that the least square linear regression has validity only when the line has a good fit to the regression equation. The L_1 regression is less sensible to aberrant values than the least square linear regression and then it should be preferred when the r^2 from the latter method has low value.

It was concluded that the EPAMIG's rice breeding program, specially for the upland rice had a genetic gain much more significative along the eighties and that the three methodologies were efficient to estimate genetic gains. The use of either methodology will depend upon the availability of common controls during all the evaluation period that are necessary for the regression method or some materials that are common to each couple of years used to isolate the environmental effect in the case of the VENCovsky et alii (1988) method.

TABELA 1 - Média geral dos ensaios e dos tratamentos comuns em cada ano de avaliação, número de locais e de tratamentos constituintes dos ensaios em cada ano agrícola e o avanço genético obtido nos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro da EPAMIG, no período de 1979/80 a 1988/89 (método de VENCOVSKY et alii, 1988).

Ano Agrícola	Nº de locais	Média geral (kg/ha)	Média tratamentos comuns (kg/ha)	Nº tratamentos		Avanço genético (kg/ha)
				Total	Comuns	
1979/80	5	2601,9	2664,6	12	8	69,3
1980/81	3	2275,5	2268,9	10	8	
1980/81	3	2275,5	2345,1	10	8	85,0
1981/82	4	2215,5	2200,1	11	8	
1981/82	4	2215,5	2276,3	11	3	-222,6
1982/83	5	3651,7	3935,1	21	3	
1982/83	5	3651,7	3802,3	21	8	180,5
1983/84	4	1744,3	1714,4	20	8	
1983/84	4	1744,3	1892,6	20	7	81,8
1984/85	6	2310,6	2377,1	20	7	
1984/85	6	2310,6	2346,8	20	13	74,9
1985/86	5	2229,3	2190,6	20	13	
1985/86	5	2229,3	2273,5	20	12	161,2
1986/87	7	3264,4	3147,4	16	12	
1986/87	7	3264,4	3386,7	16	10	166,0
1987/88	7	2106,8	2063,1	12	10	
1987/88	7	2106,8	2132,5	12	8	102,0
1988/89	6	2292,9	2216,6	12	8	
Avanço genético total						698,1 (26,8%)
Ganho médio anual						77,6 (3,0%)

TABELA 2 - Média geral dos ensaios e dos tratamentos comuns em cada ano de avaliação, número de locais e de tratamentos constituintes dos ensaios em cada ano agrícola e o avanço genético obtido nos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado da EPAMIG, no período de 1979/80 a 1988/89 (método de VENCOVSKY et alii, 1988).

Ano Agrícola	Nº de locais	Média geral (kg/ha)	Média tratamentos comuns (kg/ha)	Nº tratamentos		Avanço genético (kg/ha)
				Total	Comuns	
1979/80	6	5102,1	5564,8	12	5	429,3
1980/81	5	6223,9	6257,3	8	5	
1980/81	5	6223,9	6223,9	8	8	-86,1
1981/82	3	6006,6	6092,7	10	8	
1981/82	3	6006,6	6218,2	10	5	-192,8
1982/83	4	5672,4	6076,8	15	5	
1982/83	4	5672,4	6202,9	15	4	308,8
1983/84	5	7057,9	7279,6	16	4	
1983/84	5	7057,9	7454,2	16	9	45,4
1984/85	5	6242,5	6593,4	20	9	
1984/85	5	6242,5	6671,0	20	9	213,1
1985/86	5	6174,1	6389,5	20	9	
1985/86	5	6174,1	6242,1	20	13	53,5
1986/87	6	6404,2	6418,7	16	13	
1986/87	6	6404,2	6321,0	16	10	-141,8
1987/88	6	6423,5	6482,1	12	10	
1987/88	6	6423,5	6426,1	12	5	112,7
1988/89	6	5302,3	5192,2	16	5	
Avanço genético total						742,1 (14,5%)
Ganho médio anual						82,5 (1,6%)

1. The first part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee. The names are listed in alphabetical order, and the addresses are given in full. The list is as follows:

Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.

Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.

3. The third part of the document is a list of the names and addresses of the members of the committee. The names are listed in alphabetical order, and the addresses are given in full. The list is as follows:

Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.

4. The fourth part of the document is a list of the names and addresses of the members of the committee. The names are listed in alphabetical order, and the addresses are given in full. The list is as follows:

Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.

5. The fifth part of the document is a list of the names and addresses of the members of the committee. The names are listed in alphabetical order, and the addresses are given in full. The list is as follows:

Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.
Mr. J. H. Smith, 123 Main Street, New York, N. Y.

TABELA 3 - Análise de variância conjunta das médias das cultivares padrões versus genótipos transitórios (tratamentos), oriundas de todos os locais, em cada ano, e os dez anos considerados no estudo, obtidos dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro da EPAMIG, no período de 1979/80 a 1988/89.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos (T)	1	886.911	886.911	8,77*
Anos (A)	9	32.282.778	3.586.975	-
T x A	9	1.520.863	168.985	1,67
Erro médio	(42)	-	101.137,9	
Total	103	34.690.552		

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 4 - Análise de variância conjunta das médias das cultivares padrões versus genótipos transitórios (tratamentos), oriundas de todos os locais, em cada ano, e os dez anos considerados no estudo, obtidos dos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado da EPAMIG, no período de 1979/80 a 1988/89.

FV	GL	SQ	QM	F
Tratamentos (T)	1	3.354.856	3.354.856	32,12**
Anos (A)	9	31.076.314	3.452.924	-
T x A	9	1.689.098	187.678	1,80
Erro médio	(42)	-	104.434,5	
Total	103	36.120.268		

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

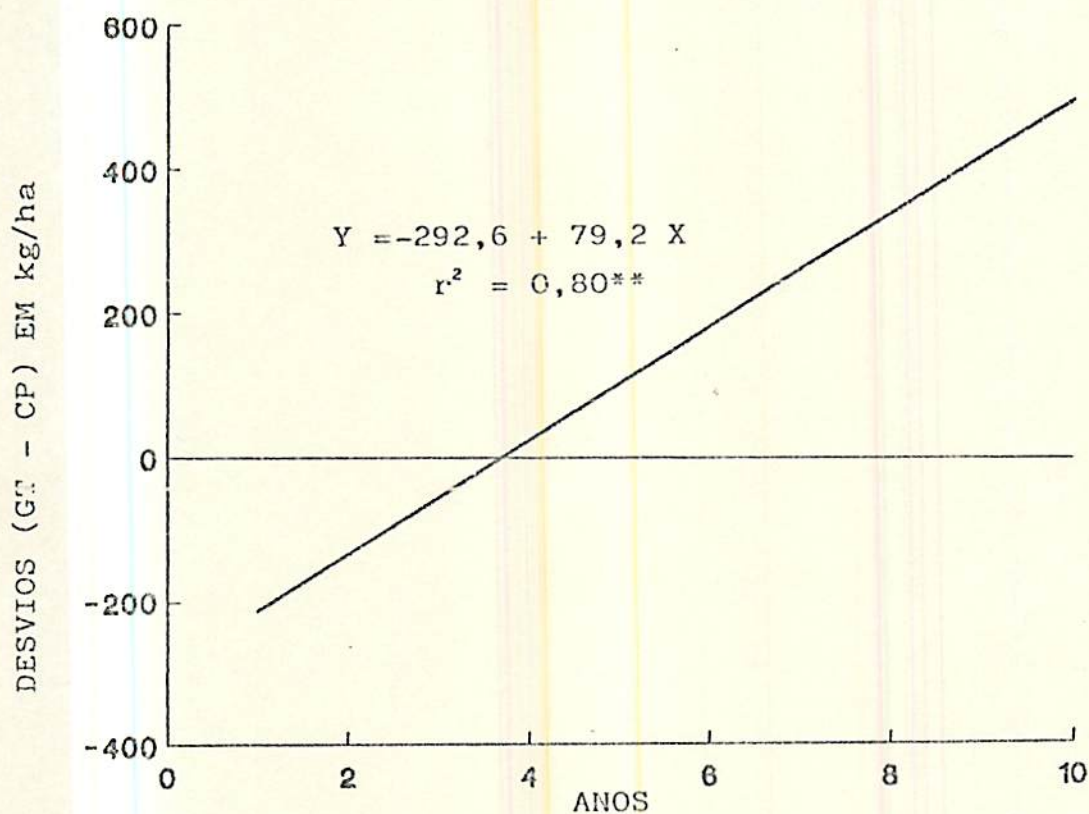


FIGURA 1 - Regressão de mínimos quadrados das diferenças das médias de rendimento de grãos anuais (desvios) entre os genótipos transitórios (GT) e as cultivares padrões (CP) sobre os anos, durante a década de oitenta, utilizando resultados dos ensaios comparativos avançados do arroz de sequeiro.

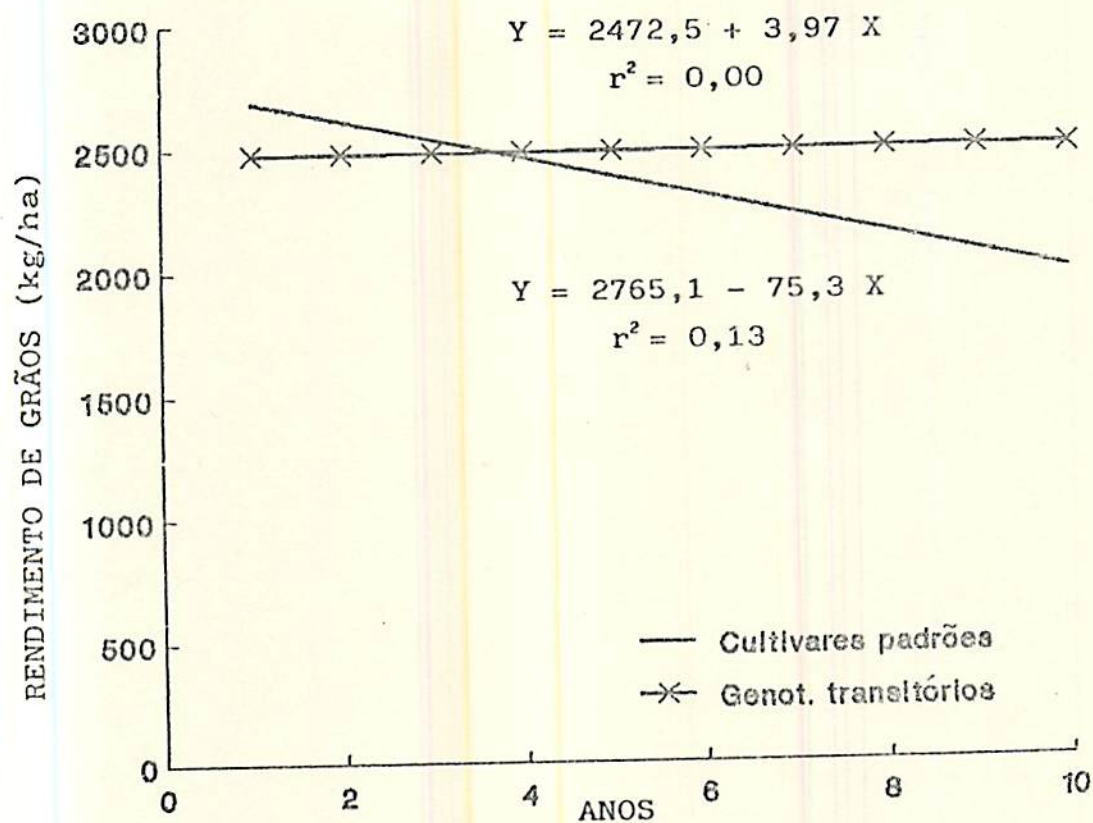


FIGURA 2 - Desempenho das cultivares padrões e dos genótipos transitórios nos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro da EPAMIG, estimados pela regressão de mínimos quadrados.

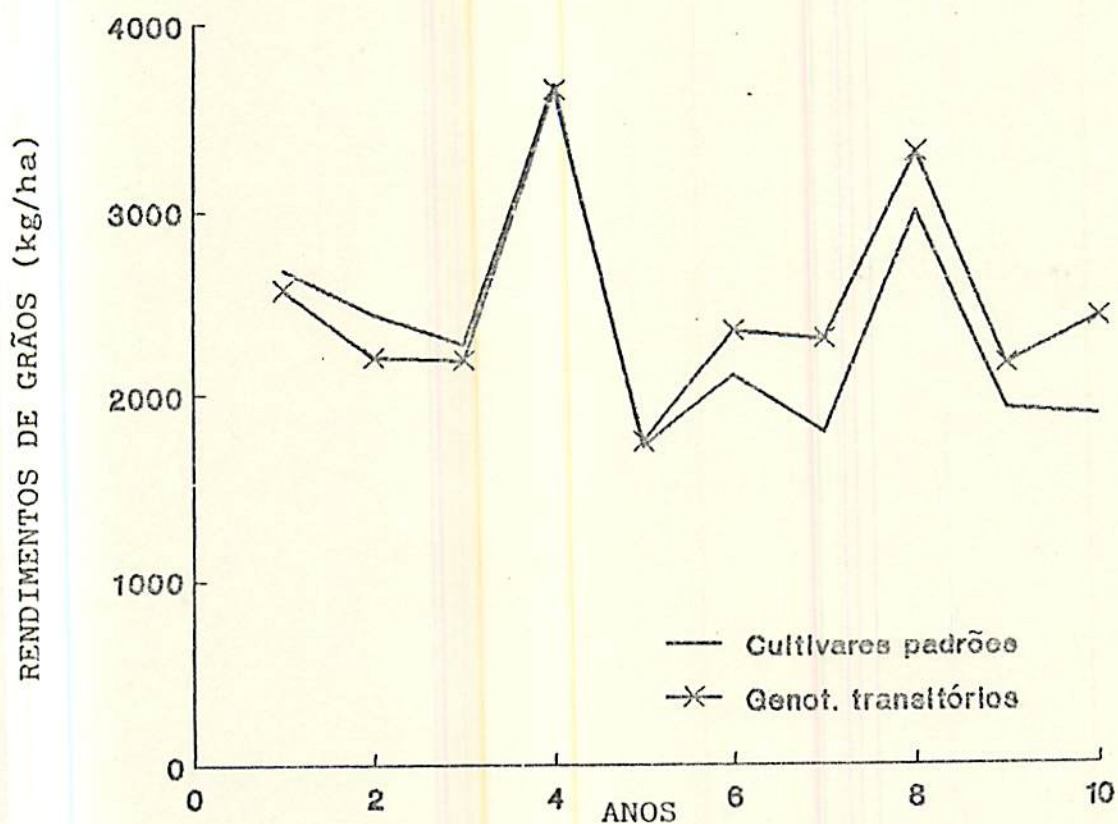


FIGURA 3 - Flutuação dos rendimentos médios de grãos (kg/ha) das cultivares padrões e genótipos transitórios ao longo da década de oitenta, obtidos dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro da EPAMIG.

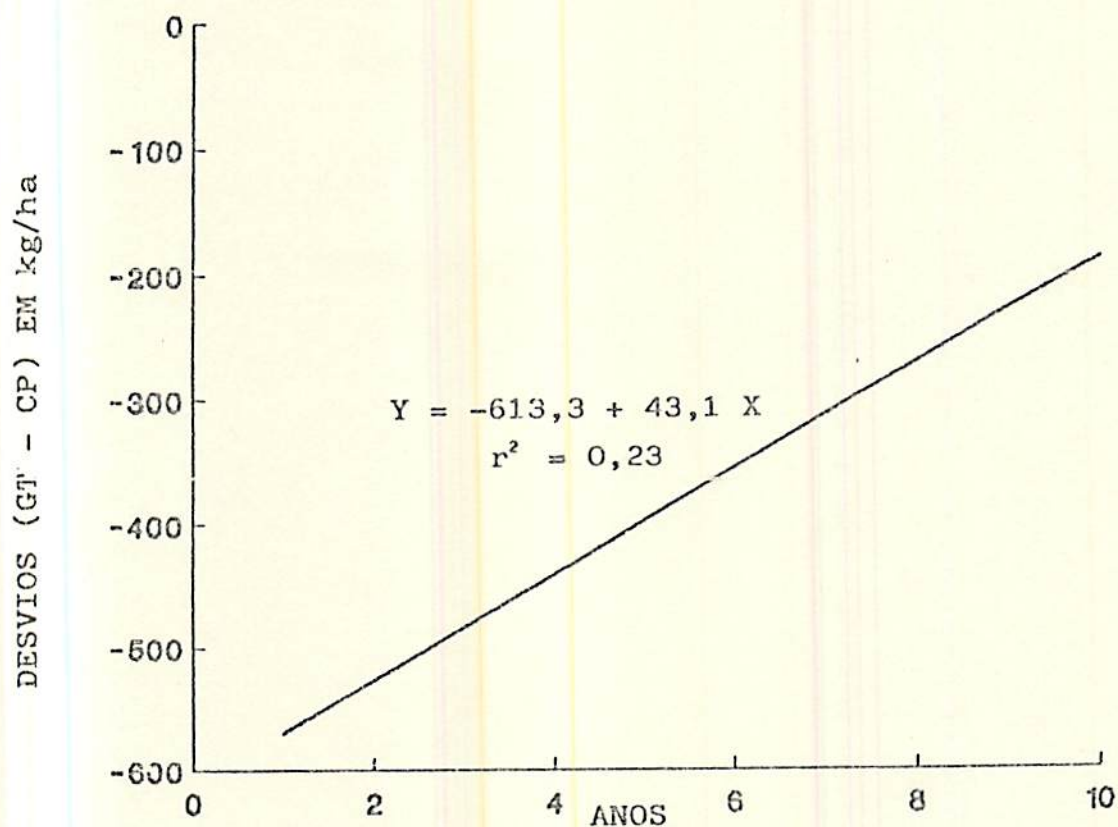


FIGURA 4 - Regressão de mínimos quadrados das diferenças das médias de rendimento de grãos anuais (desvios) entre os genótipos transitórios (GT) e as cultivares padrões (CP) sobre os anos, durante a década de oitenta, utilizando resultados dos ensaios comparativos avançados do arroz irrigado.

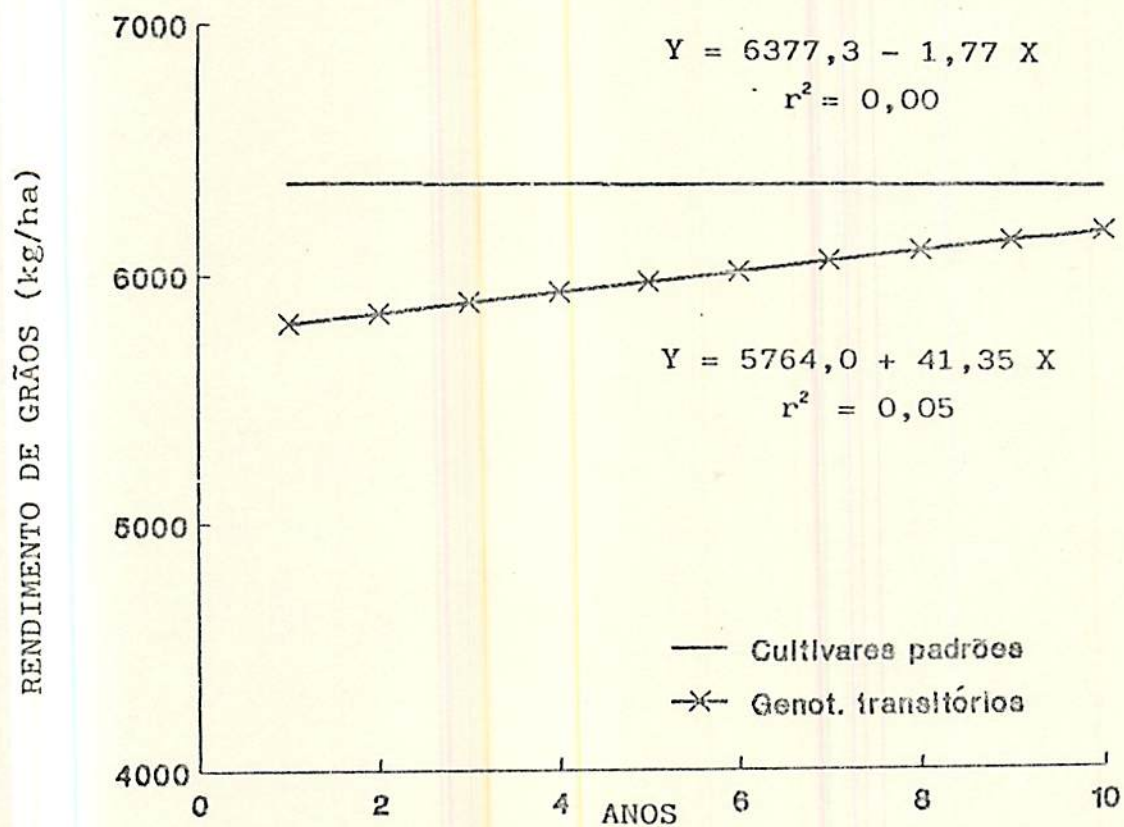


FIGURA 5 - Desempenho das cultivares padrões e dos genótipos transitórios nos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado da EPAMIG, estimados pela regressão de mínimos quadrados.

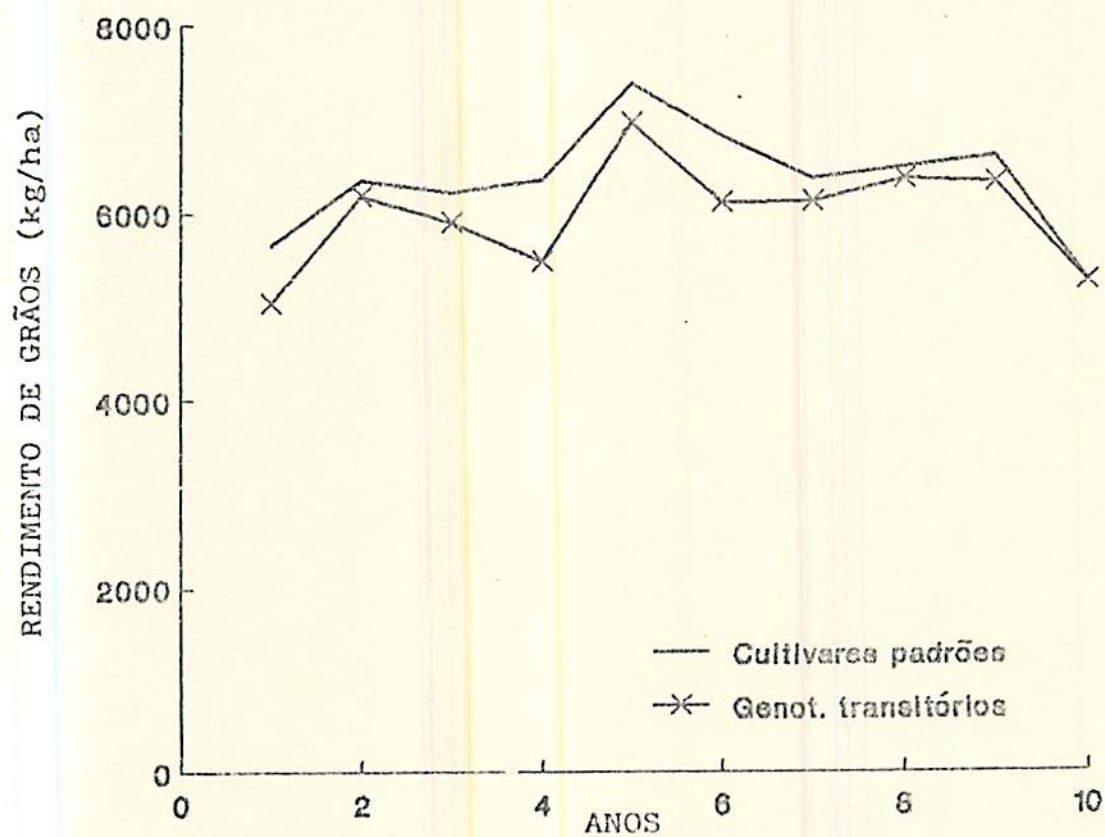


FIGURA 6 - Flutuação dos rendimentos médios de grãos (kg/ha) das cultivares padrões e genótipos transitórios ao longo da década de oitenta, obtidos dos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado da EPAMIG.

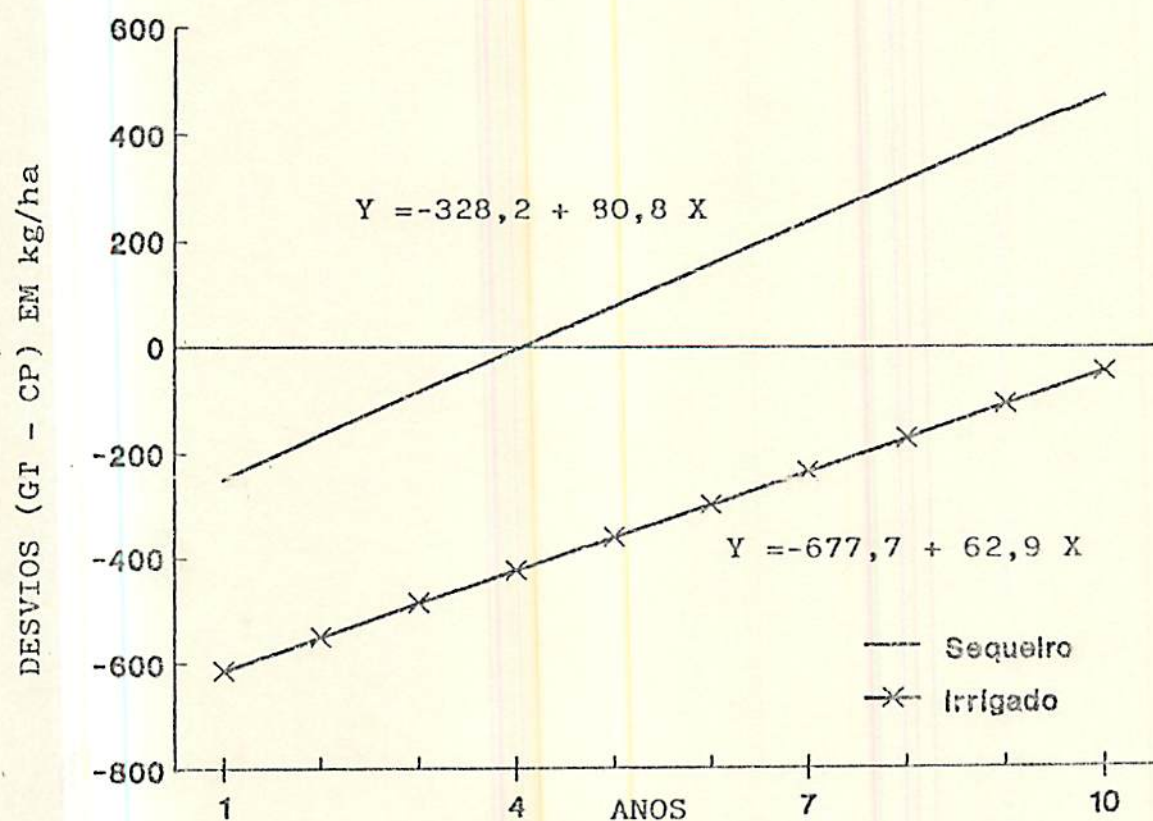


FIGURA 7 - Avanços genéticos ocorridos nos programas de melhoramento do arroz de sequeiro e irrigado da EPAMIG, na década de oitenta, estimados pela regressão L_1 .

4-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ABREU, A. de F.B. ; RAMALHO, M.A.P. ; SANTOS, J.B. dos & MARTINS, L.A. Progresso do melhoramento genético do feijoeiro nas décadas de setenta e oitenta nas Regiões do Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 1992 (no prelo).
02. ALLARD, R.W. Princípios do melhoramento genético de plantas. São Paulo, Edgard Blücher , 1971. 381p.
03. _____ & BRADSHAW, A. D. Implication of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. Crop Science, Madison, 4(5):503-7, 1964.
04. ARANTES, N. E. Interação genótipo x ambiente e estudo de alternativas para seleção de variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), com base em testes regionais. Viçosa, UFV, 1979. 51p. (Tese MS).
05. BARTHOLO, G.F. Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de doze cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em quinze ambientes de Minas Gerais. Viçosa, UFV, 1978. 28p. (Tese MS).

06. BECKER, H. C. Biometrical and empirical relations between different concepts of phenotypic stability, In: QUANTITATIVE genetics and breeding methods. Versailles, INRA, 1981a. p. 307-14.
07. _____. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. Euphytica, Wageningen, 30:835-40, 1981b.
08. _____. GEIGER, H. H. & MORGENSTERN, K. Performance and phenotypic stability of different hybrid types in winter rye. Crop Science, Madison, 22:340-4, Mar./Apr. 1982.
09. _____ & LÉON, J. Stability analysis in plant breeding. Plant Breeding, Berlin, 101:1-23, 1988.
10. BOERNA, H. R. Comparison of past and recently developed soybean cultivars in maturity groups VI, VII and VIII. Crop Science, Madison, 19: 611-3, 1979.
11. 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, ESALQ/USP, 1978. 75p. (Tese MS).
12. BRADSHAW, A. D. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. Advances Genetics, New York, 13: 115-55, 1965.
13. BRANDÃO, S. S. Cultura do arroz. Viçosa, UFV, 1974. 194p.
14. BREWBAKER, J. L. Genética na Agricultura. São Paulo, Polígno, 1969. 217p.
15. COCHRAN, W. G. & COX, G.M. Experimental designs. New York, John Wiley & Sons, 1957. 616p.

16. CROSSA, J. Statistical analysis of multilocation trials. *Advances in Agronomy*, New York, 44:55-85, 1990.
17. CRUZ, C. D. ; TORRES, R. A. & VENCOVSKY, R. Um modelo alternativo para a análise de estabilidade proposta por SILVA & BARRETO. S.n.t. 18p. (Trabalho apresentado no Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 26, Piracicaba, 1988).
18. DE DATTA, S.K. Principles and practices of rice production. New York, John Wiley & Sons, 1981. 618p.
19. DAVIDE, A.C. Avaliação da adaptabilidade e estabilidade fenotípica de progênies de *Eucalyptus pellita* S. Muell, introduzidas da Austrália. Curitiba, UFRR, 1992. 114p. (Tese de Doutorado).
20. _____. Estabilidade fenotípica em espécies florestais. Piracicaba, IPEF, 1990. 6p. (IPEF. Circular Técnica, 172).
21. EBERHART, S. A. & RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, Madison, 6:36-40, 1966.
22. _____ & _____. Yield and stability for a 10 line diallel of sing-cross and double-cross Maize hybrids. *Crop Science*, Madison, 9:357-61, 1969.
23. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. Guarani; cultivar de arroz de sequeiro. Goiânia, 1987. (Folder).
24. _____ . _____. Rio Paranaíba; cultivar de arroz de sequeiro. Goiânia, 1986. (Folder).
25. EMPRESA DE PESQUISA AGRPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Douradão; nova cultivar de arroz de sequeiro para Minas Gerais. Belo Horizonte, s.d. (Folder).

26. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Inca, nova cultivar de arroz irrigado para Minas Gerais. Belo Horizonte, 1982. (Folder).
27. _____. Introdução, avaliação e utilização de germoplasma de arroz. Belo Horizonte, EPAMIG, 1984a. (Relatório de pesquisa apresentado à EMBRAPA/CNPAP, 1980/84).
28. _____. Introdução avaliação e utilização de germoplasma de arroz irrigado. Belo Horizonte, EPAMIG, 1984b. (Projeto de pesquisa apresentado à EMBRAPA/CNPAP, 1984).
29. _____. Introdução, avaliação e utilização de germoplasma de arroz irrigado. Belo Horizonte, EPAMIG, 1985a. (Relatório de pesquisa apresentado à EMBRAPA/CNPAP, 1984/85).
30. _____. Introdução, avaliação e utilização de germoplasma de arroz irrigado. Belo Horizonte, EPAMIG, 1986a. (Relatório de pesquisa apresentado à EMBRAPA/CNPAP, 1984/86).
31. _____. Introdução, avaliação e utilização de germoplasma de arroz irrigado. Belo Horizonte, EPAMIG, 1987a. (Relatório de pesquisa apresentado à EMBRAPA/CNPAP, 1984/87).
32. _____. Introdução avaliação e utilização de germoplasma de arroz irrigado. Belo Horizonte, EPAMIG, 1988a. (Relatório de pesquisa apresentado à EMBRAPA/CNPAP, 1984/88).
33. _____. Introdução, avaliação e utilização de germoplasma de arroz irrigado. Belo Horizonte, EPAMIG 1989a. (Relatório de pesquisa apresentado à EMBRAPA/CNPAP, 1984/89).

34. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS.
Introdução, avaliação e utilização de germoplasma de arroz de sequeiro. Belo Horizonte, EPAMIG 1984c. (Projeto de pesquisa apresentado à EMBRAPA/CNPAP, 1984).
35. _____. Introdução avaliação e utilização de germoplasma de arroz de sequeiro. Belo Horizonte, EPAMIG, 1985b. (Relatório de pesquisa apresentado à EMBRAPA/CNPAP, 1984/85).
36. _____. Introdução, avaliação e utilização de germoplasma de arroz de sequeiro. Belo Horizonte, EPAMIG, 1986b. (Relatório de pesquisa apresentado à EMBRAPA/CNPAP, 1984/86).
37. _____. Introdução, avaliação e utilização de germoplasma de arroz de sequeiro. Belo Horizonte, EPAMIG, 1987b. (Relatório de pesquisa apresentado à EMBRAPA/CNPAP, 1984/87).
38. _____. Introdução, avaliação e utilização de germoplasma de arroz de sequeiro. Belo Horizonte, EPAMIG, 1988b. (Relatório de pesquisa apresentado à EMBRAPA/CNPAP, 1984/88).
39. _____. Introdução, avaliação e utilização de germoplasma de arroz de sequeiro. Belo Horizonte, EPAMIG, 1989b. (Relatório de pesquisa apresentado à EMBRAPA/CNPAP, 1984/89).
40. _____. Projeto Arroz; relatório 74/75. Belo Horizonte, 1975. 64p.
41. _____. Projeto Arroz; relatório 77/78. Belo Horizonte, 1978. 175p.

42. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Projeto Arroz; relatório 78/80. Belo Horizonte, 1980. 280p.
43. _____. Projeto Arroz; relatório 80/83. Belo Horizonte, 1992. (no prelo).
44. _____. Rio Doce, nova cultivar de arroz de sequeiro para o Sul de Minas, Vale do Rio Doce e Zona da Mata de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1991. (Folder).
45. FALCONER, D.S. Introdução à genética quantitativa. Viçosa, UFV, 1981. 279p.
46. FELÍCIO FILHO, A. Algumas considerações sócio-econômicas da cultura do arroz. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 5(55):11-5, jul. 1979
47. FERREIRA, D. F. ; RAMALHO, M. A. P. & ABREU, A. de F. B. Utilização da testemunha na avaliação da estabilidade em experimentos de avaliação de cultivares. Ciência e Prática, Lavras, 1991. (no prelo).
48. FINLAY, K. W. & WILKSON, G. N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. Australian Journal Agricultural Research, Victoria 14:742-54, 1963.
49. FREEMAN, G.H. & PERKINS, J. M. Environmental and genotype-environmental components of variability. VIII. Relations between genotypes grown in different environmental and measures of there environments. Heredity, Edinburgh, 27:15-23, 1971.
50. GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 7.ed. São Paulo, USP-ESALQ/Nobel, 1977. 430p.

51. JENNINGS, P.R. ; COFFMAN, W.R. & KAUFFMAN, H.E. Mejoramiento de Arroz. Cali, Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT, 1981. 233p.
52. KEMPTHORNE, O. An introduction to genetic statistic. Ames, Iowa, The Iowa State University Press, 1973. 454p.
53. LÉON, J. & BECKER, H. C. Repeatability of some statistical measury of phenotypic stability Correlations between single year results and multi years results. Plant Breeding, Berlin, 100:137-42, 1988.
54. LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento de safras agrícolas no ano civil. Rio de Janeiro, IBGE, v.3, n.9, set. 1991. 70p.
55. LIN, C. S.; BINNS, M. R. & LEFKOVITCH, L. P. Stability anlysis:where do we stand, Crop Science, Madison, 26(5):894-900, 1986.
56. MARIOTTI, J. A.; OYARZABAL, E.S.; OSA, J. M.; BULACIO, A.M.R. & ALMADA, G. H. Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genótipos de caña de azucar. I. Interacciones dentro de uma localidad experimental. Revista Agronômica del Nordeste Argentino, Tucuman, 13(1/4):105-27, 1976.
57. MEREDITH Jr., W. R. & BRIDGE, R. R. Genetic contributions to yield changes in upland cotton. In: FEHR, W.R., ed. Genetic contributions to yield gains of five major crop plants. Madison, Crop Science Society of Agronomy, 1984. p.75-87.
58. MILLER, F. R. & KEBEDE, Y. Genetic contributions to yield gains in sorghum, 1950 to 1980. In: FEHR, W.R., ed. Genetic contributions to yield gains of five major crop plants. Madison, Crop Science Society of America/American Society of Agronomy, 1984. p.1-14.

59. MORAIS, O. P. de. Adaptabilidade, estabilidade de comportamento e correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente em variedades e linhagens de arroz (*Oriza sativa* L.). Viçosa, UFV, 1980. 118p. (Tese MS).
60. _____ ; SILVA, J. C.; VIEIRA, C.; SOARES, P. C. & GALVÃO, J. D. Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de variedades e linhagens de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado, em Minas Gerais. Revista Ceres, Viçosa, 28(156):150-8, 1981.
61. _____ & SOARES, P.C. Melhoramento da Cultura de arroz em Minas Gerais, em 1978/79 e 1979/80. In: EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. Projeto arroz; relatório 78/80. Belo Horizonte, 1983. p.17-20.
62. _____ ; SOARES, P. C. & GIUDICE, R. M. del. Espécies e cultivares de arroz. Informe Agropecuario, Belo Horizonte, 5(55):28-32, 1979.
63. _____ ; SOARES, P. C. ; VIEIRA, C. & SILVA, J. C. Adaptabilidade e estabilidade de comportamento de onze variedades de arroz de sequeiro no triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 17(5):721-8, maio 1982.
64. NARULA, S. C. & STANGENHAUS, G. Análise de regressão L_1 . São Paulo, USP, 1988. 62p. (8º Sinape - IMPA).
65. PERKINS, J. M. & JINKS, J. L. Environmental and genotype-environmental components of variability. III. Multiple lines and crosses. Heredity, Edinburgh, 23:339-56, 1968.
66. PINTHUS, M. J. Estimate of genotypic value: a proposed method. Euphytica, Wageningen, 22: 121-3, 1973.

67. PIRCHNER, F. Population genetics in animal breeding. 2. ed. New York, Plenum Press, 1983. 414p.
68. RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos & PINTO, C. B. Genética na agropecuária. São Paulo, Globo, 1990. 359p.
69. _____ ; _____ & ZIMMERMANN, M. J. de O. Interação dos genótipos por ambientes. In: RAMALHO, M. A. P. Genética quantitativa aplicada ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia, Universidade Federal de Goiás, 1992 (no prelo).
70. REDDY, J.N. Genotype and environment interaction in short-duration rice (*Oryza sativa*). Indian Journal of Agricultural Sciences, Cuttack, 61 (5):320-1, May 1991.
71. REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 13, Balneário Camboriú, 1984. Anais... Florianópolis, EMPASC, 1984. 380p.
72. REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 15, Porto Alegre, 1986. Anais... Porto Alegre, IRGA, 1986. 373p.
73. REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 16, Balneário Camboriú, 1987. Anais... Florianópolis, EMPASC, 1987. 389p.
74. REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 17, Pelotas, 1988. Anais... Pelotas, EMBRAPA-CPATB, 1988. 414p.
75. REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 2, Goiânia, 1980. Resumos... Brasília, EMBRAPA/CNPAP, 1980. 317p. (EMBRAPA/CNPAP-Documentos, 13).
76. REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3, Goiânia, 1987. Resumos... Goiânia, EMBRAPA/CNPAP, 1987. 132p. (EMBRAPA/CNPAP-Documentos, 19).

77. REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 4, Goiânia, 1990. Resumos... Goiânia, EMBRAPA/CNPAP, 1990. 125p. (EMBRAPA/CNPAP-Documentos, 26).
78. RIBEIRO, J. L. Aspectos econômicos da cultura do arroz, Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10(114):3-6, jun. 1984.
79. RODRIGUES, J. A. S. Progresso genético e potencial de risco da cultura do sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) no Brasil. Piracicaba, ESALQ, 1990, 171P. (Tese de Doutorado).
80. SANTOS, J. B. dos. Estabilidade fenotípica de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) nas condições do Sul de Minas Gerais. Piracicaba, ESALQ-USP, 1980. 110p. (Tese MS).
81. _____ ; VELLO, N. A. & RAMALHO, M. A. P. Stability of grain yield and of its basic componentes in beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, 5(4):761-772, 1982.
82. SCHMIDT, J. W. Genetic contributions to yield gains in wheat. In: FEHR, W.R., ed. Genetic contributions to yield gains of five major crop plants. Madison, Crop Science Society of Agronomy, 1984. p.89-101.
83. SCHNELL, F. W. & BECKER, H. C. Yield and yield stability in a balanced system of widely differing population structures in *Zea mays* L. Plant Breeding, Berlin, 97:30-8, 1986.
84. SCOTH, G. E. Selection of stability of yield in maize. Crop Science, Madison, 7: 549-51, 1967.

85. SILVA, J. G. & BARRETO, J. N. Aplicação de regressão linear segmentada em estudos da interação genótipo x ambiente. In: SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA A EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA, 1, 1985. Anais... Campinas, Fundação Cargill, 1985. p.49-50.
86. SOARES, A. A.; GUIMARÃES, E. P.; MORAIS, O. P. de & SOARES, P. C. Cultivares de arroz de sequeiro recomendadas para Minas Gerais e Região Centro-Oeste do Brasil. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 14(161):12-6, 1989.
87. _____ ; MORAIS, O. P. de & SOARES, P. C. Competição de cultivares e linhagens de arroz de sequeiro em Minas Gerais. Resultados de 1984/85 e 1985/86. In: REUNIÃO NACIONAL DE ARROZ, 3, Goiânia 1987. Resumos... Goiânia, 1987. p132.
88. _____ & SOARES, P. C. Competição de cultivares e linhagens de arroz irrigado em Minas Gerais. Resultados de 1984/85 e 1985/86. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ, 3, Goiânia. 1987. Resumos... Goiânia, 1987. p132.
89. _____ ; _____ & SOUZA, A. F. de. Rio paranaíba, cultivar de arroz de sequeiro para minas gerais. Revista Ceres, Viçosa, 39(224):378-84, 1992.
90. SOARES, P. C. & SOARES, A. A. Cultivares de arroz recomendadas para Minas Gerais. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10(114):6-13, jun. 1984.
91. SOUZA, M. A. Adaptabilidade, estabilidade, correlações e coeficiente de trilha em genótipos de trigo (*T. aestivum* L.) em doze ambientes de Minas Gerais. Viçosa, UFV, 1985. 118p. (Tese MS).

92. TEIXEIRA, S. M. & SANINT. L. R. Arroz em Minas Gerais, situação atual e contribuição da pesquisa. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 14(161):5-11, 1989.
93. TOLEDO, J. F. F; ALMEIDA, L. A. de; KIIHL, R. A. de S. & MENOSSO, O. G. Ganho genético em soja no estado do Paraná, via melhoramento. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 25(1):89-94, jan. 1990.
94. TORRES, R. A. de A. Estudo do controle genético da estabilidade fenotípica de cultivares de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ/USP, 1988. 133p. (Tese de Doutorado).
95. VENCovsky, R. Modelos estatísticos e implicações na estabilidade fenotípica. In: INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS FLORESTAIS. Programas cooperativos na área de melhoramento genético florestal. Piracicaba, IPEF/SIF/ESALQ/UFV, 1988. (no prelo).
96. _____; MORAES, A. R.; GARCIA, J. C. & TEIXEIRA, N. M. Progresso genético em vinte anos de melhoramento de milho no Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 16, Belo Horizonte, 1986. Anais... Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1988. p.300-7.
97. VERMA, M. M.; CHAHAL, G. S. & MURTY, B. R. Limitations of conventional regression analysis a proposed modification. Theoretical Applied genetics, Ludhiana, 53:89-91, 1978.
98. WESTCOTT, B. Some methods of analysing genotype-environment interactions. Heredity, Edinburgh, 56: 243-53, 1986.
99. WRICKE, G. Über eine methode zu erfassung der Okologischen streubreite in feldversuchen. Zeitschrift fuer Pflanzenzüchtung, Berlin, 47:92-6, 1962.

APÊNDICE

TABELA 1A- Análise de variância individual das médias de rendimento de grãos, obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro, no período de 1984/87, utilizadas para o estudo de adaptabilidade e estabilidade.

QM - 1984/85							
FV	GL	Lavras	Paracatu	P. de Minas	Patrocínio	P. Nova	Uberaba
Repetição	3						
Genótipo	7	1.694.015**	1.752.358**	4.898.979**	259.579**	2.481.710**	723.821**
Resíduo	21	128.978	202.408	107.982	60.794	337.875	160.984
C.V. (%)		24,11	35,95	11,87	14,99	22,98	11,22

*;** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 1A- Continuação

QM - 1985/86							1986/87
FV	GL	Lavras	Paracatu	P. de Minas	Patrocínio	Uberaba	Arcos
Repetição	3						
Genótipo	7	4.759.239**	1.027.803**	2.739.235**	604.964**	129.915*	9.208.845**
Resíduo	21	237.151	51.605	92.356	69.676	50.315	160.397
C.V. (%)		13,00	13,46	12,90	15,07	17,24	16,58

TABELA 1A- Continuação

QM-1986/87							
FV	GL	Lambari	Lavras	P. de Minas	Patrocínio	S. Gotardo	Uberaba
Repetição	3						
Genótipo	7	2.743.366**	3.750.155**	6.183.090**	1.368.716**	2.854.000**	76.259
Resíduo	21	224.595	267.599	131.992	253.295	47.299	220.994
CV (%)		11,84	11,98	12,98	14,80	6,77	24,07

TABELA 2A- Análise de variância individual das médias de rendimento de grãos, obtidos dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro, no período de 1965/66, utilizados para o estudo de adaptabilidade e estabilidade.

FV	GL	QM - 1965/66					1966/67
		Lavras	Paracatu	P. de Minas	Patrocínio	Uberaba	Arcos
Repetição	3						
Genótipo	7	4.151.709**	1.247.802**	2.144.733**	474.768**	149.355*	6.674.089**
Resíduo	21	361.246	101.031	83.100	33.984	49.679	155.617
CV (%)		16,14	16,55	10,76	10,45	17,21	14,03

*; ** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 2A- Continuação

FV	GL	QM - 1966/67					
		Lambari	Lavras	P. de Minas	Patrocínio	S. Gotardo	Uberaba
Repetição	3						
Genótipo	7	1.245.918**	2.977.264**	4.884.193**	1.449.097**	1.368.302**	154.157
Resíduo	21	226.243	326.463	209.460	285.460	159.796	176.615
CV (%)		10,91	12,27	13,83	15,26	14,54	21,98

TABELA 2A- Continuação

FV	GL	QM - 1967/68						
		Arcos	Lambari	Lavras	P. de Minas	Patrocínio	Uberaba	Unai
Repetição	3							
Genótipo	7	3.452.711**	206.327	1.517.949**	187.273	2.788.540**	645.461**	327.451
Resíduo	21	53.413	309.632	361.996	105.755	300.302	10.633	504.304
CV (%)		27,89	25,08	27,54	16,62	18,51	4,88	33,27

TABELA 3A- Análise de variância individual das médias de rendimento de grãos, obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado por inundação, no período de 1984/87, utilizados para o estudo de adaptabilidade e estabilidade.

QN - 1984/85						
FV	GL	Janaúba	Lambari	Leopoldina	P. de Moraes	Unaí
Repetição	3					
Genótipo	8	1.416.221	818.582**	417.681	2.487.646	945.081
Resíduo	24	1.887.491	126.153	234.575	2.289.487	430.097
CV (%)		13,89	8,08	8,04	22,29	10,79

*;** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 3A- Continuação

QN - 1985/86						
FV	GL	Janaúba	Lambari	Leopoldina	P. de Moraes	Unaí
Repetição	3					
Genótipo	8	347.026**	443.787	624.953	1.723.476*	4.706.455**
Resíduo	24	96.016	332.902	916.553	580.223	485.014
CV (%)		6,03	15,48	17,45	9,43	10,47

TABELA 3A- Continuação

QN - 1986/87							
FV	GL	Cambuquira	Capinópolis	Janaúba	Lambari	Leopoldina	P. de Moraes
Repetição	3						
Genótipo	8	2.164.643**	283.153	362.943	1.482.288	403.343	1.369.752*
Resíduo	24	380.982	195.968	1.089.796	680.287	674.518	495.489
CV (%)		9,98	8,66	15,98	14,79	11,08	8,76

TABELA 4A- Análise de variância individual das médias de rendimento de grãos, obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado por inundação, no período de 1985/88, utilizadas para o estudo de adaptabilidade e estabilidade.

QM - 1985/86						
FV	GL	Janaúba	Lambari	Leopoldina	P. de Moraes	Unai
Repetição	3					
Genótipo	7	2.234.350**	1.138.185**	2.214.889*	4.396.001**	3.735.825**
Resíduo	21	132.619	322.983	785.748	541.547	306.579
CV(%)		7,43	15,55	15,66	9,67	14,12

*;** Significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 4A - Continuação

QM - 1986/87							
FV	GL	Camбуquira	Capinópolis	Janaúba	Lambari	Leopoldina	P. de Moraes
Repetição	3						
Genótipo	7	4.833.311**	783.273*	5.108.512**	1.304.526*	17.619.234**	2.322.136**
Resíduo	21	563.133	265.353	1.346.001	453.742	670.092	524.872
CV(%)		12,64	10,30	18,66	11,80	12,06	9,32

TABELA 4A - Continuação

QM - 1987/88							
FV	GL	Camбуquira	Capinópolis	Janaúba	Lambari	Leopoldina	P. de Moraes
Repetição	3						
Genótipo	7	6.441.992**	3.749.906**	1.947.497**	1.234.938**	3.293.980**	930.570**
Resíduo	21	1.435.338	1.055.162	243.877	201.739	457.341	252.333
CV(%)		16,20	14,29	8,32	10,46	10,21	7,18

TABELA 5A - Análise de variância conjunta, envolvendo as médias de rendimento de grãos (kg/ha) dos genótipos avaliadas nas condições de sequeiro, nos períodos de 1984/87 e 1985/88, e os respectivos ambientes (locais e anos).

FV	Período			
	1984/87		1985/88	
	GL	QM	GL	QM
Repet./Amb.	54	385.670,57**	57	690.507,57**
Ambiente (A)	17	30.122.379,81**	18	31.578.887,83**
Genótipo (G)	7	17.558.952,01**	7	6.311.073,30**
G x A	119	1.745.711,53**	126(89) ^{1/}	1.652.009,12**
Erro	378	157.014,27	399(278) ^{1/}	200.777,86

^{1/} Graus de liberdade ajustados, utilizados para o teste F.

TABELA 6A - Análise de variância conjunta, envolvendo as médias de rendimento de grãos (kg/ha) dos genótipos avaliados nas condições irrigadas por inundação, nos períodos de 1984/87 e 1985/88, e os respectivos ambientes (locais e anos).

FV	Período			
	1984/87		1985/88	
	GL	QM	GL	QM
Repet./Amb.	48	2.337.432,64**	51	2.225.426,15**
Ambiente (A)	15	98.790.783,38**	16	52.023.950,00**
Genótipo (G)	8	1.657.677,53	7	31.276.553,65**
G x A	120(65) ^{1/}	1.222.756,82**	112(74) ^{1/}	2.000.785,85**
Erro	384(217) ^{1/}	682.096,23	357(246) ^{1/}	562.260,51

^{1/} Graus de liberdade ajustados, utilizados para o teste F.

TABELA 7A- Médias de rendimento de grãos (kg/ha) obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro, no período de 1979/80 a 1988/89.

Materiais/ locais	1979/80					Média
	Capinop	Uberab 1	Uberab 3	P. Minas	P. Nova	
IAC 47	3539	1249	3572	4201	1294	2771.0
IAC 164	3366	1080	3436	5137	1172	2838.2
IAC 25	3211	1238	2407	4533	814	2440.6
IAC 5032	3567	1125	3278	3823	1397	2638.0
IAC 5128	2878	1340	3226	3999	1625	2613.6
IAC 165	3644	1134	3281	5275	1189	2904.6
Dourado Precoco	2978	1196	3118	4679	950	2584.2
Pratão precoco	3011	1147	2915	4465	1097	2527.0
IAC 1131	2805	1093	3010	3936	1453	2459.4
IAC 1246	2900	938	3251	3807	1447	2468.6
IAC 5100	2894	1067	3028	3746	1403	2427.6
IAC 5544	3211	998	3324	3643	1575	2550.2
Média						2601.9

TABELA 7A- Continuação...

Materiais/ Locais	1980/81			Média
	Uberaba	Patos de Minas	Ponte Nova	
IAC 47	3317	3352	177	2282.0
IAC 164	3450	2942	1833	2741.7
IAC 25	2924	2787	1187	2299.3
IAC 5032	3030	3002	91	2041.0
IAC 5128	2322	3442	96	1953.3
IAC 165	3675	3321	1654	2883.3
Pratão Precoco	2423	2810	1087	2106.6
Dourado Precoco	2263	2102	1167	1844.0
IAC 47-72	2639	3433	256	2109.3
IAC 25-91	2658	3021	1804	2494.3
Média				2275.5

TABELA 7A- Continuação...

Materiais Locais	1981/82				Média
	Ponte Nova	Patos de Minas	Lavras	Uberaba	
IAC 47	2329	3416	2010	1548	2325.8
IAC 164	1800	4041	2133	1714	2422.0
IAC 25	1625	3473	2321	927	2086.5
IAC 47-72	2667	3014	2886	1477	2511.0
IAC 25-91	1271	3796	2030	1654	2187.8
IAC 165	1246	4375	2197	2023	2460.3
Dourado Precoco	1163	3522	1431	1102	1804.5
Pratão Precoco	1150	2846	2104	1113	1803.3
M1-47	2679	2875	2250	1836	2410.0
M2-47	2471	2792	2173	1680	2279.0
Catetão	1200	3944	1751	1429	2081.0
Média					2215.6

TABELA 7A- Continuação

Materiais/ Locais	1982/83					Média
	Ponte Nova	Uberaba	Lavras	Patos de Minas	Patro- cínio	
IAC 47	4502	4995	3272	1859	2224	3370.4
IAC 164	4876	5965	3500	3122	2455	3963.6
Catete	5966	5128	3296	4304	3562	4451.2
CNA 791059	5754	4562	3339	2861	2463	3795.8
CNA 104-B-34-2-1-B	5316	6377	2974	2119	1938	3744.8
CNA 762260	5274	5099	3308	2868	3111	3932.0
CNA 762069	4812	5292	3662	2681	2365	3762.4
CNA 762341	4636	4573	3371	2936	2506	3604.4
IAC 114	4570	4787	3309	1870	2317	3370.6
CNA 104-B-4-1-1-B	4360	5433	4032	2728	2144	3743.4
CNA 790954	4366	5138	3438	2623	2003	3513.6
CNA 762310	4115	4465	3608	3328	2316	3566.4
CNAx 104-B-34-Py2-L	4038	5253	3196	2202	2536	3445.4
L 45	4002	5243	3623	3891	2030	3757.8
L 50	3996	5506	3557	3578	2227	3772.8
CNA 104-B-2-43-2-B	3987	4757	3080	2401	2614	3367.8
IAC 150	3854	5988	4310	3740	2391	4056.6
TOX 502-25116-B	3602	5096	4060	3095	2422	3816.2
CNA 791024	3776	5934	3138	2500	1916	3452.8
IAC 136	3718	5394	3129	1623	2207	3214.2
CNA 104-B-2-43-2B	3221	4630	2738	2050	2174	2962.6
Média						3651.7

TABELA 7A- Continuação

Materiais/ Locais	1983/84				
	Patos de Minas	Patro- cinio	Uberaba	Lavras	Média
IAC 47	2356	1348	1408	979	1522.8
IAC 164	3923	1896	1297	809	1981.3
IAC 150	3021	1685	1069	1337	1778.0
CNA 762260	3006	1700	875	749	1582.5
CNA 791059	3206	1766	1085	748	1701.3
CNA 782069	3292	1898	952	657	1749.8
CNA 104-B-34-2-1B	2244	737	1287	1803	1517.8
L50	3731	1653	1006	938	1882.0
IAC 25	3108	1675	1066	753	1655.5
Rio Paranaíba	3169	1949	2060	1440	2154.5
CNA 092-BM11-BM19p-4	3233	1859	1250	1187	1882.3
CNA 117-BM17-BME _L -1	1654	1637	1551	646	1372.0
CNA 108-B-28-11-2B	2300	1488	1174	599	1390.3
GA 4136	3404	2111	1033	1158	1926.5
CNA 067-BM5-BM38p-1	3350	1980	865	1224	1854.8
IAC 76-49	2817	1363	1793	693	1667.8
IAC 78-19	2394	1165	1669	463	1422.6
L 80-64	3352	2039	1048	903	1635.5
L 80-63	3190	2129	1512	1385	2054.0
L 80-76	3534	1875	1358	1049	1954.0
Média					1744.3

TABELA 7A- Continuação

1984/85

Materiais/ Locais							Média
	Lavras	Paracatu	Patos de Minas	Patro- cinio	Ponte Nova	Uberaba	
IAC 47	779	1921	1238	1538	2393	3208	1846.2
IAC 164	937	521	3571	1641	2811	3702	2197.2
IAC 25	1138	776	3346	1436	3001	3864	2260.2
L 80-76	2420	1261	3225	1459	3004	4684	2675.5
L 80-63	2324	1122	3328	1827	2749	4214	2594.0
GA 4136	1494	732	3716	1833	4066	4242	2680.5
GA 4120	2268	2173	2463	1385	2053	3978	2386.7
Rio Doce	2211	1012	3500	2156	3418	4626	2820.5
GA 4180	2287	1012	3387	1857	2859	4222	2600.7
GA 4143	2269	3240	1158	1952	2027	4800	2574.3
GA 4111	1961	1001	3392	1775	2881	4296	2551.0
GA 4166	1947	844	3658	1608	2862	3699	2436.3
GA 4221	1883	770	3447	1875	2832	3383	2365.0
GA 4209	1163	856	2938	1481	2932	4172	2257.0
GA 4107	1271	2485	1075	2394	2569	3443	2206.2
GI 4116	1830	2302	1749	1386	1973	3921	2193.5
GA 4161	1086	621	3287	1186	3299	3242	2120.2
CA 4145	1452	2166	929	1586	1885	4041	2009.8
CA 5176	1136	1601	941	1792	760	4461	1781.8
Araguaia	754	1996	932	1520	865	3869	1656.0
Média							2310.6

TABELA 7A- Continuação

Materiais/ Locais	1985/86					
	Lavras	Paracatu	Patos de Minas	Patro- cinio	Uberaba	Média
IAC 25	2113	1334	2594	1477	1187	1741.0
IAC 47	2927	1203	1185	1794	1073	1636.4
IAC 164	2554	2040	3003	1141	1302	2008.0
GA 4221	5113	2507	2849	1921	1352	2748.4
Araguaia	4529	2294	3402	1615	1641	2696.2
GA 4136	4388	2031	3538	1631	1499	2617.4
GA 4180	4459	2096	2846	1865	1481	2549.4
GA 4166	4633	1939	3250	1550	1255	2525.4
Rio Paranaíba	4292	1275	2031	2211	1444	2250.6
L 80-76	3213	1875	2989	1527	1235	2167.8
Araguaia	3815	893	1456	2308	1154	1925.2
GA 4143	3488	621	1919	2300	970	1859.6
GA 4145	3892	533	1564	1674	1096	1751.8
Guarani	4646	2531	3063	1920	1078	2647.6
GA 4123	4267	2436	3034	2084	1391	2642.4
Douradão	4467	2259	3118	1887	1247	2591.6
A 8-232	4775	2241	2905	1359	1504	2556.8
Cabaçu	3917	833	1871	2277	982	1976.0
Cuiabana	3715	1408	1015	2143	1063	1868.8
GA 4146	4261	473	1376	2017	1004	1826.2
Média						2229.3

TABELA 7A- Continuação

Materiais/ Locais	1986/87							Média
	Arcos	Lambari	Lavras	P. Minas	Patroc.	Uberaba	S. Gotardo	
IAC 47	689	3324	3029	1221	2521	2104	1624	2101.7
IAC 164	3996	4990	4358	3037	2881	2090	3257	3512.4
IAC 25	3933	4458	4302	3416	3222	1711	2784	3403.4
GA 4123	3445	4756	5660	4491	4139	1779	2759	3861.3
Rio Doce	4146	4848	5354	3692	4083	2006	3122	3893.0
Douradão	3809	4457	4692	4075	3944	2046	2893	3702.3
GA 4168	3595	4061	5083	4275	4055	1884	2836	3684.1
Guarani	3119	4386	5523	4262	3881	1560	3370	3728.7
GA 4221	2873	4252	5281	3654	3972	1817	3140	3569.9
Rio Paranaíba	720	3740	4342	2279	3375	1979	2180	2659.3
Araguaia	639	2436	2797	820	3125	2027	899	1820.4
Cuiabana	534	2853	2940	925	2875	1507	1191	1832.1
L 81-55	3846	4994	4688	3466	4416	1829	3065	3757.7
CNA 5633	3574	4653	4935	4083	3750	1770	2788	3650.1
CNA 5628	4096	4111	5237	3879	3555	1480	3528	3698.0
A8 394	2743	3857	4802	4241	3694	1415	2734	3355.1
Média								3264.4

TABELA 7A- Continuação

Materiais/ Locais	1987/88							Média
	Arcos	Lambari	Lavras	Paracatu	P. Minas	Patroc.	Uberaba	
IAC 47	2534	2183	2680	2250	1939	3161	1370	2302.4
IAC 164	339	2349	1970	2087	1825	1811	2595	1850.9
IAC 25	191	2291	1312	1565	1889	1738	2298	1612.0
Rio Paranaíba	2089	2570	3277	2429	2362	4321	1968	2716.6
Douradão	444	2328	2420	2482	1813	3224	2575	2183.7
CNA 5633	521	2582	1852	2231	2292	2916	2475	2124.1
A 8-394	845	1968	1897	2017	2213	3090	2083	2015.9
Guarani	361	1945	1893	2171	2209	3194	2200	1996.1
Rio Doce	487	2224	1669	2125	1892	3092	1893	1911.7
GA 4123	185	1962	2274	1938	1727	3139	2168	1917.6
Cabaçu	1659	2120	2823	2467	1797	4055	2483	2486.3
CNA 5166-P	396	2574	2229	2125	2072	3324	2433	2164.7
Média								2106.8

TABELA 7A- Continuação

Materiais/ Locais	1988/89						Média
	Lambari	Lavras	Paracatu	Patos de Minas	Patro- cinio	Uberaba	
IAC 164	2161	1979	1921	1427	1687	2833	2001.3
IAC 47	2361	1229	1603	1448	1837	2917	1899.2
IAC 25	1990	1375	1900	1714	1308	2292	1763.2
Guarani	2511	3654	2176	2233	2187	2625	2597.7
Rio Paranaíba	2531	3296	1447	2706	2604	2708	2548.7
Douradão	2474	3570	2016	2223	2050	2168	2416.8
Rio Doce	2078	3187	1772	1929	2667	2458	2348.5
Cabaçu	2082	2183	1249	2008	2671	2750	2157.2
Caiapó	3361	3375	1873	2625	3208	3625	3011.2
A 8-204-1-1	2186	4542	2334	2408	2983	2542	2832.2
A 8-204-1	1903	3992	2000	2454	2583	2875	2634.5
CNA 6184	966	1442	1176	1069	1883	1292	1304.7
Média							2292.9

TABELA 8A- Médias de rendimento de grãos (kg/ha) obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado por inundação, no período de 1979/80 a 1988/89.

Materiais/ Locais	1979/80						Média
	Careaçu	Leopold.	G. Valad.	Janaúba	M. Alegre	Unai	
P 899-55-5-2-3-1B	3354	3943	6650	7697	6177	4667	5414.7
Inca	3578	4411	7045	7754	6180	5026	5665.7
IAC 899	3360	3792	7831	7956	6708	5416	5843.8
P899-55-6-4-5-1B	3333	3184	8773	8058	4950	5651	5658.2
IR 665-23-3	2844	3630	7580	7816	3892	5688	5241.7
BG 90-2	4599	4282	8954	8889	6359	5974	6509.5
PMI 6624-25	4198	4420	9504	5936	5260	4456	5629.0
IR 841	3948	3783	6546	7733	5295	3635	5156.7
CICA 9	3506	3594	9015	7056	5463	3776	5401.7
IR 841-3-2-3	3276	3017	8517	7216	5628	3312	5161.3
IAC 120	1854	1585	2990	4390	2602	2646	2677.8
IAC 435	1776	2166	2011	5168	2789	3281	2865.2
Média							5102.1

Tabela 8A- Continuação

Materiais/ Locais	1980/81					Média
	Careaçu	Janaúba	Leopold.	P.Morais	Unai	
Inca	5818	8719	5271	6155	6240	6440.6
P 899-55-6-4-5-1B	4812	8578	4587	5448	7584	6201.8
IR 665-23-3-1	4797	8729	5534	6531	7130	6544.2
IAC 899	5328	8370	4635	6257	7021	6322.2
P 899-55-5-2-3-1B	4734	8161	4864	5760	5370	5777.8
MG 2	3902	8833	4948	7260	6360	6260.6
IET 1785	5469	8927	5581	7226	4900	6420.6
B 541b-Kn-58-5-3	5179	6859	5354	6286	5439	5823.4
Média						6223.9

Tabela 8A- continuação

Materiais/ Locais	1981/82			Média
	Janaúba	Leopold.	P.Morais	
MG 2	8120	4864	6015	6333.0
Inca	8125	4364	6042	6177.0
P 899-55-6-4-5-1B	8240	4645	6274	6386.3
IR 665-23-3-1	8823	4352	5378	6184.3
IAC 899	8406	4046	7034	6495.3
P 899-55-5-2-3-1B	7339	4025	6220	5861.3
B 541b-Kn-58-5-3	7031	3833	5273	5379.0
IET 1785	7975	3510	6292	5925.7
MG 1	8839	4333	5308	6160.0
IR 841	6948	3742	4803	5164.3
Média				6006.6

Tabela 8A- Continuação

Materiais/ Locais	1982/83				
	Careaçu	Janaúba	Leopold.	P. Morais	Média
MG 1	4292	9330	4938	7835	6598.8
Inca	3807	8837	4672	8349	6416.3
MG 2	4380	7097	4797	7995	6067.3
IET 1785	4438	8435	3286	6522	5670.3
IAC 899	4260	7534	4318	6414	5631.5
MG 37	4250	9321	4594	7190	6338.8
MG 48	3672	9210	4484	6241	5901.8
MG 47	3562	8190	5136	6029	5729.3
MG 50	4146	7778	4984	7374	6070.5
MG 32	3899	7624	4662	5564	5437.3
MG 54	3458	7328	4854	6097	5434.3
MG 55	3495	6867	5104	6879	5586.3
MG 209	2286	5296	4536	4572	4172.5
DeAbril	4042	5238	5255	5994	5132.3
Matão	3248	4804	5099	6449	4900.0
Média					5672.5

Tabela 8A- Continuação

	1983/84					
Materias/ Locais	Janaúba	Lambari	Leopold.	P. Morais	Unai	Média
Inca	11547	6092	5734	6192	6042	7121.4
MG 1	10974	5284	5865	8249	7153	7505.0
MG 2	10531	6186	5224	9412	6633	7597.2
MG 47	12437	5343	4938	5569	6188	6895.0
GA 3914	9206	6488	5766	9155	6570	7437.0
GA 3880	10442	6478	6297	9819	5931	7793.4
GA 3885	8807	6718	5365	7579	5577	6809.2
GA 3878	10204	6786	5901	9009	7258	7831.6
GA 3454	9424	6826	5313	8668	5028	7051.8
RJ 007	10189	5650	5729	9474	5549	7318.2
GA 3877	9734	6509	5745	9065	6108	7432.2
RJ 004	10358	6207	4323	9340	5306	7106.8
GA 3875	11035	3145	4933	9360	4868	6668.2
GA 3465	10176	5650	5261	-	4667	6438.5
GA 3477	8543	5931	5365	-	4818	6114.3
GA 3479	6714	6098	4578	-	3023	5103.3
Média						7057.9

TABELA 8A- Continuação

Materiais/ Locais	1984/85					Média
	Janaúba	Lambari	Leopold.	P. Morais	Unai	
MG 2	9999	4399	6242	8320	5847	6961.4
Inca	9421	5431	6166	6568	7150	6947.2
MG 1	10332	4716	5981	6495	5480	6600.8
RJ 007	10675	4092	6097	7684	5610	6831.6
GA 3877	10534	4280	5870	6115	6051	6590.0
GA 3878	9690	4342	6299	7150	5976	6691.4
GA 3880	10165	3614	5932	6802	5518	6406.2
GA 3914	8952	4301	5380	5866	6115	6122.8
GA 3454	9618	3521	5490	6989	5326	6188.8
MG 380	10004	3853	6438	6282	6391	6593.6
CNA 810230	9337	4170	5750	6739	6087	6416.8
MG 381	9072	4743	6258	5933	6080	6417.2
MG 387	9332	4384	5279	7447	5296	6347.6
GA 3894	8546	4587	6440	5429	6501	6300.8
MG 344	9446	4337	5617	5715	6080	6239.0
GA 4223	9363	3921	6266	5445	5168	6032.6
MG 310	8191	3474	5112	6058	5215	5610.0
MG 320	8097	3562	5677	5377	4540	5450.6
MG 315	8504	3743	4899	5127	4579	5370.4
GA 3966	7686	4675	2615	3791	4889	4731.2
Média						6242.5

TABELA 8A- Continuação

Materiais/ Locais	1985/86					Média
	Janaúba	Lambari	Leopold.	P. Morais	Unaí	
MG 1	10703	4259	5641	7844	5322	6753.8
MG 2	10531	3366	6086	8458	3721	6432.4
Inca	9844	3805	5505	6985	3568	5941.4
RJ 007	11719	3429	5622	8385	5471	6925.2
MG 380	11240	4259	5609	8448	2718	6454.8
GA 3880	10615	3601	5786	7792	3808	6320.4
GA 3877	11308	3633	5078	8214	3133	6273.2
CNA 810230	10604	3620	5490	8308	2774	6159.2
GA 3878	10146	3724	5169	9208	2978	6245.0
GA 3882	10312	3991	6927	7547	3967	6548.8
GA 3743	11496	3647	4945	7860	4038	6397.2
CNA 1051	11167	3298	5359	8028	3892	6348.4
CNA 5189	10573	3769	5860	7370	4049	6324.2
GA 3771	12000	3674	5016	7500	3639	6365.8
GA 3814	10215	3451	5854	7370	4463	6270.6
MG 363	10750	3443	6026	7854	3188	6252.2
GA 3889	9969	3289	6029	7187	3149	5924.6
MG 397	8760	2595	4458	7568	4353	5546.8
MG 400	9323	2521	5083	7010	3698	5527.0
BR-IRGA 409	6625	2682	4537	5338	3175	4471.4
Média						6174.1

TABELA 8A- Continuação

Materiais/ Locais	1986/87						
	Cambuq.	Capinóp.	Janaúba	Lambari	Leopold.	P. Morais	Média
Inca	6226	5132	7042	5650	7651	8339	6673.3
MG 2	6260	5185	6484	6483	7240	7880	6588.7
MG 1	5344	5229	6120	6165	7573	7167	6266.3
GA 3771	6896	5363	6641	7582	7945	8120	7091.2
MG 363	7229	5599	7231	5614	7766	8156	6932.5
MG 380	6568	4863	6641	5483	7630	9026	6701.8
GA 3877	6599	4858	6302	5494	7620	8542	6569.2
CNA 810230	6562	4950	6172	5848	7409	8156	6517.5
GA 3878	7047	4856	6537	5435	6854	8193	6487.0
GA 3882	5901	5257	5703	6973	7794	7641	6544.8
CNA 5189	7157	5834	6589	4935	7198	7646	6559.8
RJ 007	6411	5672	6818	5343	6995	7417	6442.7
BR-IRGA 409	3565	4259	3698	4702	1636	6547	4067.8
CNA 4898	6219	4949	6563	7238	7744	7490	6700.5
CNA 4978	6807	5113	5860	5369	7091	7511	6291.8
GA 3914	4648	5241	6667	4301	7755	7578	6031.7
Média							6404.2

TABELA 8A- Continuação

Materiais/ Locais	1987/88						
	Cambuq.	Capinóp.	Janaúba	Lambari	Leopold.	P. Morais	Média
Inca	8093	7522	5088	4953	7800	7099	6759.2
MG 1	8447	6370	6365	4145	6828	6625	6463.3
MG 2	6036	8921	6261	4447	7336	7031	6672.0
CNA 4898	9713	7609	6198	4593	7006	6875	6999.0
GA 3882	8208	7923	6328	4567	6766	7047	6806.5
MG 363	7515	7654	5948	4504	6539	7583	6623.8
RJ 007	8573	6292	6464	4124	6279	7187	6486.5
MG 380	7302	6279	6422	4525	6714	7401	6440.5
CNA 4978	7026	7582	6063	3083	6987	7203	6324.0
BR-IRGA 409	-	6562	4620	3077	4706	6031	4999.2
CNA 5544	8119	7195	7458	4510	6159	7000	6740.2
GA 3815	-	6493	5589	4218	4698	5760	5351.6
Média							6423.5

TABELA 8A- Continuação

Materiais/ Locais	1988/89						Média
	Cambuq.	Capinóp.	Janaúba	Lambari	Leopold	P.Morais	
Inca	8990	4026	4250	5353	7216	7443	6213.0
MG 1	8615	2155	4018	4093	6078	5485	5074.0
MG 2	7386	2948	4613	4327	3504	5156	4655.7
CNA 4898	8854	3116	4928	4765	6899	7104	5944.3
BR-IRGA 409	4995	3361	4400	4098	2901	4688	4073.8
MG 470	8531	3264	4328	5166	7240	6375	5617.3
CNA 5751	8568	3266	4538	5129	6508	6417	5737.7
MG 445	8094	3413	4538	4686	6638	6886	5709.2
MG 476	9391	2846	2925	3567	7990	7151	5645.0
MG 475	8177	3297	4088	4218	7180	6792	5625.3
MG 444	8823	3332	4425	4108	6406	6068	5527.0
CNA 5741	7073	3348	5163	5468	5925	5995	5495.3
CNA 5755	8786	2784	3512	5025	5766	6318	5365.2
CNA 5714	6406	2948	4575	4348	5690	6974	5156.8
MG 441	7615	3428	4988	2775	5511	5896	5035.5
CNA 5696	3162	3152	1775	2343	5826	6308	3761.0
Média							5302.3

TABELA 9A - Médias do rendimento de grãos (kg/ha) das cultivares padrões (CP) e dos genótipos transitórios (GT) e a diferença das respectivas médias (desvios) obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz de sequeiro conduzidos pela EPARHIG, no período de 1979/80 a 1988/89, em diversas localidades do Estado de Minas Gerais.

Tratamentos	Ano Agrícola									
	1979/80 (5) 1/	1980/81 (3)	1981/82 (4)	1982/83 (5)	1983/84 (4)	1984/85 (6)	1985/86 (5)	1986/87 (7)	1987/88 (7)	1988/89 (8)
IAC 25	2440,6	2299,3	2086,5	2/	1655,5	2260,2	1741,0	3403,4	1612,0	1763,2
IAC 47	2771,0	2282,0	2325,7	3370,4	1522,7	1846,2	1636,4	2101,7	2302,4	1899,2
IAC 164	2838,2	2741,7	2422,0	3983,6	1981,2	2197,2	2008,0	3512,4	1650,9	2001,3
Média (CP)	2683,3	2441,0	2278,1	3677,0	1719,8	2101,2	1795,1	3005,8	1921,7	1887,9
Média (GT)	2574,8	2204,6	2192,1	3649,0	1748,6	2347,6	2305,9	3324,0	2168,5	2427,9
Nº de GT ^{3/}	(9)	(7)	(18)	(19)	(17)	(17)	(17)	(13)	(9)	(9)
Desvios (GT-CP)	-108,5	-236,4	-86,0	-28,0	28,8	246,4	510,8	318,2	246,8	540,0

1/ refere-se ao número de locais em cada ano agrícola

2/ Nesse ano, a cultivar não participou do experimento.

3/ Refere-se ao número de genótipos transitórios que participaram dos ensaios no respectivo ano agrícola.

TABELA 10A - Médias de rendimento de grãos (kg/ha) das cultivares padrões (CP) e dos genótipos transitórios (GT) e a diferença das respectivas médias (desvios) obtidas dos ensaios comparativos avançados de arroz irrigado conduzidos pela EPARHIG, no período de 1979/80 a 1988/89, em diversas localidades do Estado de Minas Gerais.

Tratamentos	Ano Agrícola									
	1979/80 (6) ^{1/}	1980/81 (5)	1981/82 (3)	1982/83 (4)	1983/84 (5)	1984/85 (5)	1985/86 (6)	1986/87 (6)	1987/88 (6)	1988/89 (6)
Inca	5665,7	6440,6	6177,0	6416,2	7121,4	6947,2	5941,4	6673,3	6759,2	6213,0
MG 1	2/	2/	6160,0	6598,7	7505,0	6600,8	6753,8	6286,3	6463,3	5074,0
MG 2	2/	6260,0	6333,0	6067,3	7597,2	6961,4	6432,4	6588,7	6672,0	4655,7
Média (CP)	5665,7	6350,6	6223,3	6360,8	7407,9	6836,5	6375,9	6509,4	6631,5	5314,2
Média (GT)	5050,9	6181,76	5913,8	5500,4	6973,2	6138,5	6379,9	6379,9	6351,5	5299,5
Nº de GT ^{3/}	(11)	(6)	(7)	(12)	(13)	(17)	(17)	(13)	(9)	(13)
Desvios (GT-CP)	-814,8	-168,9	-309,5	-880,4	-434,7	-711,6	-237,4	-129,5	-280,0	-14,7

1/ refere-se ao número de locais em cada ano agrícola

2/ Nesse ano, a cultivar não participou do experimento.

3/ Refere-se ao número de genótipos transitórios que participaram dos ensaios no respectivo ano agrícola.