

INTERAÇÃO GENÓTIPOS E AMBIENTES E IMPLICAÇÕES NA ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE DE ARROZ SEQUEIRO

GENOTYPE ENVIRONMENT INTERACTION AND THE EFFECTS ON DRYLAND RICE ADAPTABILITY AND STABILITY

Adeliano Cargnin¹, Moacil Alves de Souza², Adérico Júnior Badaró Pimentel², Cláudia Martellet Fogaça

RESUMO

A seleção de genótipos e populações com boa adaptação e alta produtividade em vários ambientes é um dos objetivos básicos do melhoramento de plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a existência de interação genótipos x ambientes e a adaptabilidade e estabilidade de comportamento de 25 cultivares de arroz mais utilizadas em cultivo no período de 1950 a 2001. Foram conduzidos quatro experimentos de campo, nas localidades denominadas Aeroporto e Agronomia, em Viçosa, Minas Gerais; e nas Fazendas Capivara e Palmital, em Santo Antônio de Goiás, Goiás. Os experimentos foram conduzidos no delineamento de blocos ao acaso com três repetições. Foram avaliadas 25 cultivares mais cultivadas no período de 1950 a 2001. No estudo, foram analisados os dados referentes à produção de grãos, altura das plantas e dias para a floração. Realizou-se a decomposição da interação genótipos x ambientes e foram estimados os parâmetros indicadores da adaptabilidade e da estabilidade de comportamento das cultivares. Detectou-se existência de interação simples entre os pares de ambientes Aeroporto e Agronomia (grupo 1) e Fazendas Capivara e Palmital (grupo 2). As cultivares precoces, em geral, apresentam maior média de produção de grãos em relação às tardias. As cultivares de maior rendimento médio e que se comportaram como mais estáveis foram Bonança e CNA 8983, Carajás e Primavera, Guarani e IAPAR 9 e IAC 25 e IAC 165.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., rendimento de grãos, cultivares.

ABSTRACT

The genotypes selection and populations with good adaptation and high productivity in several environments are one of the basic objectives of the improvement of plants. The objective of this was to evaluate the existence of genotypes x environments interaction and the adaptability and performance stability of the 25 most widely grown rice cultivars in the period from 1950 to 2001. Four field experiments were conducted at the sites denominated Airport and Agronomy, in Viçosa, state of Minas Gerais, and the farms Capivara and Palmital, in Santo Antônio de Goiás, state of Goiás. The experiments were conducted in the complete random block design with three replications. Data of grain yield, plant height and days to flowering of the 25 most planted cultivars between 1950 and 2001 were collected and analyzed. The genotypes x environments interaction was decomposed and the indicator parameters of cultivar adaptability and performance stability were estimated. The existence of simple interaction between the environment pairs Airport and Agronomy (group 1) and Fazendas Capivara and Palmital (group 2) was detected. The cultivars of the early group, generally presented a higher mean grain yield than the late group. The cultivars of highest mean yield and with

¹ Embrapa Cerrados, BR 020 km 18 Rodovia Brasília/Fortaleza, Caixa postal 08223, CEP 73310-970 Planaltina, DF. Fone: (061) 3388-9844. E-mail: adeliano.cargnin@cpac.embrapa.br

² Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Avenida P. H. Rolfs s/nº, 36571-000 Viçosa (MG). E-mail: moacil@ufv.br, adericopimentelufv@yahoo.com.br

(Recebido para publicação em 22/11/2007 aprovado em 13/08/2008)

most stable performance were Bonança and CNA 8983, Carajás and spring, Guarani and IAPAR 9, and IAC 25 and IAC 165.

Key words: *Oryza sativa* L., grain yield, cultivars.

INTRODUÇÃO

A resposta diferenciada dos genótipos quando submetidos a ambientes diferentes propiciam a interação genótipos x ambientes. Considerações a respeito dessa interação são essenciais para a eficiência do melhoramento de plantas. De todas as fases de um programa de melhoramento de plantas, a avaliação dos genótipos em diferentes condições de ambientes representa a mais trabalhosa e a mais cara. Dessa forma, o tamanho do programa fica limitado pela capacidade de avaliação experimental das diferentes constituições genéticas desenvolvidas (CHAVES, 2001; CARVALHO et al., 2002; CARGNIN et al., 2006).

A seleção de genótipos e populações com boa adaptação e alta produtividade em vários ambientes é um dos objetivos básicos do melhoramento de plantas. Entretanto, essa seleção é prejudicada pela presença da interação genótipos x ambientes, resultando em comportamento variável dos genótipos sob diferentes condições de ambientes (BUENO et al., 2001; CARGNIN et al., 2006). Para reduzir essa interação, vem sendo usada, eficientemente, a estratificação de ambientes. Entretanto, observa-se que, mesmo assim, parte da interação ainda permanece com a ocorrência de fatores incontroláveis de ambientes, como temperatura, precipitações etc., onde as quais a estratificação não oferece eficácia (CRUZ & REGAZZI, 1997). Neste sentido, a avaliação de genótipos deve ser realizada em ambientes com condições contrastantes de temperatura, altitude, umidade relativa, precipitações pluviométricas.

Em se tratando de programas de melhoramento genético, deve ser ressaltado que um dos objetivos sempre presentes é o aumento de produtividade das cultivares geradas. A cultura do arroz de terras altas, além de apresentar menor rendimento médio que os demais sistemas de produção (várzea úmida e irrigado), caracterizam-se por sua maior oscilação ao longo das regiões e dos anos. Essa diferença na estabilidade de rendimento é atribuída à deficiência hídrica neste sistema de cultivo durante os veranicos, cuja duração varia entre as zonas produtoras, pois se

tem notado grande diferença na quantidade e distribuição da precipitação pluvial durante seu período de cultivo (SOARES et al., 1987). Na cultura do arroz de terras altas, a diminuição de água concorre para uma diminuição no rendimento de grãos. Para diminuir os efeitos negativos decorrentes da redução hídrica, torna-se necessário semear em períodos nos quais a fase de florescimento-enchimento de grãos coincide com uma maior demanda pluvial. Para isto, acredita-se que um estudo sobre o balanço hídrico do solo possibilitará caracterizar os períodos de maior e menor quantidade de chuva oferecendo, desta forma, subsídios para a concretização de um zoneamento de risco climático.

As metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade destinam-se à avaliação de um grupo de genótipos, testados numa série de ambientes, e deverão ser empregadas quando ocorrerem interações genótipos x ambientes significativas. Assim, esse procedimento é complementar ao da análise de variância individual e conjunta de dados experimentais resultantes de ensaios realizados em vários ambientes.

Atualmente, há grande número de metodologias para estimar a adaptabilidade e a estabilidade de comportamento de cultivares testadas em uma série de ambientes. A escolha do método de análise depende dos dados experimentais, principalmente daqueles relacionados com o número de ambientes disponíveis, da precisão requerida e do tipo de informação desejada.

Nos últimos anos, podem ser observadas mudanças importantes nos modelos de análise que substituem o enfoque tradicional univariado por métodos que incluem análise multivariada, no estudo e aproveitamento do fenômeno da interação genótipos x ambientes (DUARTE & VENCOVSKY, 1999). Estudos de adaptabilidade e estabilidade têm sido realizados em várias espécies como: trigo (SOUZA, 1985; CAIERÃO et al., 2006; CARGNIN et al., 2006), milho (SCAPIM et al., 2000; CARVALHO et al., 2001; PIXLEY & BJARNASON, 2002), amendoim (SANTOS et al., 1999), arroz (COOPER, 1999; ATROCH et al., 2000), feijão (OLIVEIRA et al., 2006) e girassol (VEGA et al., 2001), entre outras.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a existência de interação genótipos x ambientes e a adaptabilidade e estabilidade de comportamento de 25 cultivares de arroz mais utilizados em cultivo no período de 1950 a 2001.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, foram utilizadas 25 cultivares melhoradas, desenvolvidos pelos programas de melhoramento genético do arroz de terras altas do Brasil, durante o período compreendido entre 1950 e 2001. Foram selecionadas as cultivares mais representativas de cultivo por década de estudo (Tabela 1).

Foram conduzidos quatro experimentos de campo, nas localidades denominadas Aeroporto e Agronomia, pertencentes à Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, MG; e nas Fazendas Capivara e Palmital, pertencentes à Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, GO. Os experimentos foram conduzidos no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições de 25 tratamentos cada. A parcela experimental foi constituída de cinco fileiras de 5,0 m de comprimento e espaçadas 0,5 m entre si (12,5 m²), das quais as três linhas centrais foram consideradas como área útil na colheita, eliminando-se 0,5 m em suas extremidades (6 m²).

No preparo do solo foram utilizadas, em geral, as práticas convencionais de uma aração e uma ou duas gradagens, de acordo com as necessidades do terreno, com exceção da Fazenda Capivara, onde foi efetuado o sistema de plantio direto. A semeadura foi feita na primeira quinzena de dezembro de 2001, em todas as localidades, colocando-se entre 55 e 60 sementes por metro de sulco. Na adubação de semeadura, utilizaram-se 400 kg ha⁻¹ da fórmula 4-14-8, e aos 40 dias, como adubação de cobertura, foram aplicados 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio, utilizando-se como fonte o sulfato de amônio. O controle de plantas daninhas foi realizado mediante capinas manuais, em número variável de acordo com a necessidade de cada localidade, mantendo sempre as plantas de arroz livres da concorrência das invasoras. Com o objetivo de determinar a suscetibilidade ou tolerância das cultivares às enfermidades, não se efetuou o controle de doenças em nenhuma das localidades.

As parcelas foram colhidas, manualmente, em função do ciclo de cada cultivar, cujos grãos já trilhados foram secados até atingirem 13% de umidade e, em seguida, beneficiados para a eliminação das impurezas e posterior pesagem. Avaliaram-se nas três fileiras centrais, ou seja, na área útil das parcelas, a produção de grãos (kg ha⁻¹), a altura das plantas (cm) e dias para a floração (dias).

Para a análise de variância foi feita a decomposição do efeito de cultivares em precoces (floração até 90 dias), tardias (floração acima de 90 dias) e o contraste entre os dois grupos. Tal procedimento deveu-se ao fato de o arroz de terras altas ser totalmente dependente das chuvas, que, como ocorrem irregularmente, podem favorecer ou prejudicar mais intensamente um desses grupos de cultivares.

Após as análises de variâncias individuais e conjunta, foi feita a quantificação do componente de variação da interação genótipos x ambientes, considerando o efeito de genótipos aleatório e ambiente fixo, conforme CRUZ & REGAZZI (1997), e estimada a decomposição do quadrado médio da interação em partes simples e complexa utilizando-se a expressão proposta por CRUZ & CASTOLDI (1991). Foram realizados testes de comparação entre grupos de médias utilizando-se o método de Scott e Knott, conforme CRUZ & REGAZZI (1997).

Para estimar os parâmetros indicadores da adaptabilidade e da estabilidade de comportamento das cultivares, seguiu-se a metodologia proposta por ANNICCHIARICO (1992). Nesse método, a estabilidade é medida pela superioridade do genótipo com relação à média de cada ambiente. O método baseia-se na estimação de um índice de confiança de determinado genótipo mostrar comportamento relativamente superior. Todas as análises foram feitas com o auxílio do programa computacional Genes (CRUZ, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância por ambiente dos caracteres produção de grãos, dias para a floração e altura das plantas apresentaram homogeneidade de variância do erro, portanto a análise conjunta foi feita sem qualquer restrição. Verificaram-se efeitos significativos ($p \leq 0,01$) de cultivares, de locais e da interação cultivares x ambientes para as características produção de grãos, dias para a floração e altura das plantas.

As interações cultivares x ambientes significativa ($p \leq 0,05$) verificada para as características produção de grãos, dias para a floração e alturas das plantas, evidencia que as cultivares tiveram comportamentos diferenciados diante das variações ambientais.

Portanto, os resultados do comportamento das cultivares obtidos da análise conjunta não podem ser generalizados, sendo necessária sua análise por ambiente.

Para a característica produção de grãos, verificou-se efeito significativo de cultivares precoces nos ambientes Aeroporto e Fazenda Capivara, enquanto que nas cultivares tardias houve efeitos significativos em todos os ambientes avaliados (Tabela 2). Isso evidencia a ampla variabilidade genética entre as cultivares avaliadas para essa característica. Os coeficientes de variação variaram de 11,54% no ambiente Aeroporto a 29,58% na Fazenda Capivara. O elevado coeficiente de variação encontrado na Fazenda Capivara deveu-se à ocorrência de alta incidência de cupim neste ensaio, o que provocou baixa precisão do experimento.

A maior média de produção de grãos foi obtida no ambiente do Aeroporto, com 5386 kg ha^{-1} , e a menor média no ambiente da Fazenda Capivara, com 1450 kg ha^{-1} (Tabela 2). As diferenças encontradas entre as médias de produção de grãos nos ambientes avaliados indicam que o ambiente influenciou o potencial de produção das cultivares.

Comparando os grupos precoces e tardios, notaram-se vantagens significativas das precoces em três ambientes, com a ressalva de que no ambiente da Agronomia as cultivares precoces e tardias apresentaram, em média, produções semelhantes. Essas maiores produções do grupo precoce se devem, em parte, ao fato dessas cultivares terem sido favorecidas pela melhor distribuição das chuvas na maior parte das fases de desenvolvimento das plantas, principalmente no final do enchimento de grãos. Essa situação é frequentemente observada em cultivares precoces, por estas permanecerem menos tempo no campo, como relatado por MORAIS et al. (1980).

De forma geral, no grupo precoce as cultivares mais produtivas foram as cultivadas comercialmente a partir da década de 80. Há exceção do ensaio da Agronomia, em que a cultivar mais produtiva foi o IAC 165, pertencente à década de 70. Entretanto, as cultivares de pior desempenho foram as cultivadas antes da década de 70. No grupo tardio, o desempenho das cultivares foi similar ao do grupo precoce, com exceção do ensaio da Fazenda Palmital, em que a cultivar de melhor desempenho foi IAC 1246, pertencente à década de 60. No que se referem às

cultivares de pior desempenho, todas pertencem à década de 50.

Pela análise da variância da altura das plantas, também se detectaram diferenças significativas das cultivares ($p \leq 0,01$) em todos os ambientes. Os coeficientes de variação para esta característica variaram de 5,74% no ambiente Aeroporto a 8,31% na Fazenda Palmital, indicando boa precisão experimental. A menor média (105 cm) da altura das plantas foi observada na Fazenda Palmital e a maior (137 cm), no Aeroporto. Tanto no grupo precoce quanto no tardio, os efeitos de cultivares foram altamente significativos em todos os ambientes, evidenciando-se alta variabilidade genética das cultivares quanto à altura das plantas. O contraste precoce vs. tardias foi significativo nos ambientes do Aeroporto e da Fazenda Capivara. No entanto, esse contraste não foi significativo nos ambientes da Agronomia e da Fazenda Palmital, onde os grupos apresentaram alturas médias idênticas estatisticamente.

A característica dias para floração manifestou diferenças significativas das cultivares ($p \leq 0,05$) em todos os ambientes. Pelo desdobramento das análises por ambientes, verificou-se que as maiores médias foram obtidas nos ambientes do Aeroporto e da Agronomia, com 92 dias. O contraste entre precoces vs. tardias foi significativo, sendo a maior diferença de ciclo médio entre os grupos constatada na Fazenda Capivara, que chegou a 20 dias.

A decomposição da interação entre cultivares e pares de ambientes em partes simples e complexa para a característica produção de grãos, segundo a metodologia de CRUZ & CASTOLDI (1991), é apresentada na Tabela 3. Verificou-se a formação de dois grupos de ambientes, o primeiro com os ambientes 1 e 2 (Aeroporto e Agronomia) e o segundo com os ambientes 3 e 4 (Fazendas Capivara e Palmital). Nesses grupos há interação, porém é predominantemente de natureza simples e, por consequência, não proporciona grandes inconvenientes na identificação de cultivares superiores nos ambientes considerados. No entanto, o ambiente 3 da Fazenda Capivara e o ambiente 2 da Agronomia proporcionaram maior grau de interação de natureza complexa.

Na presença de interação cultivares x ambientes significativa, um aspecto importante é a possibilidade de decompor o componente da interação em duas

partes. A parte simples, que é a menos problemática, não acarretando dificuldades na seleção, é ocasionada pela diferença de variabilidade entre as cultivares nos ambientes. A parte complexa ocorre devido à falta de correlação entre as cultivares nos ambientes, dificultando a seleção daqueles adaptados. Quando predomina a parte complexa da interação, o trabalho do melhorista fica comprometido, pois têm que selecionar cultivares específicos para cada ambiente (CRUZ & REGAZZI, 1997; CARGNIN et al., 2006).

Pela decomposição da interação cultivares x ambientes, em partes simples e complexa, detectou-se a existência de interação simples entre os pares de ambientes Aeroporto e Agronomia (grupo 1) e Fazendas Capivara e Palmital (grupo 2). No grupo precoce, as cultivares Primavera, Carajás e CNA 8983 sobressaíram no par dos ambientes Aeroporto e Agronomia. Para esse mesmo par de ambientes, no grupo tardio as cultivares Carisma e Canastra apresentaram o melhor desempenho. No par dos ambientes Fazendas Capivara e Palmital, no grupo precoce as cultivares Bonança, Carajás e Guarani foram os que exibiram melhor comportamento, enquanto no grupo tardio destacaram as cultivares IAC 1246, Carisma e IAC 202.

O desempenho das cultivares de arroz varia normalmente com os ambientes avaliados, de tal modo que uma cultivar dificilmente é a melhor em todas as condições de cultivo. Essa variação é ainda mais acentuada em condições de sequeiro, em que o cultivo é totalmente dependente das precipitações ocorridas em cada uma das regiões de cultivo. Essa instabilidade das condições ambientais na avaliação das cultivares justifica estudos mais detalhados visando identificar aqueles de maior estabilidade e adaptabilidade às condições de sequeiro.

As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade obtidas pelo método de Annicchiarico (1992) são apresentadas na Tabela 4. Nesse método os dados são transformados previamente em valores percentuais, tendo como referência a média dos genótipos em cada ambiente. Caracterizaram-se como ambientes favoráveis os locais Aeroporto e Agronomia e desfavoráveis, as Fazendas Capivara e Palmital.

Em todas as análises realizadas, as cultivares Amarelão, Bonança, Carajás, CNA 8983, Guarani, IAC 25, IAC 165, IAPAR 9 e Primavera foram as que apresentaram maiores índices de recomendação, sendo, portanto, as mais estáveis tanto em ambientes favoráveis quanto desfavoráveis. As cultivares Caiapó, Canastra, Dourado Precoce, IAC 202 e Xingu exibiram os maiores índices de recomendação (ω_i) somente nos ambientes favoráveis, enquanto nos desfavoráveis os valores de ω_i foram superiores nas cultivares Batatais, Carisma, CNA 8711 e Pratão Precoce.

Nessa metodologia considera-se, simultaneamente, o desempenho do genótipo e sua estabilidade, de forma que os maiores valores dos índices de recomendação (ω_i) são obtidos para aqueles que apresentarem maior média percentual (\bar{Z}_i) e menor desvio ($\hat{\sigma}_{Z_i}$). Assim, de forma mais ampla, considera-se que ω_i expressa a estabilidade e também a adaptabilidade genotípica.

Das 25 cultivares, Carajás, CNA 8983, IAC 25 e IAC 165 foram as que mostraram os maiores índices de recomendação em todas as análises realizadas, sendo, portanto, as de maior estabilidade e melhor adaptação nos ambientes considerados. As cultivares Caiapó, Carajás, CNA 8983, IAC 25, IAC 165 e Xingu foram tidas como responsivas nos ambientes favoráveis, dos quais Caiapó e Xingu estiveram entre as cultivares de pior desempenho nos ambientes desfavoráveis, enquanto Bonança, Carajás, CNA 8983, IAC 165, IAC 25, Guarani, IAPAR 9 e Primavera mostraram ter melhor desempenho nos ambientes desfavoráveis.

Os cultivares de menor estabilidade foram Araguaia, Bico Ganga, IAC 47, IAC 1246, Pérola, Pratão e Rio Paranaíba. Esses resultados concordam com os obtidos por Soares (1992), em um trabalho semelhante, envolvendo outras cultivares, no período de 1984 a 1988, no qual se constatou que as cultivares IAC 47, Araguaia e Rio Paranaíba foram as menos adaptadas, menos responsivas e mais instáveis, quando avaliadas pelo coeficiente de determinação (R^2). As cultivares Pratão, Pérola, Bico Ganga, IAC 1246, IAC 47 e Rio Paranaíba, que foram as mais instáveis, coincidentemente foram as menos produtivas e de maior ciclo (dias para a floração), indicando que as condições de deficiências hídricas tiveram participação expressiva na redução da produção dessas cultivares.

É importante notar que as cultivares consideradas como mais estáveis pela metodologia empregada pertencem ao grupo de cultivares precoces, cuja floração está entre 78 e 89 dias. Tais resultados indicam que os programas de melhoramento genético foram eficientes na liberação de cultivares adaptadas às diferentes condições de cultivo do arroz de sequeiro para esse grupo de cultivares. O contrário ocorreu com aqueles que se apresentaram instáveis, os quais pertencem ao grupo das cultivares tardias, com ciclo até a floração superior a 90 dias.

Não houve relação entre ano de lançamento com adaptabilidade e estabilidade de comportamento das cultivares avaliadas. De fato, existem muitos relatos de que a adaptabilidade e a produtividade devem ter controles genéticos independentes. No entanto, CRUZ & REGAZZI (1997) afirma que os

melhoristas devem ter a preocupação adicional, na escolha dos genitores para a formação de população-base, de levar em conta seu desempenho, sua capacidade de combinação e sua adaptabilidade e estabilidade para os principais caracteres agrônômicos.

Limitações para a expansão da cultura do arroz em outros ambientes começam a surgir quando estas cultivares modernas são utilizadas por produtores, ou seja, o potencial produtivo destes genótipos não é explorado devido ao sistema de cultivo utilizado. Devido a estes fatores existe uma grande demanda pelos agricultores por cultivares de arroz que permitam menor uso de insumos por meio de resistência a doenças, maior capacidade de competição com plantas daninhas e maior eficiência na utilização dos nutrientes do solo.

CONCLUSÕES

Detectou-se a existência de interação simples entre os pares de ambientes Aeroporto e Agronomia (grupo 1) e Fazendas Capivara e Palmital (grupo 2);

As cultivares do grupo precoce em geral apresentam maior média de produção de grãos em relação ao grupo tardio;

As cultivares de maior rendimento médio e que se comportam como mais estáveis foram Bonança e CNA 8983 (após 2000), Carajás e Primavera (década 90–2000), Guarani e IAPAR 9 (década 80–90) e IAC 25 e IAC 165 (década 70–80).

Não houve relação entre ano de lançamento com adaptabilidade e estabilidade de comportamento das cultivares avaliadas.

Tabela 1 – Genealogia e década de utilização das cultivares de arroz estudadas

Cultivar	Cruzamento	Década
Pratão	CULTIVAR TRADICIONAL	Antes 1960
Pérola	CULTIVAR TRADICIONAL	“
Amarelão	CULTIVAR TRADICIONAL	“
Bico Ganga	CULTIVAR TRADICIONAL	“
Batatais	CULTIVAR TRADICIONAL	“
Dourado Precoce	SELEÇÃO MASSAL DO DOURADÃO	60-70
Pratão Precoce	SELEÇÃO MASSAL DO PRATÃO	“
IAC 1246	PRATÃO/PÉROLA	“
IAC 25	DOURADO PRECOCE/IAC 1246	70-80
IAC 47	IAC 1246/IAC 1391	“
IAC 165	DOURADO PRECOCE/IAC 1246	“
IAPAR 9	IAC F-3-7/BATATAIS	80-90
Rio Paranaíba	IAC 47/63-83	“
Guarani	IAC 25/63-83	“
Araguaia	IAC 47/TOS 2578/7-4-2-3-B2	“
Xingu	IAC 47/IRAT 13	“
Caiapó	IRAT 13/BEIRA CAMPO//CNAx104/PÉROLA	90-2000
Canastra	TOX 939-107-2-101-1B/(COLOMBIA 1xM 312 ^a)/TOX 1780-2-1-1P-4	“
Primavera	IRAT 10/LS 85-158	“
IAC 202	LEBONET/IAC25	“
Carajás	REM 293-B/IAC 81-176	“
Bonança	CT 7244-9-2-1-52-1/CT 7232-5-3-7-2-1P//CT 6196-33-11-1-3-AP	Depois 2000
Carisma	CT 72244-9-1-5-3/CT 6196-33-11-1-3//CT 6946-2-5-3-3-2-M	“
CNA 8711 (BRS SOBERANA)	CUIABANA/CNAx 1235-8-3//CAN 6673	“
CNA 8983	KEYBONNET/CAN 7119	“

Tabela 2 – Médias da produção de grãos (kg ha⁻¹) de arroz nos ensaios instalados no Aeroporto e na Agronomia, em Viçosa, MG, e nas Fazendas Capivara e Palmital, em Santo Antônio de Goiás, GO, em 2001/02

Cultivares	Locais				Média
	Aeroporto	Agronomia	Capivara	Palmital	
Precoces					
Amarelão	5.291 b <u>1</u> /	3.730 a	1.524 b	3.344 a	3.472
Batatais	4.932 b	3.198 a	1.648 b	3.055 a	3.208
Dourado Precoce	5.695 a	3.730 a	1.395 b	2.753 a	3.393
Pratão Precoce	4.645 b	2.800 a	1.986 b	2.443 a	2.968
IAC 25	6.163 a	4.072 a	1.809 b	3.306 a	3.837
IAC 165	6.011 a	4.742 a	2.085 b	3.290 a	4.032
IAPAR 9	6.078 a	3.737 a	2.557 a	3.519 a	3.973
Guarani	5.919 a	3.673 a	3.420 a	3.706 a	4.179
Primavera	6.762 a	3.386 a	1.874 b	3.553 a	3.894
Carajás	6.605 a	4.410 a	1.721 b	3.770 a	4.126
Bonança	6.000 a	3.745 a	1.942 b	4.271 a	3.989
CNA 8711	6.030 a	2.966 a	1.552 b	2.994 a	3.385
CNA 8983	6.566 a	3.863 a	2.757 a	3.413 a	4.150
Média	5.899 A <u>2</u> /	3.696 A	2.021 A	3.340 A	3.739
Tardias					
Pratão	2.812 c	2.772 b	471 b	552 b	1.652
Pérola	1.965 c	3.950 a	517 b	1.459 a	1.973
Bico Ganga	2.147 c	2.432 b	683 b	668 b	1.483
IAC 1246	4.658 b	4.097 a	620 b	2.582 a	2.989
IAC 47	4.518 b	3.854 a	606 b	2.115 a	2.773
Rio Paranaíba	5.636 a	3.301 b	1.195 b	2.043 a	3.044
Araguaia	5.637 a	2.888 b	570 b	2.420 a	2.879
Xingu	6.022 a	3.929 a	683 b	2.179 a	3.203
Caiapó	5.949 a	4.143 a	730 b	2.185 a	3.251
Canastra	6.154 a	3.750 a	951 b	1.554 b	3.102
IAC 202	6.279 a	3.473 a	677 b	2.176 a	3.151
Carisma	6.166 a	2.943 b	2.270 a	2.541 a	3.480
Média	4.829 B	3.461 A	831 B	1.873 B	2.748
Média Geral	5.386	3.584	1.450	2.636	3.264

1 / Médias da mesma coluna, assinaladas pela mesma letra minúscula, pertencem ao mesmo grupo, pelo método de Scott e Knott a 5% de probabilidade;

2 / Médias da mesma coluna, assinaladas pela mesma letra maiúscula, não apresentam diferenças significativas, pelo teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 3 – Estimativa do coeficiente de correlação entre médias de cultivares avaliadas em cada par de ambientes (acima da diagonal) e valores percentuais (abaixo da diagonal), resultante da decomposição da interação entre cultivares e pares de ambiente para a característica produção de grãos

Ambiente	Aeroporto	Agronomia	Capivara	Palmital
Aeroporto		0,374421	0,504433	0,712970
Agronomia	49,075 s		0,135228	0,447205
Capivara	56,502 c	86,430 c		0,734573
Palmital	44,845 s	59,640 c	49,265 s	

s: identifica os pares de ambientes cuja interação com os cultivares é predominantemente simples e c: complexa.

Tabela 4 – Produtividade média dos grãos (kg ha⁻¹) e estimativa dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade das cultivares de arroz dos ensaios instalados no Aeroporto e na Agronomia, em Viçosa, MG, e nas Fazendas Capivara e Palmital, em Santo Antônio de Goiás, GO, em 2001/02

Cultivares	Décadas	Ambientes											
		Geral				Desfavorável				Favorável			
		Média	Média%	Desvio	ω_i	Média	Média%	Desvio	ω_i	Média	Média%	Desvio	ω_i
Amarelão	Antes 1960	3.472	108,59	12,56	105,16	2434	116,01	15,37	111,81	4.510	101,17	4,15	100,04
Araguaia	80-90	2.879	79,11	28,29	71,37	1495	65,58	37,13	55,42	4.263	92,64	17,01	87,99
Batatais	Antes 1960	3.208	102,60	14,14	98,74	2352	114,80	1,55	114,38	4.065	90,41	1,64	89,96
Bico ganga	Antes 1960	1.483	45,05	17,71	40,21	676	36,23	15,42	32,02	2.290	53,87	19,81	48,45
Bonança	Depois 2000	3.989	127,98	25,96	120,88	3107	148,00	19,86	142,57	4.872	107,96	4,87	106,63
Caiapó	90-00	3.251	89,82	29,99	81,62	1457	66,61	23,02	60,32	5.046	113,03	3,64	112,04
Canastra	90-00	3.102	85,87	27,65	78,31	1253	62,28	4,69	60,99	4.952	109,45	6,80	107,59
Carajás	90-00	4.126	126,85	10,97	123,86	2745	130,87	17,22	126,16	5.508	122,85	0,29	122,77
Carisma	Depois 2000	3.480	112,41	32,31	103,58	2406	126,51	42,56	114,87	4.555	98,31	22,89	92,05
CNA 8711	Depois 2000	3.386	103,85	14,32	99,93	2273	110,32	4,64	109,05	4.498	97,38	20,64	91,73
CNA 8983	Depois 2000	4.150	137,35	36,36	127,42	3085	159,85	42,92	148,11	5.215	114,87	9,98	112,14
Dourado Precoce	60-70	3.393	102,62	4,34	101,44	2074	100,32	5,83	98,73	4.712	104,92	1,16	104,60
Guarani	80-90	4.179	147,23	61,39	130,45	3563	188,27	67,41	169,84	4.796	106,20	5,23	104,77
IAC 25	70-80	3.837	119,56	6,40	117,81	2557	125,09	0,48	124,97	5.117	114,03	0,57	113,87
IAC 47	70-80	2.773	78,36	27,23	70,92	1360	61,00	27,19	53,57	4.186	95,72	16,72	91,15
IAC 165	70-80	4.032	128,15	13,51	124,46	2688	134,33	13,42	130,66	5.377	121,98	14,65	117,97
IAC 202	90-00	3.151	85,69	29,50	77,62	1426	64,62	25,35	57,69	4.876	106,75	13,91	102,95
IAC 1246	60-70	2.989	85,39	30,63	77,02	1601	70,37	39,04	59,70	4.378	100,41	19,68	95,03
IAPAR 9	80-90	3.973	131,77	32,18	122,97	3038	154,96	30,32	146,67	4.908	108,58	6,06	106,92
Pérola	Antes 1960	1.973	59,43	35,07	49,84	988	45,50	13,94	41,69	2.957	73,36	52,15	59,09
Pratão	Antes 1960	1.652	45,75	24,71	38,99	512	26,72	8,16	24,48	2.792	64,78	17,78	59,91
Pratão Precoce	60-70	2.968	98,52	26,33	91,32	2215	114,84	31,33	106,28	3.722	82,19	5,74	80,62
Primavera	90-00	3.894	121,03	18,10	116,08	2714	132,04	3,93	130,97	5.074	110,03	21,97	104,02
Rio Paranaíba	80-90	3.044	89,17	11,97	85,90	1619	79,96	3,46	79,01	4.469	98,39	8,86	95,96
Xingu	80-90	3.203	87,81	30,20	79,56	1431	64,89	25,15	58,02	4.976	110,74	1,53	110,32

O nível de significância adotado para alfa foi de 0,25 de probabilidade de erro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANNICCHIARICO, P. Cultivars adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Plant Breeding**, Madison, v.4, p.269-78,1992.

ATROCH, L.; SOARES, A. A.; RAMALHO, M. A. P. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de arroz de sequeiro testadas no Estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.3, p.541-8, jul./set. 2000.

BUENO, L. C.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas: princípios e procedimentos**. Lavras, MG: UFLA, 2001. 282 p.

CAIERÃO, E.; SILVA, M. S.; SCHEEREN, P. L.; DEL DUCA, L. J. A.; JUNIOR, A. N.; PIRES, J. L. Análise da adaptabilidade e estabilidade de genótipos de trigo como ferramenta auxiliar na recomendação de novas cultivares. **Ciência Rural**, v.36, p.1112 -1117, 2006.

CARGNIN, A.; SOUZA, M. A.; CARNEIRO, P. C. S.; SOFIATTI, V. Interação entre genótipos e ambientes e implicações em ganhos com seleção em trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.41, p.987-993, 2006.

CARVALHO, H. W. L.; LEAL, M. L. S.; CARDOSO, M. J.; SANTOS, M. X.; CARVALHO, B. C. L.; TABOSA, J. N.; LIRA, M. A.; ALBURQUERQUE, M. M. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares e híbridos de milho no Nordeste brasileiro no ano agrícola de 1998. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.4, abr. 2001.

CHAVES, L. J. Interação de genótipos com ambientes. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C.; MELO, I. S.; INGLIS, M. C. V. (Eds.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis, MT: Fundação MT, 2001. p.673-713.

COOPER, M. Concepts and strategies for plant adaptation research in rain fed lowland rice. **Field Crops Research**, v.64, n.1-2, p.13-34, nov.1999.

R. Bras. Agrocência. Pelotas, v.14, n.3-4, p.49-57, jul-set, 2008

- CRUZ, C. D. **Programa genes**: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648 p.
- CRUZ, C. D.; CASTOLDI, F. Decomposição da interação genótipo x ambiente em partes simples e complexa. **Revista Ceres**, Viçosa, v.38, p.422-30, 1991.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 1997. 390 p.
- DUARTE, J. B.; VENCOSKY, R. **Interação genótipos x ambientes**: uma introdução à análise AMMI. Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira de Genética, 1999. 60 p. (Série Monografias, 9).
- MORAIS, O. P. **Adaptabilidade, estabilidade de comportamento e correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente em variedades e linhagens de arroz (*Oryza sativa* L.)**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1980. 70 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- OLIVEIRA, G. V.; CARNEIRO, P. C. S.; CARNEIRO, J. E. S.; CRUZ, C. D. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.257-265, 2006.
- PIXLEY, K. V.; BJAMASON, M. S. Stability of grain yield, endosperm modification, and protein quality of hybrid and open-pollinated quality protein maize (QPM) cultivars. **Crop Science**, v.42, n.6, p.1882-9, nov./dec. 2002.
- SANTOS, R. C.; FARIAS, F. J. C.; RÉGO, G. M.; SILVA, A. P. G. da.; FERREIRA FILHO, J. R.; VASCONCELOS, O. L.; COUTINHO, J. L. B. Estabilidade fenotípica de cultivares de amendoim avaliadas na região nordeste do Brasil. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.4, p.808-12, out./dez. 1999.
- SCAPIM, C. A.; OLIVEIRA, V. R.; BRACCINI, A. L. Yield stability in maize (*Zea mays* L.) and correlations among the parameters of the Eberhart and Russell, Lin and Binns and Huehn models. **Genetics and Molecular Biology**, v.23, n.2, p.387-93, jun. 2000.
- SOARES, A. A. **Desempenho do melhoramento genético do arroz de sequeiro e irrigado na década de oitenta em Minas Gerais**. Piracicaba, SP: ESALQ/USP, 1992. 188 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- SOARES, A. A.; MORAIS, O. P.; 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, 1987, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: [s.n.], 1987. p.132.
- SOUZA, M. A. **Adaptabilidade, estabilidade, correlações e coeficientes de trilha em genótipos de trigo (*T. aestivum* L.), em doze ambientes de Minas Gerais**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1985. 118 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- VEGA, A. J.; CHAPMAN, S. C.; HALL, A. J. Genotype by environment interaction and indirect selection for yield in sunflower. **Field Crops Research**, v.72, n.1, p.17-38, aug. 2001.