

Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipos de arroz irrigado para o Estado de São Paulo

Phenotypic adaptability and stability of genotype of irrigation Rice for the state of São Paulo

MORAIS, Lizz Kezzy de 1
SILVA, Ricardo Machado da 2
CHIORATO, Alisson Fernando 1
AZZINI, Luiz Ernesto 1
VILLELA, Omar Vieira 1
GALLO, Paulo Boller 1
SAKAI, Mauro 1
BASTOS, Cândido Ricardo 1
MALAVOLTA, Vanda Maria Angeli 1
2 Departamento de Ciências Agrárias - UNITAU
1 Instituto Agrônômico (IAC)
Capta Grãos e Fibras
Av. Barão de Itapura, n. 1480
Campinas – São Paulo - Brasil
Autor para correspondência: lizz@iac.sp.gov.br

Recebido em 25 de setembro de 2008; aceito em 08 de outubro de 2008.

RESUMO

A avaliação da adaptabilidade das linhagens e sua estabilidade de produção têm sido importantes na indicação regionalizada de cultivares. Assim, nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento adaptativo de genótipos de arroz, testados na safra 2003/2004, no Estado de São Paulo pelo método AMMI. Os experimentos foram conduzidos em cinco ambientes: Mococa, Pindamonhangaba1, Sapucaia, Paraiquera-Açú e Pindamonhangaba2. Foram avaliados 14 genótipos de arroz, em delineamento de blocos completos casualizados com quatro repetições. O padrão significativo das interações Gx A foi captado pelo terceiro eixo principal de interação, o qual explicou 94,6% da SQA. O ambiente Mococa pode ser classificado como ambiente de interação positiva onde a maioria dos genótipos apresenta bom desempenho produtivo. Quanto à estabilidade de comportamento os genótipos EPAGRI 109, SCSBRS 113 e IAC 1817 destacaram-se com menores interações com os ambientes. A linhagem IAC 1817 foi relativamente a mais produtiva. Esses genótipos apresentam boa previsibilidade, produtividade satisfatória e ampla adaptação. Conclui-se que a recomendação desses genótipos de arroz deve ser extrapolada ao maior número de ambientes possíveis. Dessa forma, a recomendação desses genótipos deve ser feita para áreas que possuam as mesmas condições edafoclimáticas no estado de São Paulo que as utilizadas no presente estudo.

PALAVRAS-CHAVE: interação genótipo x ambiente, método AMMI, *Oryza sativa*, arroz.

ABSTRACT

The evaluation of the adaptability of the lines and its stability of production has been important for an efficient indication to cultivars. Thus in this context the objective of the present study is to evaluate the adaptable behavior of rice genotypes tested in harvest 2003/2004, in São Paulo State for method AMMI. The experiments had been lead in five environments: Mococa, Pindamonhangaba 1, Sapucaia, Paraiquera-Açú and Pindamonhangaba 2. Fourteen genotypes of rice were evaluated in completely randomized blocks designs with four replications. A significant GE interaction pattern was captured for the third principal AMMI axis, witch explained 94.6% of the original square sum of the GE interaction. Mococa environment can be classified as a positive interaction environment where the majority of the genotypes present good productive performance. About yield stability the genotypes EPAGRI 109, SCSBRS 113 AND IAC 1817 obtained the lowest GE interactions. Also, the line IAC 1817 was relatively more productive. These genotypes present good predictability, satisfactory productivity and broad adaptation. The recommendation of these genotypes of rice must be surpassed the biggest possible environment number. Also the recommendation of these genotypes must be made for locations that obtain the same climatic conditions that can be found in São Paulo State which was used in the present study.

KEY WORDS: genotype x environment interaction, method AMMI, *Oryza sativa*, rice

I. INTRODUÇÃO

O arroz no Brasil é produzido nos ecossistemas de várzeas e de terras altas, sob diversos sistemas de cultivo. O sistema irrigado, responsável por aproximadamente 60% da produção nacional, predomina nas várzeas (GUIMARÃES; SANT'ANA, 1999). No Estado de São Paulo o plantio de arroz irrigado, tem sua predominância nas regiões do Vale do Paraíba e do Vale do Ribeira. O desenvolvimento de cultivares de arroz mais produtivas, de melhor qualidade de grão e adaptação a essas regiões de cultivo têm sido o objetivo principal do programa de melhoramento genético do Instituto Agrônomo.

O Instituto Agrônomo (IAC) foi pioneiro e um dos principais responsáveis pelo programa de melhoramento genético de arroz no Brasil sendo iniciado em 1935. O programa tem desenvolvido novas cultivares mais produtivas e estáveis, com boa qualidade de grãos e resistentes às principais doenças. Para criação dessas cultivares, os melhoristas da instituição têm buscado a variabilidade genética nos cruzamentos desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético da própria instituição. O programa tem alcançado inúmeros sucessos através dos anos, principalmente pela obtenção e liberação de cultivares de arroz irrigado como a IAC 102, IAC 103, IAC 105 e IAC 106 entre outras.

No ano de 2004, o Estado de São Paulo contribuiu com uma pequena porcentagem do total da área plantada de arroz irrigado no Brasil atingindo uma produtividade média de 4.438 kg/ha² (EMBRAPA, 2005). A rizicultura constitui, entre as culturas anuais plantadas no Brasil, uma das mais sensíveis a adversidades ambientais (solos pobres, deficiência hídrica, ataque de pragas e doenças, etc). Essas adversidades têm como consequência rendimentos baixos e produção instável ao longo dos anos, acarretando desabastecimento, grande oscilação de preços e queda no consumo *per capita* desse produto, que representa um dos principais pratos do brasileiro.

Entre outras razões essa extrema sensibilidade da cultura deve estar associada ao uso de cultivares mal adaptadas aos diversos sistemas de produção e à grande variabilidade de condições edafoclimáticas em que se cultiva o arroz no Brasil. Nesse aspecto, a recomendação de cultivares com base unicamente em suas produtividades médias nos ensaios avançados de rendimento pode contribuir para a indicação de genótipos de adaptação específica.

A avaliação da adaptabilidade das linhagens do programa e sua estabilidade de produção têm sido primordiais na indicação regionalizada das cultivares lançadas, assim, nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento adaptativo de genótipos de arroz, testados na safra 2003/2004, no Estado de São Paulo. O estudo propôs-se a investigar a análise de adaptabilidade e estabilidade pelo método AMMI (ZOBEL et al., 1988) na descrição desses comportamentos, quanto a sua capacidade em explorar a variação da produtividade de grãos dos genótipos frente aos diferentes ambientes de teste.

II. MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no ano agrícola de 2003/2004, em cinco locais sendo: Mococa (15), Pindamonhangaba1(16), Sapucaia (17), Paraiquera-Açú (18) e Pindamonhangaba2 (19). As respectivas latitudes, longitudes, altitudes e tipo de solo para cada ambiente são: (15) Mococa (latitude 21°28'S; longitude 47°00'W; altitude 645m e solo tipo argiloso), (16 e 19) Pindamonhangaba (latitude 22°55'S; longitude 45°27'W; altitude 557m e solo tipo argiloso), (16) Sapucaia (latitude 20°05'S; longitude 40°07'W; altitude 580m e solo tipo orgânico turfoso), (17) Paraiquera-Açú (latitude 24°43'S; longitude 47°52'W; altitude 30m e solo tipo argiloso). Foram avaliados 14 genótipos de arroz, sendo estes IAC 103 (1), IAC 400 (2), EPAGRI 109 (3), SCSBRS 113 (4), IAC 1798 (5), IAC 1810 (6), IAC 1813 (7), IAC 1817 (8), IAC 1844 (9), IAC 1847 (10), IAC 1851 (11), IAC 1852 (12), IAC 1854 (13) e IAC 1857 (14). As semeaduras ocorreram nos meses de dezembro e janeiro. Utilizou-se o delineamento de blocos completos casualizados com quatro repetições. A parcela experimental foi similar em todos os experimentos, sendo representada por cinco linhas de 5m com espaçadas de 0,30m entre si. A parcela útil para avaliação do caráter produtividade de grãos foi de 2,7m².

Utilizando-se os dados de produtividade de grãos, foram processadas as análises de variância individual e conjunta, para se avaliar a variabilidade genética entre os tratamentos e a presença de interação genótipo x ambiente. Após a detecção da presença de interação foi realizada a análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica pelo método uni-multivariado AMMI (ZOBEL et al, 1988).

A análise AMMI combina, em um único modelo, componentes aditivos para os efeitos principais de genótipos (\hat{g}_i) e de ambientes (\hat{a}_j), e componentes multiplicativos para o efeito da interação (\hat{gaj}_{ij}). Nesse modelo, além dos termos convencionais de um modelo de análise conjunta de variância ($\mu + \hat{g}_i + \hat{a}_j$), os demais termos resultam da análise de componentes principais (ACP) aplicada à matriz de interações

$\mathbf{GA}_{(ga)} = [(\hat{g}a)_{ij}]$, sendo $(\hat{g}a)_{ij} = Y_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j + \bar{Y}_{..}$. Assim, o modelo que descreve a produtividade média de um genótipo i num ambiente j é dado por:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + a_j + \sum_{k=1}^n \lambda_k \gamma_{ik} \alpha_{jk} + \rho_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

em que:

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

μ : é a produtividade média geral;

g_i : é o efeito do genótipo i ;

a_j : é o efeito do ambiente j ;

λ_k : é o k -ésimo valor singular de GA (escalar);

γ_{ik} : é o elemento correspondente ao i -ésimo genótipo no vetor singular γ_k (vetor singular coluna);

α_{jk} : é o elemento correspondente ao j -ésimo ambiente no vetor α_k (vetor singular linha);

ρ_{ij} : é a porção padrão, sendo esse o resíduo da análise de componentes principais;

n : é o número de eixos ou de componentes principais retidos para descrever o padrão da interação GA.

ϵ_{ij} : é o erro experimental médio associado à observação Y_{ij} , assumido como independente.

A análise AMMI recupera uma porção sistemática da soma de quadrados da interação de genótipos com ambientes (SQ_{GA}), conhecida como "padrão". Por padrão entende-se a lei geral de formação da matriz que governa o fenômeno da interação GA, explicada pelos n primeiros eixos da análise de componentes principais. O exame desses eixos possibilita a identificação de fatores ambientais e genotípicos mais diretamente relacionados à interação. O ruído, presente em GA, mas não fortemente determinado por genótipos e ambientes (linhas e colunas da matriz) é, então, descartado, o que melhora a capacidade preditiva do modelo (DUARTE & VENCOVSKY, 1999).

Na família de modelos AMMI possíveis, a escolha mais apropriada em termos do número de eixos a serem retidos (IPCA) e capazes de explicar o padrão da interação, é determinada pela proporção da SQ_{GA}

acumulada até o n -ésimo eixo ($\sum_{k=1}^n \lambda_k^2 / SQ_{GA}$). Para isso utilizou-se o teste F_k de Cornelius et al. (1992),

como aplicado por Piepho (1995), o qual testa o resíduo AMMI do eixo IPCA. Um resultado significativo pelo teste F_k sugere que pelo menos um termo multiplicativo ainda deve ser adicionado aos n eixos já ajustados. Selecionado o modelo AMMI que melhor descreve os resultados, o resultado da análise de adaptabilidade e estabilidade pode ser visualizado num gráfico *biplot*.

Um *biplot* é obtido pelas combinações dos escores da IPCA e captam a porção padrão da interação GA, permitindo identificar genótipos de menor contribuição para a interação (estáveis), ou ainda, combinações de genótipos e ambientes desejáveis em termos de adaptabilidade e estabilidade. As análises individual e conjunta foram realizadas por meio do procedimento GLM do SAS (Statistical Analysis System, 1989). As análises do método AMMI foram realizadas por um programa de análise de GxA desenvolvido dentro do SAS, proposto por Duarte e Vencovsky (1999).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas análises de variância indicaram a existência de diferenças significativas, em nível de 1% de probabilidade, entre os genótipos avaliados, entre os ambientes, bem como efeitos significativos da interação GxA. Logo, os genótipos sofreram influências diferenciadas dos ambientes, dificultando, uma recomendação única de cultivares para toda a região em estudo. Pelo método AMMI a interação pôde ser decomposta em quatro componentes principais. Pelo teste FR de Cornelius et al. (1992), segundo Piepho (1995), o terceiro eixo da interação foi significativo ($p < 0,001$), o que leva a seleção do modelo AMMI3 (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise AMMI para produtividade de grãos (kg/ha) e seus respectivos valores de F, relativos a genótipos de arroz, no ano agrícola de 2003/2004, Estado de São Paulo, Brasil.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios	$F_{\text{Cornelius}}$
Genótipo (G)	13	1353361,69	18,30**
Ambiente (A)	4	17615720,31	238,28**
GxA	52	492156,47	6,65**

IPCA1	16	1136579,24	15,37**
RES1	36	208533,18	2,82**
IPCA2	14	288284,05	3,89**
RES2	22	157782,64	2,13**
IPCA3	12	178852,08	2,41**
RES3	10	132499,31	1,79 ^{ns}
IPCA4	10	132499,31	1,79 ^{ns}
RES4	0	0,00	0,00
Erro médio/r	207	73925,69	

Em concordância com o modelo AMMI, a análise de componentes principais foi usada para decompor a interação GxA original em quatro componentes (posto da matriz GxA), dos quais o terceiro eixo foi selecionado. Silva et al. (2002) reporta que a significância dos componentes principais está relacionada com as magnitudes dos escores para materiais genéticos e para ambientes, explicando assim, parte da variação da interação.

Analisando a Tabela 2, observa-se que o terceiro eixo singular ou principal de interação (IPCA1) capturou 94,84% da SQGxA, correspondendo à porção padrão e 5,16%, que, provavelmente, contenham pouca informação relevante.

Tabela 2. Proporção da SQGxA da interação, para cada eixo principal da análise AMMI, no ano agrícola 2002/2003, em São Paulo, Brasil.

Eixo	Proporção/Eixo	%Acumulada
IPCA1	0,7078	70,78
IPCA2	0,1571	86,48
IPCA3	0,0835	94,84
IPCA4	0,0516	100,00

A Figura 1 mostra o gráfico *biplot* resultante da análise pelo modelo AMMI3 em combinação de eixos principais dois a dois, para melhor interpretação.

Segundo o método, genótipos com valores de IPCA próximos de zero demonstram certa estabilidade aos ambientes estudados. Combinações de genótipos e ambientes com escores IPCA de mesmo sinal têm interações específicas positivas; combinações de sinais opostos apresentam interações específicas negativas. O genótipo que mais contribuiu para a interação GxA foi a cultivar 2, pois apresentou a maior magnitude de escore no eixo de interação (Figura 1). Além disso, mostrou adaptabilidade específica ao local Pariquera-açú, o que atesta a sua instabilidade. Por sua vez, os genótipos que menos contribuíram para a interação GxA (mais estáveis) foram 3 e 4 (Tabela 4). Esses genótipos apresentam interação mínima com os ambientes de estudo e rendimentos previsíveis para o nível de produtividade dos locais. Isso também pode ser observado para o ambiente Pindamonhangaba1 (Tabela 3), onde esses genótipos mantêm um padrão de produtividade, salientando-se que esse é o ambiente de mais baixas médias preditas (Tabela 4).

Genótipos	Mococa	Pindamonhangaba1	Sapucaia	Pariquera-açu	Pindamonhangaba2	Amplitude
1	1010,65	-47,25	-1390,23	220,63	190,20	2400,88
2	1537,15	98,31	-2582,79	993,42	-46,10	4119,94
3	238,34	71,92	44,04	160,03	37,66	200,68
4	-317,01	139,01	-240,06	330,49	07,57	647,50
5	-675,36	96,78	14,26	-61,64	625,95	1301,31
6	1069,34	263,70	42,36	411,79	351,47	1026,98
7	-112,22	-13,06	547,27	-10,31	-402,06	949,33
8	648,87	-257,55	129,43	-658,94	138,18	1307,81
9	306,42	234,94	176,35	801,73	553,89	625,38
10	-687,58	111,68	242,98	51,33	281,56	969,14
11	-434,19	-1,24	637,63	-181,11	-21,08	1071,82
12	309,32	58,96	714,98	206,07	670,69	656,02
13	-571,16	43,70	735,97	-54,97	-153,62	1307,13
14	-1235,23	198,08	1020,49	218,51	-201,86	2255,72
Amplitude	2772,38	521,25	3603,28	1652,36	1072,75	

Tabela 3. Estimativas AMMI3 das interações dos genótipos com ambientes, obtidos de quatorze genótipos de arroz e cinco ambientes¹, em São Paulo (2003/2004).

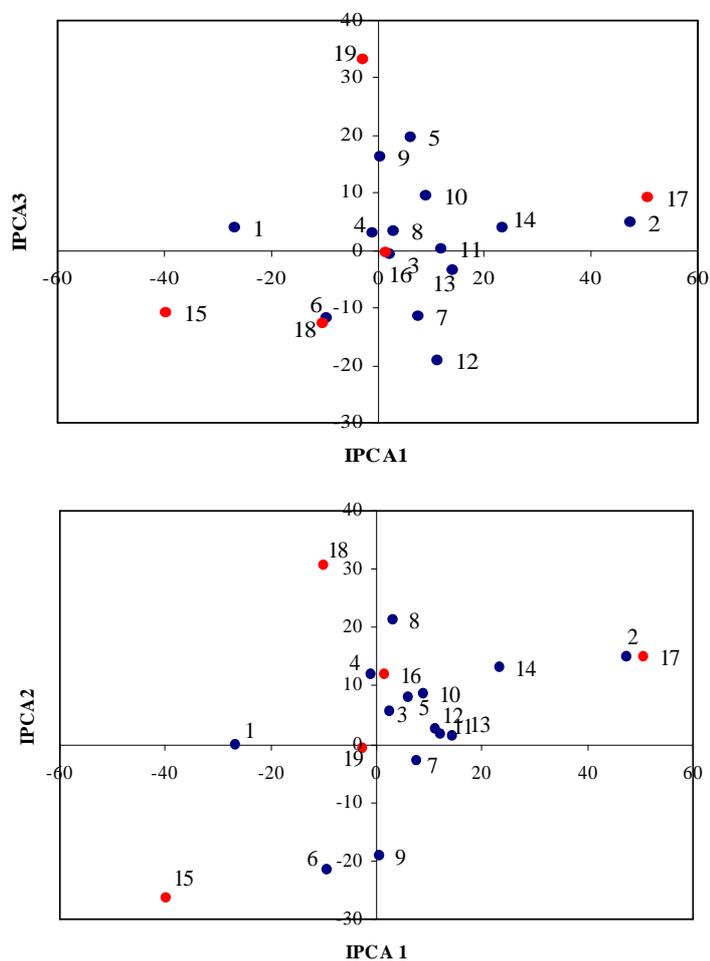


Figura 1. Gráfico *biplo*t do modelo AMMI3 de análise, para dados de produtividade de grãos de genótipos de arroz (kg.ha⁻¹), enumerados de 1 a 14, avaliados na safra 2003/2004, em cinco ambientes do Estado de São Paulo, Brasil (em vermelho).

Os materiais considerados estáveis EPAGRI 109 (3), SCSBRS 113 (4) e IAC 1817 (8) apresentam plasticidade às diferentes condições de temperatura, altitude, latitude, tipo de solo, etc, e portanto, atingem rendimentos satisfatórios. O genótipo 8 manteve as maiores produtividades em todos os ambientes de teste (Tabela 4).

Tabela 4. Matriz de médias preditas segundo o modelo AMMI3 de análise, obtidas de quatorze genótipos em cinco ambientes¹, em São Paulo (2003/2004).

Genótipos	Mococa	Pindamonhangaba1	Sapucaia	Pariquera-Açú	Pindamonhangaba2
1	7378,91	3420,79	3943,05	4492,54	5802,68
2	7199,39	2868,34	2052,46	4567,31	4860,35
3	6010,40	3428,45	5265,80	4320,43	5455,29
4	5891,51	3455,33	4933,47	4458,67	5607,32
5	6209,51	4089,44	5872,16	4734,88	6755,04
6	8194,95	3969,69	6056,26	4625,47	6018,35
7	6943,71	4149,05	6576,23	4949,26	5097,20
8	8322,48	4523,83	6776,06	4926,31	7056,00
9	7228,67	3795,09	6071,62	4032,17	6720,36
10	5390,69	3297,75	5294,28	4041,20	5604,05
11	6017,62	3558,35	6062,46	4182,35	5674,94
12	6054,97	3531,04	6052,29	4482,02	4937,81
13	6013,47	3736,20	6293,62	4441,31	5675,21
14	4991,75	3532,85	6220,49	4357,15	5269,32

Essa linhagem mostrou-se promissora, demonstrando adaptabilidade mais ampla. As linhagens IAC 1798 (5), IAC 1810 (6), IAC 1813 (7) e IAC 1844 (9), embora tenham apresentado as maiores médias, não foram tão estáveis aos ambientes, haja vista terem mostrado adaptação específica às condições de Pindamonhangaba1, Mococa e Sapucaia.

O ambiente Pindamonhangaba1 apresentou as menores médias preditas para todos os genótipos (Tabela 4). Entre os locais avaliados destaca-se Sapucaia conjuntamente com Mococa como os que mais contribuíram para a interação GxA (Tabela 3). Quanto à estabilidade ambiental, o ambiente Pindamonhangaba1 apresentou-se com menor amplitude de efeitos de interação (Tabela 3). Sendo assim, a classificação nesse ambiente apresentou a menor variação em relação às classificações dos genótipos nos outros locais. Segundo Morais (2005), o teste de material genético nesse tipo de ambiente deve produzir um ordenamento mais consistente e confiável para fins de recomendação de cultivares, ou seja, a estabilidade ambiental tende a permitir uma maior confiabilidade no ordenamento dos genótipos. Assim, esse seria um local estratégico para condução de fases mais preliminares de programa de melhoramento em estudo.

Para a cultivar IAC 400 (2), o ambiente Sapucaia apresentou-se de valor negativo de maior magnitude para a interação, ou seja, há uma perda de 2583 kg.ha⁻¹ (Tabela 3) dessa cultivar sob esse ambiente. Dessa forma, esse genótipo não deve ser recomendado para esse local. Segundo Morais (2005) e Morais et al. (2003), esse alto valor de interação faz com que se aumente o valor da amplitude dos efeitos da interação.

O ambiente mais apropriado para a cultivar IAC 400 foi Mococa, que apresentou uma interação positiva com um ganho de 1537 kg.ha⁻¹ (Tabela 3).

Alguns estudos de adaptabilidade e estabilidade com a cultura do arroz têm sido relatados por alguns autores em outros estados (LOPES ET AL. 2003; ASENJO et al. 2002; CORDEIRO, 2002; SILVA ET AL. 1995).

Com relação aos genótipos em estudo, observou-se por meio da metodologia AMMI, uma classificação e interpretação simplificada dos resultados de estabilidade e adaptabilidade específica permitindo assim, a recomendação específica dos genótipos pelo melhorista. Isso somente foi possível pela estratificação ambiental, detectada na análise pela falta de similaridade entre os locais de teste, que por sua vez permitiu uma melhor discriminação dos genótipos quanto ao seu comportamento adaptativo.

Quando se avalia diferentes genótipos, em diferentes condições de ambientes, um questionamento que surge é com relação à menor ou maior estabilidade dos materiais. Allard e Bradshaw (1964) comentam que o fator estabilidade pode ser analisado considerando-se duas situações: estabilidade populacional (homeostase populacional) e estabilidade individual (homeostase individual). A homeostase populacional pressupõe que cada indivíduo que compõe a população seja adaptado a uma diferente faixa de variação ambiental, ao passo que a homeostase individual é uma consequência da reação tamponante de cada indivíduo da população, que se adapta a diversos ambientes. Espécies de base genética estreita como o arroz (RANGEL; GUIMARÃES; NEVES, 1996) dependem mais da homeostase individual para conservar suas características. Sendo assim, a recomendação de genótipos de arroz deve ser extrapolada ao maior número de ambientes possíveis. Dessa forma, a recomendação desses cultivares deve ser feita para áreas que possuam as mesmas condições edafoclimáticas no estado de São Paulo que as utilizadas nesse estudo.

IV. CONCLUSÃO

- 1) O método AMMI permite uma boa discriminação dos genótipos de arroz irrigado quanto ao seu comportamento adaptativo;
- 2) A linhagem IAC 1817 e as cultivares EPAGRI 109 e SCSBRS 113 apresentam boa previsibilidade, produtividade satisfatória e ampla adaptação;
- 3) O ambiente Mococa pode ser classificado como ambiente de interação positiva onde a maioria dos genótipos apresenta bom desempenho produtivo.

V. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD, R. W.; BRADSHAW, A. D. Implications of genotypes-environmental interactions in applied plant breeding. *Crop Science*, Madson, v.4, n.5, p.503-508, 1964.

ASENJO, C. A.; BEZUS, R.; ACCIARES, H. A. Estudio de la interacción genótipo ambiente em arroz (*Oryza sativa* L.) em zonas templadas utilizando el análisis AMMI. In: 1º CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ-RENAPA, 1., 2002, Florianópolis. Anais. Santo Antônio de Goiás: Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2002, v. 1, p.178-181.

CORDEIRO, A. C. C. Estabilidade de linhagens de arroz irrigado avaliadas em ensaios de Valor de Cultivo e Uso em várzeas de Roraima no período 2000/01 a 2001/02. In: 1º CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ-RENAPA, 1., 2002, Florianópolis. Anais. Santo Antônio de Goiás: Empresa brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2002, v. 1, p.172-174.

CORNELIUS, P. L.; SEYEDSADR, M.; CROSSA, J. Using the shifted multiplicative model to search for "separability" in crop cultivar trial. *Theoretical and Applied Genetics*, Berlin, v.84, p.161-172, 1992.

DUARTE, J. B.; VENCOVSKY, R. *Interação genótipo x ambientes: uma introdução à análise AMMI*. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1999. 60p. (Série Monográfica, 9).

EMPRESA Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de pesquisa de Arroz e Feijão. 22 jun 2005<www.cnpaf.embrapa.br/arroz/socioeconomia.htm>.

GUIMARÃES, E. P.; SANT'ANA, E. P. Sistemas de Cultivo. In: VIEIRA, N. R. de A.; SANTOS, A. B.; SANT'ANA (Ed.), *A cultura do arroz no Brasil*. 1 ed. Embrapa Arroz e Feijão: Santo Antônio de Goiás, 1999 p. 17-35.

LOPES, S. I. G.; LOPES, M. C. B.; MACIEL, J. L. N.; CARMONA, P. S.; ROSSO, A. F.; OLIVEIRA, I. C. P.; FREITAS, P. R.; LEAL, C. E. B. Análise de estabilidade e adaptabilidade para rendimento de grãos e avaliações de outros caracteres agronômicos e de qualidade dos grãos dos genótipos de arroz do ensaio regional do IRGA, safra 2001/2002. In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, XXV REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 1., 2003, Balneário Camboriú. Anais. Itajaí: Governo do Estado de Santa Catarina, 2003, v.I, p.49-51.

MORAIS, L. K. *Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de soja nos Estados do Mato Grosso e Mato Grosso do Sul*. Goiânia, 2005. 115p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos – UFG.

MORAIS, L. K. et al. Estabilidade e adaptabilidade de cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura utilizando a metodologia AMMI. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v.19, n.1, p. 7-14, 2003.

PIEPHO, H. P. Robustness of statistical test for multiplicative terms in the additive main effects and multiplicative interaction model for cultivar trial. *Theoretical Applied of Genetics*, Berlin, v. 90, p. 438-443, 1995.

SAS Institute. SAS/STAT user's guide: version 6. 4. ed. Cary,1989. v.2, 846 p.

SILVA, R. M.; ROSSE, L. N.; MÔRO, J. R. Estabilidade e adaptabilidade de híbridos duplos experimentais de milho. *Scientia Agrária*, Curitiba, v.3, n. 1-2, p.61-68, 2002.

SILVA, F. G.; ANUNCIACÃO FILHO, C. J.; TABOSA, J. N. Estabilidade da produção de grãos de arroz irrigado nos Estados de Alogos e de Pernambuco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.30, n.3, p.347-351, 1995.

RANGEL, P. H. N.; GUIMARÃES, E. P.; NEVES, P. C. F. Base genética das cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 31, n.5, p. 349-357, 1996.