

Adaptabilidade e estabilidade do rendimento de genótipos de arroz, mediante duas metodologias de avaliação na Colômbia

Adaptability and stability of yield rice genotypes, using two assessment methodologies in Colombia

Lina Maria Ramos¹, Adhemar Sanches¹, José Miguel Cotes², e Alberto Cargnelutti Filho³

¹Departamento de Ciências Exatas, UNESP – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n. CEP 14849-900. Jaboticabal (SP), Brasil.

²Departamento de Ciencias Agronómicas – Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Calle 59ª No 63-20. Medellín (Ant.), Colombia.

³Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil.

Autor para correspondência: limaramo@gmail.com

Recibido: 25-06-2010 Aceptado: 18-03-2011

Resumo

Utilizando-se os dados de produtividade de grãos, se avaliou a adaptabilidade e estabilidade fenotípica de 12 genótipos de arroz sob condições de solos com e sem inundação, visando à seleção de materiais com adaptação ampla ou específica. Oito experimentos foram conduzidos nos estados de Meta, Tolima e Huila, localizados na região leste da Colômbia, durante os anos de 2005 e 2006. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Para a avaliação da adaptabilidade e estabilidade, utilizaram-se os métodos propostos por Eberhart e Russell, e Annichiarico. A análise de variância revelou a existência da interação genótipo-ambiente. As duas metodologias revelaram resultados semelhantes. O genótipo 400094 foi considerado adaptável e estável segundo as metodologias empregadas, e deve ser recomendado para as duas condições de cultivo avaliadas.

Palavras-chave: Annichiarico, arroz, Eberhart e Russell, interação genótipo-ambiente.

Resumen

Utilizando los datos de rendimiento de grano, se evaluó la capacidad de adaptación y estabilidad fenotípica de 12 genotipos de arroz bajo condiciones de suelos con y sin

inundación, con el objetivo de seleccionar materiales con adaptación amplia o específica. Ocho experimentos se llevaron a cabo en los Departamentos de Meta, Tolima y Huila, ubicados al Este de Colombia, durante los años 2005 y 2006, donde se evaluó como variable de adaptación el rendimiento de grano. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con cuatro repeticiones. Para la evaluación de adaptabilidad y estabilidad, se utilizaron los métodos propuestos por Eberhart y Russell, y Annicchiarico. El análisis de varianza reveló la existencia de interacción genotipo-ambiente. Ambas metodologías revelaron resultados semejantes. El genotipo 400094 se consideró adaptable y estable de acuerdo a los métodos empleados, y debe ser recomendado para las dos condiciones de cultivo evaluadas.

Palabras clave: Annicchiarico, arroz, Eberhart y Russell, interacción genotipo-ambiente.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the adaptability and phenotypic stability of 12 genotypes of rice with and without irrigation, to select genotypes with wide or specific adaptations. To evaluate adaptability the variable grain yield was used. Eight experiments in the Departments of Meta, Tolima and Huila located in the region east of Colombia, during the years of 2005 and 2006, were carried out. A complete randomized block design, with four replications, was used. For adaptability and stability evaluations, the methods of Eberhart and Russell and Annicchiarico were used. The variance analysis showed a genotype x environment interaction. The two methodologies presented similar results. The genotype 400094 was considered adaptable and steady, in both methodologies. This genotype could be recommended for cropping under the two agronomical evaluated crop conditions.

Key-words: Annicchiarico, Eberhart and Russell, genotype-environment interaction, rice.

Introdução

Entre os cereais existentes ou conhecidos, o arroz oferece a possibilidade de solucionar mais rapidamente um déficit de produção agrícola na alimentação das pessoas. Setenta e cinco por cento da população mundial inclui o arroz na sua alimentação diária, podendo superar, em alguns casos, o consumo de outros cereais como o milho (Bernis e Pamies, 2006).

O arroz tem a particularidade de ser cultivado em solos inundados ou não inundados, característica que é tradicionalmente considerada no processo de melhoramento de plantas, obtendo-se

variedades para cada um destes ambientes. Assim, a avaliação da adaptabilidade e estabilidade fenotípica na cultura do arroz constitui uma das etapas mais difíceis nos programas de melhoramento genético, antecedendo à recomendação de novas cultivares. Tal fato ocorre devido a exigências de condução de experimentos numa grande quantidade de ambientes de cultivo.

Para o melhorista de plantas é importante conhecer a magnitude da interação genótipo-ambiente, com a finalidade de escolher as estratégias que permitam diminuir o impacto desta interação (Jensen, 1988). Na fase final de melhoramento genético, realizam-se análises de adaptabilidade e estabilidade,

pelas quais é possível identificar cultivares de comportamento previsível e que sejam responsivas às variações ambientais, em condições específicas ou amplas (Cruz e Regazzi, 1997).

Existem diversas metodologias para a análise de adaptabilidade e estabilidade, destinadas à avaliação de um grupo de genótipos testados numa série de ambientes. A escolha de um método de análise depende dos dados experimentais, do número de ambientes disponíveis, da precisão requerida e do tipo de informação desejada (Cruz e Regazzi, 1997). Existem métodos que são alternativos, enquanto outros são complementares, podendo ser utilizados de forma conjunta.

Cruz e Carneiro (2003) especificam diferentes terminologias de adaptabilidade e estabilidade, e dentro destas estão as definições de Mariotti *et al.* (1976), que definem o termo adaptabilidade como a capacidade dos genótipos responderem vantajosamente à melhoria do ambiente, e a estabilidade como a capacidade dos genótipos apresentarem comportamento altamente previsível em função das variações ambientais.

Entre os métodos de estimação da adaptabilidade e estabilidade, destaca-se a metodologia de Eberhart e Russell (1966) pela simplicidade dos cálculos e informações fornecidas (Veronesi, 1995; Silva e Duarte, 2006). Esta metodologia baseia-se na análise de regressão linear, que mede a resposta de cada genótipo às variações ambientais. Para cada genótipo, em cada ambiente, é computada uma regressão linear simples da variável resposta (ex: produção de grãos ou frutos), em relação a um índice ambiental, obtido pela diferença entre a média de cada ambiente e a média geral.

Embora os métodos baseados na regressão linear sejam muito utilizados, os mesmos apresentam algumas limitações, entre as quais se destaca o uso da média de todas as cultivares em cada condição como medida do índice ambiental. Isto faz com que não haja independência entre o rendimento e o índice ambiental, e a consequência direta é a não validade dos testes de hipóteses (Shukla, 1972). Esta limitação pode ser contornada avaliando-se um número grande de cultivares e ambientes (Cruz e Regazzi, 1997).

Por sua vez, o método proposto por Annicchiarico (1992) determina que a estabilidade é avaliada pela superioridade de um genótipo em relação à média de cada ambiente (Cruz e Carneiro, 2003). O desempenho do genótipo e sua estabilidade são determinados nesta metodologia com base num índice de confiança ou de recomendação, de tal forma que os maiores valores do índice (ω_i) são obtidos para aqueles genótipos que apresentam uma maior média porcentual (\hat{Z}_i) e menor desvio (σ_{zi}). Autores como Atroch *et al.* (2000) e Silva e Duarte (2006) recomendam a utilização desta metodologia pela facilidade de interpretação.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a adaptabilidade e estabilidade de doze genótipos de arroz avaliados em oito ambientes, além de comparar as metodologias de Eberhart e Russell (1966) e Annicchiarico (1992).

Material e métodos

O arroz é uma planta que pode ser semeada em terrenos onde os regimes de chuva o favoreçam, sendo considerado

um sistema de arroz de sequeiro, assim como em localidades que apresentam altas quantidades de água, considerado um sistema de arroz irrigado. Esta última é a condição ótima para o arroz, permitindo maior estabilidade na produção. No entanto, a área disponível para irrigação apresenta fatores limitantes ao seu aproveitamento, como são as quantidades de água disponível; do tipo de solo (os solos arenosos são laváveis, empobrecendo a terra e desta forma dificultando a alimentação da planta); de onerosos investimentos; de técnica de trabalho mais avançada, e de mão-de-obra especializada.

Tendo em conta os dois sistemas de cultivo, foram conduzidos oito experimentos na Colômbia nos estados de Meta (La Libertad, arroz irrigado, e Tanane, arroz de sequeiro), Tolima (Escobal, arroz irrigado) e Huila (Junca, arroz irrigado), onde foram avaliados quatro ambientes no ano agrícola de 2005, sendo os mesmos repetidos em 2006.

As informações das coordenadas geográficas

das localidades estão apresentadas na Tabela 1. Avaliou-se a produtividade de grãos ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) de oito genótipos de arroz produzidos pela empresa SEMILLANO Ltda. (350356, 350361, 350405, 350406, 350411, 400090, 400094 e 400099) e de quatro cultivares comerciais utilizadas como testemunhas (Bonanza 6-30, Fedearroz 50, Fortaleza 5-30 e Progreso 4-25), totalizando 12 genótipos avaliados. Os materiais da empresa SEMILLANO foram obtidos por cruzamentos entre materiais *indica*, *japonica* e genes silvestres, ministrados pelo CIAT, FLAR e CIRAD, entre outros.

Em cada experimento, utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída por 20 linhas de 5 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0.25 m, e densidade de 20 gramas de semente por linha. As práticas culturais adotadas foram as usuais da cultura de acordo com o local. Estes experimentos foram conduzidos na época ideal para cada localidade.

Tabela 1. Coordenadas geográficas e altitude das localidades de condução dos experimentos na Colômbia.

Localidade (Estado)	Coordenadas geográficas		Altitude (m)
La Libertad (Meta)	4°03'34.9" N	73°23'37.3" W	326
Tanané (Meta)	4°03'16.4" N	73°27'30.9" W	329
Escobal (Tolima)	4°24'10.8" N	75°07'1.67" W	848
Juncal (Huila)	3°02'40.5" N	75°17'18.5" W	521

Realizou-se análise de variância individual para cada experimento e, posteriormente, a análise conjunta das localidades, considerando genótipo como efeito fixo e ambiente como aleatório com a finalidade de determinar a significância da interação genótipo-ambiente. Na análise individual as médias dos genótipos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Logo após, procedeu-se às análises de adaptabilidade e estabilidade pelas metodologias de Eberhart e Russell (1966) e Annicchiarico (1992), utilizando-se o programa GENES (Cruz, 2001).

A estatística que descreve a estabilidade e a adaptabilidade de um genótipo, no método de Eberhart e Russell (1966), utiliza a produtividade média dos genótipos (β_{0i}); o seu coeficiente de regressão (β_{1i}), que mede a resposta do genótipo à variação do ambiente, e a variância dos desvios dessa regressão (δ_{ij}), obtida a partir do modelo (Cruz e Regazzi, 1997):

$$Y_{ij} = \beta_{0i} + \beta_{1i}I_j + \delta_{ij} + \bar{e}_{ij}$$

onde:

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

β_{0i} : média geral do genótipo i ;

β_{1i} : coeficiente de regressão linear, que é uma medida de resposta do i -ésimo genótipo à variação do ambiente;

I_j : índice ambiental codificado;

$$\left[\sum_{j=1} I_j = 0 \right]$$

δ_{ij} : desvio da regressão;

\bar{e}_{ij} : erro experimental médio;

Para cada genótipo realizou-se uma análise de regressão, utilizando-se o índice ambiental como variável independente e a produtividade dos genótipos como variável

dependente. Segundo o método proposto por Eberhart e Russell (1966), o efeito do ambiente pode ser desmembrado em dois componentes: um linear e outro não-linear. O coeficiente de regressão (β_{1i}) está associado ao componente linear, indicando a adaptabilidade do genótipo, ou seja, a capacidade de responder à melhoria do ambiente. Os desvios da regressão (δ_{ij}) estão associados ao componente não linear e indicam a estabilidade.

A medida de estabilidade proposta por Annicchiarico (1992), baseada no índice de confiança (índice de recomendação), é calculada segundo Cruz e Carneiro (2003) pelo seguinte modelo:

$$\omega_i = \mu_i - Z_{(1-\alpha)} \sigma_{zi}$$

onde:

ω_i : Índice de confiança (%);

μ_i : é a média porcentual dos genótipos i ; $Z_{(1-\alpha)}$: é o percentil da função de distribuição normal padrão, em que o coeficiente de confiança ou significância adotado foi 75%, isto é $\alpha = 0.25$;

σ_{zi} : é o desvio padrão dos valores percentuais Z_i associados ao i -ésimo genótipo.

Resultados e discussão

Da análise de variância individual foi feita a média de cada genótipo e observou-se que as produções de Fedearroz 50 e 400094 foram as maiores sendo 6034 kg ha^{-1} e 6171 kg ha^{-1} , respectivamente, não apresentando diferença significativa entre elas pelo teste de comparação múltipla de Scott-Knott (Tabela 2).

Com relação às localidades envolvidas, pode-se observar que as condições mais favoráveis ao cultivo ocorreram em Juncal, a qual apresentou um índice ambiental positivo nos dois anos de estudo, sendo

típico de um ambiente favorável, pois foi a localidade onde os genótipos apresentaram a mais alta produtividade (Tabela 2). O contrário ocorreu na localidade de Tanane, onde o arroz foi semeado em sequeiro, sendo considerado o menos produtivo nos dois anos de estudo, conforme era esperado, apresentando índice ambiental negativo (-961 em 2005 e -1179 em 2006), caracterizando-se como um ambiente desfavorável para a cultura de arroz. Na localidade de Escobal, no ano 2005, houve um período de seca, diminuindo drasticamente a quantidade de água no cultivo do arroz e, por isso, a produtividade dessa localidade foi a menor de todas as localidades, com índice ambiental negativo (-1944). Entretanto, no ano 2006, quando a localidade apresentou a quantidade suficiente de água, observou-se uma alta

produtividade média (731 Kg.ha⁻¹).

As diferenças entre locais possibilitam estudar os genótipos com adaptação ampla e específica, assim como a previsibilidade ou estabilidade do comportamento dos mesmos. A precisão do experimento, medida pelo coeficiente de variação, foi adequada (≤ 17.48%).

A relação entre o maior e o menor quadrado médio do erro em cada ambiente (igual a 13,9) indica heterogeneidade das variâncias residuais entre os ambientes, sendo então necessário fazer o ajuste para se obter o nível máximo de aceitação, sendo este igual a 7, segundo Cruz e Regazzi (1997), para obter homogeneidade entre as localidades. O ajuste foi feito no programa GENES, antes de se realizar a análise conjunta dos ambientes.

Tabela 2. Produtividade de grãos de genótipos de arroz (Kg.ha⁻¹) em oito localidades, média geral (Kg.ha⁻¹), coeficiente de variação (CV%), quadrado médio do erro (QME), sistema do cultivo (SC) e índice ambiental (IA), nos anos 2005 e 2006, na Colômbia.

Genótipos*	Ambientes								Média
	Tananc/0	Escobal/0	Juncal/0	La	Tananc/0	Escobal/0	Juncal/0	La	
	5	5	5	Libertad/05	6	6	6	Libertad/06	
350356	3675 b	2715 b	5455 b	4145 c	3540 c	7564 a	5901 b	2488 c	4435 d
350361	5133 a	4381 d	8685 a	5132 b	4937 a	5990 b	5139 c	5230 a	5579 b
350405	3702 b	1599 e	7225 b	4253 c	2426 c	6220 b	5770 b	3881 b	4385 d
350406	3627 b	2461 d	6876 b	4856 b	5204 a	7660 a	6511 a	3709 b	5113 c
350411	3478 b	2741 d	8090 a	6377 a	4222 b	7460 a	5040 c	3724 b	5142 c
400090	4060 b	2767 d	6327 b	4314 c	4049 b	7250 a	6165 a	3717 b	4831 c
400094	5011 a	4903 a	8200 a	6323 a	4765 a	7670 a	5793 b	5602 a	6034 a
400099	4022 b	2400 d	6884 b	5198 b	4186 b	7470 a	6397 a	4438 b	5125 c
Bonanza 6-30	5016 a	3265 c	6905 b	6257 a	2966 c	7150 a	5063 c	5343 a	5246 c
Fedearroz-50	4839 a	5220 a	8712 a	6497 a	5319 a	7897 a	4883 c	6003 a	6171 a
Fortaleza 5-30	3593 b	3989 b	8255 a	7026 a	4077 b	8386 a	5578 c	3428 b	5542 b
Progreso 4-25	5086 a	3019 c	7397 b	5076 b	2944 c	7370 a	5229 c	5353 a	5184 c
Média	4270	3289	7418	5455	4053	7341	5622	4410	5232
CV(%)	9.60	8.78	14.52	9.93	17.48	7.45	6.91	10.74	
QME	168011	83335	1160501	293418	502081	299487	150773	224234	
SC	não irrigado	irrigado	irrigado	irrigado	não irrigado	irrigado	irrigado	irrigado	
IA	-962	-1944	2186	222	-1179	2108	390	-822	

Os resultados da análise de variância conjunta revelaram diferenças significativas ($P \leq 0.01$) entre genótipos, mostrando que existe diferença entre os mesmos. O mesmo ocorreu para o efeito de ambientes, ou seja, ocorreu diferença entre as localidades onde foi desenvolvida a pesquisa, dada por fatores climáticos, solo, etc, bem como a significância da interação genótipo x ambiente (Tabela 3). Essa interação indica que o desempenho dos genótipos não foi consistente nos locais avaliados e que a análise de adaptabilidade e estabilidade é adequada. Isto reflete as diferentes sensibilidades dos genótipos às diversas condições de ambientes encontradas, que neste estudo são as condições do solo, ano e localidade. Assim, torna-se importante a identificação de genótipos com comportamento previsível e que sejam

responsivos às variações ambientais. O coeficiente de variação foi de 11.47%, indicando precisão experimental dentro dos padrões aceitáveis para a cultura do arroz.

De acordo com a metodologia de Eberhart e Russell (1996), a estimativa do parâmetro de adaptabilidade é determinada pelo coeficiente de regressão (β_1), onde o genótipo com valor superior a 1.0 tem comportamento consistentemente melhor em ambientes favoráveis. Se o coeficiente de regressão for inferior a 1.0 é tido como de desempenho relativamente melhor em ambientes desfavoráveis. A magnitude da variância dos desvios da regressão (δ_{ij}) fornece uma estimativa de previsibilidade do genótipo genético, na qual este é considerado com estabilidade ou previsibilidade alta, quando o desvio da regressão é igual à zero.

Tabela 3. Análise de Variância conjunta da produtividade de grãos (Kg.ha^{-1}) de 12 genótipos de arroz avaliados em oito ambientes durante os anos 2005 e 2006, na Colômbia.

	Eberhart e Russell			Annicchiarico		
	β_1	R^2 (%)	σ^2 (%) ambiente geral	σ^2 (%) ambiente favorável	σ^2 (%) ambiente desfavorável	
350356	4435	0.99	75.20**	79.41	84.75	74.11
350361	5578	0.69	62.41**	104.78	91.93	121.64
350405	4385	1.19	90.32**	75.74	87.59	65.41
350406	5113	1.07	81.33**	91.84	97.14	86.51
350411	5142	1.24	92.28**	92.68	101.13	85.45
400090	4831	0.95	86.57**	89.17	89.45	88.68
400094	6034	0.81	92.32**	114.10	106.88	123.68
400099	5125	1.07	91.76**	93.63	98.34	89.02
Bonanza 5-30	5246	0.89	77.84**	96.36	95.79	96.78
Fedearroz 50	6171	0.80	71.68**	115.47	103.68	129.74
Fortaleza 6-30	5542	1.27	86.22**	99.83	110.06	90.61
Progreso 4-25	5184	1.00	83.85**	94.59	95.43	94.86

** Altamente significativo a ($P < 0.01$)

Neste trabalho, foi adotado o coeficiente de determinação (R^2) como substituto do (δ_{ij}), considerando que os dois parâmetros fornecem a mesma informação (Pinthus, 1973). De acordo com essa determinação, considerando a média de produtividade de grãos, a adaptabilidade e a estabilidade, verifica-se que o genótipo 400094, que apresentou a segunda maior produtividade, demonstrou ainda uma boa adaptabilidade inclusive em ambientes desfavoráveis, bem como a maior estabilidade dentre os genótipos avaliados (Tabela 4).

Também se verificou por este método que a cultivar Fedearroz 50, a mais cultivada na Colômbia durante o ano 2005, embora com uma média de produtividade alta, apresentou baixa estabilidade, com um coeficiente de determinação de 71.68%, mostrando diferença significativamente

diferente de zero, sendo o segundo mais baixo neste estudo.

Ainda na Tabela 4 são apresentados os resultados obtidos pela metodologia de Annicchiarico (1992), que estima a probabilidade de uma determinada cultivar apresentar desempenho abaixo da média do ambiente, recomendando genótipos estáveis para ambientes em geral, favoráveis e desfavoráveis. Desta forma, identificam-se 350361, 400094 e a cultivar Fedearroz 50, como genótipos a serem selecionados para ambientes em geral e desfavoráveis. Para ambientes favoráveis são recomendados os genótipos 350411, 400094 e as cultivares Fedearroz 50 e Fortaleza 6-30. Todos esses genótipos apresentaram valores de produção superiores à média do ambiente específico, sendo, portanto, considerados como os de maior confiabilidade quanto à estabilidade.

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de 12 genótipos de arroz nos estados de Meta, Tolima e Huila, na Colômbia, nos anos 2005 e 2006, pelas metodologias de Eberhart e Russell (1966) segundo o coeficiente de regressão (β_1) e o coeficiente de determinação (R^2), e pela metodologia de Annicchiarico (1992) segundo o índice de confiança (ω).

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio	F_{cal}	Valor p
Blocos/Ambientes	24	553335.28		
Genótipos (G)	11	9571752	26.57	<0.0001 **
Ambientes (A)	7	111041016	308.25	<0.0001 **
G x A	77	2317266	6.43	<0.0001 **
Resíduo	264	360236		
Coeficiente de Variação		11.47 %		

** Altamente significativo a ($P < 0.01$)

^{ns} não significativo a ($P > 0.05$)

Ao comparar as duas metodologias, pode-se observar que tanto a metodologia de Eberhart e Russell (1966) como a de Annicchiarico (1992) selecionam o genótipo 400094. Relativamente à metodologia de Annicchiarico (1992), este é um dos genótipos escolhidos para os diferentes tipos de ambientes, indicando que este método evidencia uma maior sensibilidade na seleção de genótipos do que o método de Eberhart e Russell (1966). Tal fato concorda com as conclusões obtidas nos trabalhos de Farias *et al.* (1997), Mauro *et al.* (2000), Ribeiro *et al.* (2000), Rosse *et al.* (2002) e Murakami *et al.* (2004), onde algumas comparações entre metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade foram realizadas.

Destaca-se que o genótipo 350361, que apresentou uma produtividade comparável à de 400094 (segundo o teste de Scott-Knott), foi selecionada pelo método de Annicchiarico (1992), embora tenha apresentado uma estabilidade baixa, sendo a menor deste estudo, pelo método de Eberhart e Russell (1966). Os seja, estes métodos apresentam diferenças no ranking dos genótipos.

As duas metodologias podem ser utilizadas na recomendação de genótipos de arroz sob diferentes condições ambientais, não obstante a metodologia de Annicchiarico (1992) pode ser um pouco mais ampla na recomendação de genótipos quanto à estabilidade. Os autores Atroch *et al.* (2000) recomendam utilizar a metodologia de Annicchiarico (1992), dada sua simplicidade de cálculo e interpretação, quando comparada com metodologias de regressão. Cruz e Regazzi (1997) afirmam que a desvantagem deste método consiste no fato de que se baseia em análise de variância e, portanto, não estima a capacidade de

resposta ou adaptabilidade das cultivares, sendo este parâmetro estimado unicamente por métodos baseados em análises de regressão.

Desta forma, sugere-se utilizar as duas metodologias para se determinar a adaptabilidade e estabilidade nos diferentes genótipos, o que concorda com as conclusões feitas por Silva e Duarte (2006), onde os autores recomendam utilizar em associação a metodologia de Annicchiarico com a metodologia de Eberhart e Russell, acreditando que elas podem agregar informação na análise de estabilidade.

Conclusões

As cultivares estudadas apresentaram comportamentos diferentes quanto à estabilidade e adaptabilidade nos oito diferentes ambientes avaliados para a produtividade de grão de arroz.

Os genótipos com maior produtividade foram 400094 e Fedearroz-50. Baseados na metodologia de Eberhart e Russell (1966), considerando a produtividade, adaptabilidade e estabilidade, o melhor genótipo para se recomendar ao agricultor é o 400094.

A metodologia de Annicchiarico (1992) identifica os genótipos Fedearroz 50, 400094 e 350361, como os mais desejáveis para o agricultor, considerando sua estabilidade e produtividade.

Embora os dois métodos tenham selecionado o genótipo 400094 como de boa produtividade, adaptabilidade e estabilidade, esses apresentam diferenças no ranking dos genótipos. Numa posição conservadora, recomenda-se utilizar ambos os métodos de forma complementar.

Referências

- Annicchiarico, P. 1992. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. *Journal of Genetics and Plant Breeding*, Berlin. 46: 269-278.
- Atroch, A. L.; Soares, A. A.; e Ramalho, M. A. P. 2000. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de arroz de sequeiro testadas no Estado de Minas Gerais. *Ciências e Agrotecnologia* 24 (3): 541-548.
- Bernis, J. M. F.; e Pamies, C. B. 2006. Economía del Arroz. Variedades y mejoras del arroz. Biblioteca virtual de derecho, economía y ciencias a fines. Disponível em: <http://www.eumed.net/libros/2006a/fbbp/1g.htm> [Revisão data: 05 de fevereiro de 2007]
- Cruz, C. D. 2001. Programa GENES, versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 648 f.
- Cruz, C. D.; e Carneiro, P. C. S. 2003. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas. Viçosa: Associação Brasileira de Editoras Universitárias, 585 f.
- Cruz, C. D.; e Regazzi, A. J. 1997. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Segunda edição, Viçosa: Editora UFV, 390 f.
- Eberhart, S. A.; and Russell, W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, Madison. 6: 36-40.
- Farias, F. J. C.; Ramalho, M. A. P.; Carvalho, L. P.; Moreira, J. A. N.; e Costa, J. N. 1997. Parâmetros de estabilidade propostos por Lin e Binns (1988) comparados com o método da regressão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 32.
- Jensen, N. F. 1988. Plant breeding methodology. John Wiley & Sons, 676 p.
- Mariotti, J. A.; Oyarzabal, E. S.; Osa, J. M.; Bulacio, A. N. R.; y Almada, G. H. 1976. Análisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de caña de azúcar. *Ver. Agronomica del Noroeste Argentino* 13 (1-4): 105-127.
- Mauro, A. O.; Curcioli, V. B.; Nóbrega, J. C. M.; Banzato, D. A.; e Sedyama, T. 2000. Correlação entre medidas paramétricas e não-paramétricas de estabilidade em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. 35: 687-696.
- Murakami, D. M.; Cardoso, A. A.; Cruz, C. D.; e Bizão, N. 2004. Considerações sobre duas metodologias de análise de estabilidade e adaptabilidade. *Ciência Rural*, Santa Maria. 34: 71-78.
- Pinthus, M. J. 1973. Estimate of genotypic value: a proposed method. *Euphytica*, Wageningen. 22: 121-123.
- Ribeiro, P. H. E.; Ramalho, M. A. P.; e Ferreira, D. F. 2000. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de milho em diferentes condições ambientais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. 35: 2213-2222.
- Rosse, L. N.; Vencovsky, R.; e Ferreira, D. F. 2002. Comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. 37: 25-32.
- Shukla, G. K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environment components of variability. *Heredity*, Edinburgh. 29 (2): 237-245.
- Silva, W. C. J.; e Duarte, J. B. 2006. Métodos estatísticos para estudo de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. 41: 23-30.

Veronesi, J. A. 1995. Comparação de métodos e avaliação da adaptabilidade e estabilidade de comportamento de vinte genótipos de milho (*Zea mays* L.) em dez ambientes do Estado de Minas Gerais.

Dissertação de Mestrado em Genética e melhoramento de plantas. Universidade de Viçosa, Viçosa. Brasil, 90 f.