

## **Métodos tradicionais e o método SREG (regressão de sítios) na seleção de genótipos em testes multiambientais.**

**Adhemar Sanches<sup>(1)</sup>**  
**Lina Maria Ramos Molina<sup>(2)</sup>**  
**José Miguel Cotes Torres<sup>(3)</sup>**

### **1. Introdução**

Num ambiente, a manifestação fenotípica é normalmente atribuída à ação do genótipo sob a influência do meio, e no campo agrônomico é comum observar situações onde diferentes genótipos de uma cultura reagem de modo diferente em ambientes distintos. Ou seja, alguns deles apresentando acentuado aumento de produção de um ambiente para outro, enquanto que outros genótipos são menos responsivos, apresentando aumento pouco significativo ou, até mesmo, uma diminuição na produção. Ou seja, existe a possibilidade que o melhor genótipo num ambiente não o seja em outro. Esse fato se deve à interação genótipo x ambientes e, obviamente, introduz complicações na escolha de melhores genótipos.

Diferentes ambientes podem ser caracterizados por locais distintos, anos de plantio ou mesmo tratos culturais diferentes. A interação genótipo x ambientes, ainda que possa trazer complicações para a escolha de genótipos, pode também ser uma aliada do melhorista de plantas na recomendação de cultivares mais produtivos em situações de múltiplos ambientes. Cabe ao melhorista, com auxílio de métodos quantitativos, avaliar sua magnitude e significância, fornecendo subsídios para a sua minimização ou seu aproveitamento, se for o caso, visando a seleção de genótipos.

Na literatura existem vários métodos quantitativos para a seleção de genótipos produtivos na presença de interação com os ambientes, muitos deles envolvendo conceitos de adaptabilidade e estabilidade, e entre esses, está o método proposto por Eberhart e Russel (1966), um dos métodos aplicados neste estudo. Pesquisadores do assunto definem a

---

<sup>1</sup>FCAV-UNESP – Campus de Jaboticabal – SP. E-mail: adhesan@fcav.unesp.br

<sup>2</sup>Semillas Del Llano SEMILLANO SAS – Villavicencio – Colombia.

<sup>3</sup>Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellin.

adaptabilidade como a capacidade de os genótipos aproveitarem vantajosamente o estímulo do ambiente, e a estabilidade como a capacidade de os genótipos mostrarem um comportamento altamente previsível em função do estímulo do ambiente.

Dois outros métodos, de naturezas metodológicas diferentes, e que também fazem parte deste estudo, são o método proposto por Annicchiarico (1992) e o método SREG (“Site regression” ou regressão de sítios) descrito por Cornelius et al (1996). O objetivo deste trabalho foi avaliar a coerência dos resultados obtidos por esses três métodos quanto à seleção de genótipos estáveis e de alta produção, num experimento com genótipos de arroz cultivados sob condições de solos com e sem inundação.

## 2. Material e Métodos

Foram utilizados oito experimentos no leste da Colômbia, nos Estados de Meta (*La libertad*, arroz irrigado e *Tanane*, arroz de sequeiro), Tolima (Escobal, arroz irrigado) e Huila (*Junca*, arroz irrigado), avaliando assim, quatro ambientes no período de 2005, com repetição no ano de 2006. A variável resposta foi a produtividade de grãos ( $\text{kg/ha}^{-1}$ ) de oito genótipos de arroz, da empresa SEMILLANO Ltda. (350356,350361, 350405, 350406, 350411, 400090, 400094, 400099) e quatro cultivares comerciais utilizadas como testemunhas (Bonanza 6-30, Fedearroz 50, Fortaleza 5-30 e Progreso 4-25) totalizando 12 genótipos avaliados. Em cada localidade utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída de 20 linhas de 5 cm de comprimento, 0,24m de espaçamento entre linhas e uma densidade de 20 g de semente por linha. As práticas culturais adotadas foram as usuais da cultura local, sendo os experimentos estabelecidos na época ótima do ano para cada localidade. Realizou-se a análise de variância individual para cada experimento e, posteriormente, a análise conjunta dos ambientes com a finalidade de determinar a significância da interação genótipo x ambientes.

### Método de Eberhart e Russel (1966):

Considera-se a equação de regressão

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

em que

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

$\beta_{0i}$  = média geral do genótipo  $i$ ;

$\beta_{1i}$  = coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do  $i$ -ésimo genótipo à variação do ambiente;

$I_j$  = índice ambiental codificado ( $\sum_j I_j = 0$ );

$\delta_{ij}$  = desvio da regressão;

$\bar{\epsilon}_{ij}$  = erro experimental médio.

Com isso, considerando-se o coeficiente  $\beta_{1i}$  da regressão e o componente de variância  $\sigma_{di}^2$  atribuído aos desvios da regressão, para o genótipo  $i$  tem-se:

(a) Se  $\beta_{1i} = 1$ , o genótipo tem adaptabilidade geral ou ampla;

(b) Se  $\beta_{1i} > 1$ , tem adaptabilidade específica a ambientes favoráveis;

(c) Se  $\beta_{1i} < 1$ , tem adaptabilidade específica a ambientes desfavoráveis;

(d) Se  $\sigma_{di}^2 = 0$ , o genótipo tem estabilidade ou previsibilidade alta;

(e) Se  $\sigma_{di}^2 > 0$ , o genótipo tem estabilidade ou previsibilidade baixa.

#### **Método de Annicchiarico (1992):**

A medida de estabilidade do genótipo  $i$ , proposta por Annicchiarico (1992), é baseada num índice de confiança calculado por

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

em que:

$\mu_i$  = média percentual do genótipo  $i$ ;

$Z_{(1-\alpha)}$  = percentil da distribuição normal padrão, em que o coeficiente de confiança adotado foi 75%, isto é  $\alpha = 25\%$ ;

$\sigma_{zi}$  = desvio padrão dos valores percentuais  $Z_i$  associados ao  $i$ -ésimo genótipo.

#### **Método SREG (ou regressão de sítios):**

O modelo SREG é um modelo multiplicativo proposto por Cornelius et al. (1996), e é descrito como:

$$\bar{y}_{ij} - \mu_j = \sum_{k=1}^t \lambda_k \alpha_{ik} \gamma_{jk} + \bar{\varepsilon}_{ij}$$

em que:

$\bar{y}_{ij}$  = média observada do genótipo  $i$  no ambiente  $j$ ;

$\mu_j$  = valor médio no ambiente  $j$ ;

$i = 1, \dots, g$ ;  $j = 1, \dots, e$ , respectivamente, número de genótipos e número de ambientes;

$t$  = número de componentes principais usados ou retidos no modelo, sendo  $t \leq \min(e, g-1)$ ;

$\lambda_1 \geq \dots \geq \lambda_t \geq 0$  e restrições de ortogonalidade sobre os escores  $\alpha_{ik}$  e  $\gamma_{jk}$ ;

$\bar{\varepsilon}_{ij}$  são assumidos como i.i.d normais  $N(0, \frac{\sigma^2}{r})$ , com  $r$  = número de repetições num ambiente.

Soluções de mínimos quadrados para  $\mu_j$  é a média observada  $\bar{y}_{.j}$  para o ambiente  $j$  e, para o termo  $\lambda_k \alpha_{ik} \gamma_{jk}$ , é o  $k$ -ésimo componente principal da decomposição em valores singulares da matriz  $Z = [z_{ij}]$ ,  $z_{ij} = \bar{y}_{ij} - \bar{y}_{.j}$ .

### 3. Resultados e Discussões

Conforme os dados originais da pesquisa (Molina, 2007), os genótipos de maior produtividade foram 400094 e Fedearroz-50. Pela metodologia de Eberhart e Russel (1966), considerando a produtividade, adaptabilidade e estabilidade, os resultados apontaram o genótipo 400094 como o melhor genótipo para se recomendar ao agricultor. A cultivar Fedearroz-50, a mais cultivada na Colombia durante o ano de 2005, embora com uma média de produtividade alta, apresentou baixa estabilidade por este método. A metodologia de Annicchiarico (1992) identificou os genótipos Fedearroz-50, 400094 e 350361 como os mais desejáveis para o agricultor, considerando estabilidade e produtividade.

O método SREG tem uma vantagem sobre os dois primeiros porque permite discriminar os chamados mega-ambientes, pelo chamado gráfico “biplot” GGE (Yan et al., 2007) onde estão incluídos os genótipos mais produtivos e estáveis, além dos ambientes onde esses materiais apresentam melhor comportamento. O primeiro mega-ambiente, denominado mega-ambiente A, considerado o mais adequado, inclui os genótipos 400094,

350361 e Fedearroz-50. O segundo melhor, denominado mega-ambiente B, inclui os genótipos 350411 e Fortaleza 5.

#### 4. Conclusões

As três metodologias coerência na seleção do melhor genótipo, todas elas indicando o genótipo 400094. A melhor concordância, envolvendo ainda outros genótipos produtivos e estáveis, foi entre as metodologias SREG e de Annicchiarico, estas duas indicando igualmente os genótipos 400094, 350361 e Fedearroz-50. O método SREG, por suas características metodológicas, apresentou ainda uma vantagem sobre os outros dois métodos, pois permitiu a indicação do mega-ambiente, onde estão incluídos os genótipos mais produtivos e estáveis.

#### 5. Bibliografia

- [1] ANNICCHIARICO, P.1992. Cultivar adaptation and recommendation from alfafa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Plant Breeding**, Berlin. 46:269-278.
- [2] CORNELIUS, P. L.; CROSSA, J.; SEYEDSADR, M. S. 1996. Statistical test and estimator of multiplicative model for genotype-by-environment interaction. In: Kang, M. S.; Gauch Jr, H. G. (Ed.). **Genotype-by-environment interaction**. New York: Washington D. C. 1996. Cap. 8, p. 199-234.
- [3] EBERHART, S.,A.; RUSSEL, W. A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, Madison. 6:36-40.
- [4] MOLINA, L. M. R. 2007. **Um estudo sobre métodos estatísticos na avaliação de interação genótipo x ambiente em linhagens de arroz (*Oryza sativa L.*)**. Dissertação de Mestrado. FCAV-UNESP, Jaboticabal, SP. 68p.
- [5] YAN, W.; KANG, M. S.; MA, B.; WOODS, S.; CORNELIUS, P. L. 2007. GGE biplot vs AMMI Analysis of Genotype-by-Environment Data. **Crop Science**, Madison. 47:641-653.