

# **Análise de correspondência múltipla na avaliação da associação entre respostas de métodos de adaptabilidade e estabilidade em alfafa**

**Regiane Teodoro do Amaral<sup>1</sup>**

**Moysés Nascimento<sup>1</sup>**

**Ana Carolina Campana Nascimento<sup>1</sup>**

**Laís Azevedo Barroso<sup>1</sup>**

## **1 Introdução**

O conhecimento dos componentes de interação genótipos x ambientes é de grande importância para o melhoramento genético. Porém, estes não fornecem informações detalhadas sobre o comportamento de cada cultivar frente às variações ambientais (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004). Assim, as análises de adaptabilidade e de estabilidade tornam-se extremamente importantes e necessárias, uma vez que auxiliam na identificação e recomendação de materiais superiores em diferentes ambientes.

Muitas metodologias de análise de adaptabilidade e estabilidade estão descritas na literatura. Como exemplo, pode-se citar os métodos de Eberhart e Russell (1966) e Cruz, Torres e Vencovsky (1989), que utilizam, como princípio estatístico a análise de regressão simples e bissegmentada, respectivamente. Métodos não-paramétricos, como os desenvolvidos por Lin e Binns (1988), regressão não paramétrica (NASCIMENTO et al., 2010), método centroide (ROCHA et al., 2005) e seus desenvolvimentos posteriores, centroide múltiplos e ampliado (NASCIMENTO et al., 2009a, 2009b).

Devido à grande quantidade de metodologias de adaptabilidade e estabilidade e a importância destas técnicas para o sucesso de um programa de melhoramento, a comparação entre elas é de extrema importância e tem gerado grande interesse por parte dos pesquisadores. Como exemplo têm-se os trabalhos de Rosse, Vencovsky e Ferreira (2002), que compararam métodos de regressão linear e não linear empregados para avaliar a estabilidade fenotípica em plantas de cana-de-açúcar.

Nascimento et al (2013) estudaram a associação entre as respostas obtidas por métodos de adaptabilidade e estabilidade, utilizando a análise de correspondência, onde os métodos foram comparados aos pares. No entanto, como o conjunto de dados provém de várias técnicas, acredita-se ser importante realizar uma comparação múltipla e verificar a existência de associação entre os resultados desses métodos dentro de um novo contexto.

---

<sup>1</sup> DET – UFV e-mail: regiane.amaral@ufv.br

Agradecimentos à CAPES, CNPq e FAPEMIG pelo apoio financeiro

Este trabalho tem como objetivo aplicar a técnica multivariada de análise de correspondência múltipla (ACM), a fim de estudar a associação entre as respostas geradas por diferentes métodos de adaptabilidade e estabilidade de forma conjunta, usando para tanto, informações de 92 genótipos de alfafa.

## 2 Material e Métodos

Os dados provêm de 92 genótipos de alfafa, adaptados aos diferentes ecossistemas brasileiros, de um experimento em blocos ao acaso com duas repetições, conduzido de novembro de 2004 a junho de 2006 na área experimental da Embrapa Pecuária Sudeste. Foram avaliadas as produções de matéria seca dos genótipos em 20 cortes, os quais foram caracterizados como diferentes condições ambientais, por terem sido realizados em diferentes épocas.

Constatada a existência de variabilidade genética entre os tratamentos, foi feito um estudo do comportamento de cada cultivar frente às variações ambientais com base nas metodologias de Eberhart e Russell (1966), Cruz, Torres e Vencovsky (1989), método centróide ampliado (NASCIMENTO et al., 2009b) e Lin e Binns (1988).

As respostas obtidas, pelas metodologias avaliadas neste estudo foram classificadas de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Respostas para as metodologias de adaptabilidade e estabilidade avaliadas

Metodologia	Legendas	Metodologia	Legendas
	GP Geral previsível	Lin e Binns (1988)	G Geral
	GI Geral imprevisível		F Favorável
	FP Favorável previsível		D Desfavorável
Eberhart e Russell (1966)	FI Favorável imprevisível	Centroide ampliado (Nascimento et al., 2009b)	MAXG Máxima Adaptabilidade Geral
	DP Desfavorável previsível		MAXF Máxima Adaptabilidade Favorável
	DI Desfavorável imprevisível		MAXD Máxima Adaptabilidade Desfavorável
Cruz et al., (1989)	GPC Geral previsível		MIA Mínima Adaptabilidade
	GIC Geral imprevisível		MEDG Média Adaptabilidade Geral
	FPC Favorável previsível		MEDF Média Adaptabilidade Favorável
	FIC Favorável imprevisível		MEDD Média Adaptabilidade Desfavorável
	DPC Desfavorável previsível		
	DIC Desfavorável imprevisível		
	IPC Ideal previsível		
IIC Ideal imprevisível			

A fim de analisar a associação entre os resultados obtidos pelas metodologias de adaptabilidade e estabilidade utilizou-se a técnica multivariada ACM. De acordo com Prado (2012), a forma de apresentação dos dados para executar a ACM é uma matriz indicadora  $Z$ , onde as linhas ( $i$ ) representam os objetos e as colunas ( $j$ ) representam as categorias das variáveis a serem

estudadas. A partir dessa matriz  $\mathbf{Z}$ , são realizadas padronizações por meio da frequência relativa marginal de linhas ( $r_i$ ) e colunas ( $c_j$ ), gerando a matriz de correspondência padronizada  $\mathbf{G}$ , conforme a equação 1.

$$g_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sqrt{r_i} \sqrt{c_j}}, \quad (1)$$

em que  $f_{ij} = \frac{z_{ij}}{N}$ ,  $r_i = \sum_{j=1}^p f_{ij}$ ,  $c_j = \sum_{i=1}^p f_{ij}$ , para  $1 \leq i \leq j \leq p$ ;  $z_{ij}$  = elementos de  $\mathbf{Z}$ ;  $N$  = número total de elementos de  $\mathbf{Z}$ ;  $r_i$  = total de linhas;  $c_j$  = total de colunas.

Em seguida, é usado um algoritmo de decomposição por valores singulares para fatorar a matriz  $\mathbf{G}$  em matrizes singulares referentes a cada variável (*linhas*  $U_{n \times p}$ ) e as categorias (*colunas*  $V_{p \times p}$ ) e ainda uma matriz quadrada ( $D_{p \times p}$ ), na qual a diagonal principal é composta por valores singulares associados a cada uma das linhas ou colunas. Esta última matriz é usada para calcular a inércia, sendo decomposta nos componentes de linha e coluna ao longo das dimensões principais. O gráfico de correspondências é criado, projetando-se as coordenadas principais de linha e/ou de coluna nas dimensões de maior inércia (maior contribuição para a variabilidade dos dados).

### 3 Resultados e Discussão

As respostas obtidas, pelas metodologias de adaptabilidade e estabilidade avaliadas neste estudo foram classificadas de acordo com a Tabela 1. E a partir destes resultados foram realizadas as análises de associação entre as metodologias.

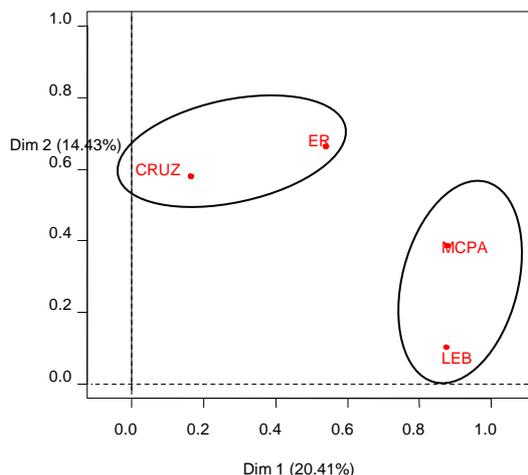


Figura 1. Gráfico de associação entre os métodos de classificação de adaptabilidade e estabilidade

Analisando-se a Figura 1, nota-se que os métodos Eberhart e Russell (1966) e Cruz, Torres e Vencovsky (1989) estão mais associados entre si. Essa associação pode ser justificada pelo fato desses métodos serem baseados em regressão, enquanto que os Métodos do Centroide Ampliado (NASCIMENTO et al., 2009b) e de Lin e Binns (1988), serem não paramétricos. Os dois primeiros

métodos apresentaram contribuição relativa para a inércia da segunda dimensão de 14,43%, enquanto os dois últimos contribuem relativamente para a inércia da primeira dimensão em 20,41%.

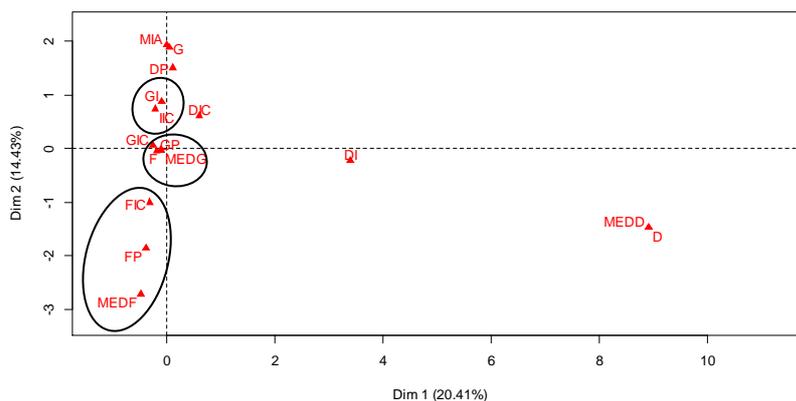


Figura 2. Gráfico de associação entre as categorias dos métodos de classificação de adaptabilidade e estabilidade

Analisando-se a Figura 2, pode-se perceber que as categorias favorável (F) por Lin e Binns (1988), geral previsível (GP) por Eberhart e Russell (1966) e média adaptabilidade geral (MEDG) por NASCIMENTO et al.(2009b) apresentaram-se bem próximas indicando que essas estão associadas. Pode-se notar ainda, a proximidade dos dois pontos representados pelas respostas GIC e ICC de Cruz, Torres e Vencovsky (1989). Comparando-se estes pontos às distâncias das respostas FIC e DIC verifica-se a existência de heterogeneidade entre as mesmas. Esse fato nos leva a afirmar que a metodologia de Cruz, Torres e Vencovsky (1989) tem um bom poder de discriminação para avaliação da adaptabilidade e estabilidade fenotípica dos genótipos avaliados.

Nota-se ainda que as respostas FIC, FP e MEDF estão bem representadas no sistema de eixos cartesianos, indicando que essas estão associadas e classificam as amostras como favoráveis. As respostas GI e IIC também podem ser consideradas similares, uma vez que, suas coordenadas são próximas. Também pode-se destacar que essas classificam as amostras como imprevisíveis.

De modo geral, pode-se observar que a maioria das categorias estão dispostas ao longo da dimensão 2, podendo-se afirmar que essas caracterizam essa dimensão, e ainda que os métodos possuem um bom poder de discriminação.

#### 4 Conclusões

Dentre todos os métodos avaliados os que possuem maior associação entre as respostas são os métodos de Eberhart e Russell (1966) e Cruz, Torres e Vencovsky (1989).

As respostas D (desfavorável) e DI (desfavorável imprevisível) associadas aos métodos de Line Binns (1988) e Eberhart e Russell (1966), respectivamente são discrepantes em relação às outras respostas obtidas por estes métodos.

## 5 Referências

- [1] CRUZ, C. D.; TORRES, R. A.; VENCOSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, v.12, p.567-80, 1989.
- [2] CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa:UFV, 2004. v.1. 480p.
- [3] EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Science**, v.6, p.36-40, 1966.
- [4] LIN, C.S.; BINNS, M.R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. **Canadian Journal of Plant Science**, v.68, p.193-198, 1988.
- [7] NASCIMENTO, M. FERREIRA, A. CAMPANA, A. C. M, SALGADO, C. C.; CRUZ, C. D. Multiple centroid methodology to analyze genotype adaptability. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.9, p. 8-16, 2009a.
- [8] NASCIMENTO, M; FERREIRA, A.; FERRÃO, R. G.; CAMPANA, A.C.M.; BHERING, L. L.; CRUZ, C. D.; FERRÃO, M. A. G.; FONSECA, A. F. A. da Adaptabilidade e estabilidade via regressão não paramétrica em genótipos de café. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.45-48, 2010.
- [9] NASCIMENTO, M., FERREIRA, A., CAMPANA, A. C. M, CIRILLO, M., PETERNELLI, L., PAULA, R., Association between responses obtained using adaptability and stability methods in alfalfa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 6,p.2545-2554, 2013.
- [9] NASCIMENTO, M; CRUZ, C. D.; CAMPANA, A. C. M.; TOMAZ, R. S.; SALGADO, C. C; FERREIRA, R. de P. Alteração no método centróide de avaliação da adaptabilidade genotípica, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.263-269, 2009b
- [10] PRADO, M.V.B. **Métodos de Análise de Correspondência Múltipla: Estudo de caso aplicado a avaliação da qualidade do café**. 2012.79 p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária), UFLA, Lavras, 2012.
- [11] ROCHA, R.B.; ABAD, J.I.M.; ARAUJO, E.F.; CRUZ, C.D. Avaliação do método centróide para estudo de adaptabilidade ao ambiente de clones de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v. 15, p.255-266, 2005
- [12] ROSSE, L. N.; VENCOSKY, R.; FERREIRA, D. F. Comparação de métodos de regressão para avaliar a estabilidade fenotípica em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 25-32, 2002.