

Sensibilidade do método de adaptabilidade e estabilidade de Lin & Binns: um estudo via simulação

Rafael Lédo Rocha de Oliveira – DET, UFV¹

Anderson Rodrigo da Silva – DET, UFV

Cosme Damião Cruz – DBG, UFV

Paulo Roberto Cecon – DET, UFV

Resumo: *Este estudo teve o objetivo de verificar a sensibilidade do método não-paramétrico de adaptabilidade e estabilidade proposto por Lin e Binns (1988) por meio de simulações baseadas nos dados (média geral e QMR) de matéria seca do bulbo (em gramas) de 9 acessos de alho pertencentes ao Banco de Germoplasmas de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH/UFV). Três cenários foram simulados, variando a amplitude dos coeficientes de regressão, o CV experimental e as médias de genótipos. A sensibilidade do método foi avaliada em cada cenário simulado pelo cálculo do índice simulado (IS%), o qual representa o número percentual de vezes que cada genótipo obteve o menor valor para a estatística do método dentre as 50.000 iterações. Nos cenários em que a média genotípica geral foi a mesma, verificou-se que o método de Lin e Binns apresentou maior sensibilidade à medida que o experimento foi mais preciso. Além disso, quando as médias dos genótipos em cada ambiente foram mais semelhantes, menos sensível foi o método; isso também foi observado em relação aos índices ambientais. No cenário em que foram atribuídas maiores médias aos genótipos cujos coeficientes de regressão mais se distanciavam da unidade, notou-se que o método indicou, com maior frequência, como genótipos de maior adaptabilidade geral aqueles que apresentavam números intermediários para estas duas variáveis.*

Palavras-chave: *Interação genótipo x ambiente, melhoramento genético, simulação.*

Introdução

A interação genótipo x ambiente de efeito elevado geralmente dificulta o trabalho de seleção do melhorista devido ao fato de que um mesmo genótipo pode se comportar de maneira muito contrastante em diferentes ambientes. De acordo com Lédo et al. (2005), os métodos de adaptabilidade e estabilidade têm sido rotineiramente utilizados para minimizar os efeitos negativos da interação genótipo x ambiente, permitindo identificar genótipos de comportamento previsível e que sejam responsivos às variações ambientais em condições específicas ou amplas (CRUZ e REGAZZI, 1997). Assim, a análise da adaptabilidade e da estabilidade fundamenta as decisões de um programa de melhoramento genético no momento da recomendação dos cultivares em termos de regiões adaptativas (FALCONER e MACKAY, 1998).

Embora o método da análise de regressão seja muito útil para avaliar a adaptabilidade, nem todos os dados se ajustam ao modelo linear e, mesmo que isso aconteça, esse modelo pode não detectar diferenças pequenas (LIN e BINNS, 1994). O método não paramétrico proposto por Lin e Binns (1988) não apresenta as limitações observadas com o uso da regressão e permite identificar um

¹ Contato: rafaelrocha765@hotmail.com

ou mais genótipos com desempenho próximo do máximo nos ambientes avaliados por meio das estimativas de apenas um parâmetro (P_i).

Segundo Cruz e Carneiro (2003), a resposta máxima de cada local em função dos índices ambientais apresenta coeficiente de regressão igual, ou muito próximo da unidade, o que indica que o genótipo apresenta adaptabilidade geral aos ambientes estudados; assim, o genótipo que apresenta o menor valor para a estatística P_i de Lin e Binns é aquele que, segundo o método, possui maior adaptabilidade geral aos ambientes.

Este estudo teve o objetivo de verificar a sensibilidade do método não-paramétrico de adaptabilidade e estabilidade proposto por Lin e Binns (1988) por meio de simulações.

Material e Métodos

As simulações foram baseadas nos dados (média geral e QMR) de matéria seca do bulbo (em gramas) de 9 acessos de alho pertencentes ao Banco de Germoplasmas de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa (BGH/UFV) em experimento conduzido sob delineamento inteiramente casualizado com 5 repetições. A média geral dos dados foi de 3,2 g com quadrado médio do resíduo igual a 0,4. Tal variância residual forneceu ao experimento um coeficiente de variação (CV) de 20%. Foram também simuladas situações nas quais o experimento possuía coeficientes de variação iguais a 10% e 30%. Nas simulações, cada genótipo foi avaliado em 5 ambientes, considerando índices ambientais (ou efeitos de ambientes), codificados pela média, iguais a -1,00; -0,50; 0,00; 0,50; 1,00.

A adaptabilidade e a estabilidade de comportamento genotípico foram avaliadas por meio da estatística do método de Lin e Binns, expressa por:

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^n (X_{ij} - M_j)^2}{2n},$$

em que P_i é a estimativa da estabilidade e adaptabilidade do i -ésimo genótipo; X_{ij} é a produtividade do i -ésimo genótipo no j -ésimo local; M_j é a resposta máxima observada entre todos os genótipos no j -ésimo local; n é o número de locais.

No primeiro cenário simulado, para que a média geral de cada genótipo não influenciasse o resultado do método, todos os genótipos apresentaram médias iguais. Os valores de média de cada genótipo em cada ambiente foram diferenciadas de acordo com os coeficientes de regressão atribuídos, variando de 0,00 a 2,00.

Foram simulados 50.000 valores de média de cada genótipo em cada ambiente. Cada valor para a média seguiu uma distribuição normal com média $m = 3,2 + (I_j \beta_{1i})$ e desvios padrão iguais a 0,14; 0,28 e 0,42 (três sub-cenários); em que I_j representa o índice do j -ésimo ambiente, e β_{1i} indica o coeficiente de regressão linear do i -ésimo genótipo. Tais valores para os desvios padrão da média geraram, respectivamente, experimentos simulados com coeficientes de variação iguais a 10%, 20% e 30%, os quais, segundo Gomes (2000), são classificados como tendo boa, regular e péssima precisões experimentais, respectivamente.

Para o cenário 2, duas modificações foram realizadas. Primeiramente, os coeficientes de regressão dos genótipos variaram de 0,60 a 1,40 para que fosse possível perceber como os resultados do método se comportam à medida que os coeficientes de regressão dos genótipos se aproximam. Além disso, para as simulações em que o experimento apresentou $CV = 20\%$, foram simulados também resultados do método de Lin e Binns quando os índices ambientais também se aproximam; no caso, eles passaram a valer: -0,5; -0,25; 0,00; 0,25; 0,50.

No terceiro e último cenário, para que fosse identificada a influência da média geral do genótipo nos resultados simulados, foram atribuídas maiores médias àqueles genótipos cujos coeficientes de regressão mais se distanciavam da unidade.

A sensibilidade do método foi avaliada em cada cenário simulado pelo cálculo do índice simulado (IS%), o qual representa o número percentual de vezes que cada genótipo obteve o menor valor para a estatística do método dentre as 50.000 iterações.

As simulações foram realizadas utilizando-se o *software* R versão 2.10.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2009).

Resultados e Discussão

A Tabela 1 resume o resultado da simulação para o cenário 1. Verifica-se que o método de Lin e Binns indicou o genótipo 5 como o de maior adaptabilidade geral, fato este esperado por ele apresentar coeficiente de regressão igual a 1. Verifica-se ainda que, à medida que o experimento perde precisão (CV aumenta), menos preciso também é o método, pois ele indica cada vez menos o genótipo 5 como o de maior adaptabilidade geral.

Tabela 1. Valores de média, coeficientes de regressão (β_1) e índice simulado (IS%) para os 9 genótipos.

Cenário 1					
Genótipos	Média	β_1	IS% (CV=10%)	IS% (CV=20%)	IS% (CV=30%)
1	3,20	0,00	0,020	1,300	4,210
2	3,20	0,25	0,390	4,700	7,670
3	3,20	0,50	6,350	11,80	12,53
4	3,20	0,75	23,83	19,60	16,18
5	3,20	1,00	35,87	23,80	17,97
6	3,20	1,25	26,81	21,20	17,40
7	3,20	1,50	6,260	11,50	12,09
8	3,20	1,75	0,460	4,700	7,600
9	3,20	2,00	0,010	1,400	4,350

A Tabela 2 resume o resultado da simulação para o cenário 2. Percebe-se que à medida que os coeficientes de regressão tornam-se mais próximos, o método também perde precisão, passando a indicar o genótipo 5 como o de maior adaptabilidade geral em um número menor de oportunidades. Percebe-se também, pela coluna IS%, que ao passo que os índices de ambientes se assemelham, o método torna-se menos preciso, passando, inclusive, a indicar o genótipo 6 como aquele de maior adaptabilidade geral em número ligeiramente maior que o genótipo 5. Ou seja, quando as médias gerais de cada genótipo foram iguais, o método apontou corretamente o genótipo de maior adaptabilidade geral (genótipo 5) com maior frequência.

Tabela 2. Valores de média, coeficientes de regressão (β_1), índice simulado (IS%) e índice simulado com efeitos de ambientes modificados (IS'%) para os 9 genótipos.

Cenário 2						
Genótipos	Média	β_1	IS% (CV=10%)	IS% (CV=20%)	IS' % (CV=20%)	IS% (CV=30%)
1	3,20	0,60	2,860	7,75	10,13	9,50
2	3,20	0,70	6,490	10,22	11,23	10,78
3	3,20	0,80	12,22	12,10	11,24	11,86
4	3,20	0,90	17,80	13,14	11,39	11,96
5	3,20	1,00	20,77	13,92	11,60	12,16
6	3,20	1,10	17,91	13,09	11,64	11,95
7	3,20	1,20	12,55	11,75	11,46	11,77
8	3,20	1,30	6,480	10,11	10,99	10,51
9	3,20	1,40	2,920	7,92	10,32	9,51

Pelos números da Tabela 3, percebe-se que o método indicou com maior frequência os genótipos 3 e 7 como os de maior adaptabilidade geral, seguidos dos genótipos 2 e 8. Dentre os genótipos com menor frequência de indicações à adaptabilidade geral, destaca-se o de número 5. À medida que a precisão do experimento aumentou, tais indicações tornaram-se mais evidentes.

Tabela 3. Valores de média, coeficientes de regressão (β_1) e índice simulado (IS%) para os 9 genótipos.

Cenário 3					
Genótipos	Média	β_1	IS% (CV=10%)	IS% (CV=20%)	IS% (CV=30%)
1	3,34	0,00	04,06	10,69	13,45
2	3,26	0,25	12,08	13,66	13,45
3	3,20	0,50	24,25	15,97	13,48
4	3,10	0,75	08,95	08,57	07,75
5	3,00	1,00	0,820	02,48	03,39
6	3,10	1,25	08,90	08,67	08,01
7	3,20	1,50	24,73	16,00	13,56
8	3,26	1,75	12,16	13,32	13,23
9	3,34	2,00	04,05	10,64	13,68

Conclusão

Para os cenários 1 e 2, que possuem média genotípica comum, percebeu-se que quanto mais semelhantes foram as médias dos genótipos em cada ambiente (coeficientes de regressão mais próximos), menos sensível foi o método. Isso também foi observado em relação aos índices ambientais. Além disso, verificou-se que o método de Lin e Binns apresenta maior sensibilidade à medida que a precisão experimental também aumenta nestes cenários.

No terceiro cenário, o método indicou, com maior frequência, como genótipos mais adaptáveis aqueles que possuem médias e coeficientes de regressão intermediários (em relação à distância à unidade).

Referências

- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. *Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético*. v.2. Viçosa: UFV, 2003. 585p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. *Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético*. 2ª Ed. Viçosa: UFV, 1997.
- GOMES, F. P. *Curso de Estatística Experimental*. 14ª Ed. Piracicaba: Degaspari, 2000. 477p.
- LÉDO, F. J. S.; BOTREL, M. A.; EVANGELISTA, A. R.; VIANA, M. C. M.; PEREIRA, A. V.; SOBRINHO, F. S.; OLIVEIRA, J. S.; XAVIER, D. F.; HEINEMANN, A. B. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de alfafa avaliadas em Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, v.29, n.2, p.409-414, 2005.
- LIN, C. S.; BINNS, M. R. A superiority measure of cultivar performance for cultivar x location data. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, v.68, n.3, p.193-198, 1988.
- LIN, C. S.; BINNS, M. R. Concepts and methods for analyzing regional trial data for cultivar and location selection. *Plant Breeding Reviews*, Madison, v.12, p.271-297, 1994.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria. ISBN 3-900051-07-0. URL <http://www.R-project.org> (2009).