

INTERAÇÃO GENÓTIPO AMBIENTE

João Carlos Bespalhok F.

INTRODUÇÃO

Nas etapas finais dos programas de melhoramento, os genótipos promissores devem ser testados em vários ambientes por pelo menos 2 anos. Esta prática tem por finalidade conhecer a performance dos genótipos, em comparação com padrões e estudar se existe interação entre esses genótipos e os vários ambientes de produção. Na maioria das vezes, observa-se uma mudança de ranking entre os genótipos nos diferentes ambientes.

A alteração da performance relativa dos genótipos em virtude de diferentes ambientes, denomina-se interação genótipo ambiente (G x A) (Borém & Miranda, 2005). A interação G x A dificulta a seleção e a recomendação dos genótipos.

A Figura 1 mostra diferentes possibilidades de resposta de dois genótipos em diferentes ambientes. Na 1ª situação, não existe interação, pois os dois genótipos respondem na mesma proporção à mudança no ambiente. Na 2ª situação, o genótipo B responde mais à melhoria ambiental, mas não há alteração no ranking e por isso existe interação simples. Na 3ª situação, há interação complexa, pois além dos genótipos responderem em proporção diferente, eles mudam de ranking conforme o ambiente. Esta última situação é muito comum nos ensaios finais dos programas de melhoramento e dificultam a recomendação das variedades.

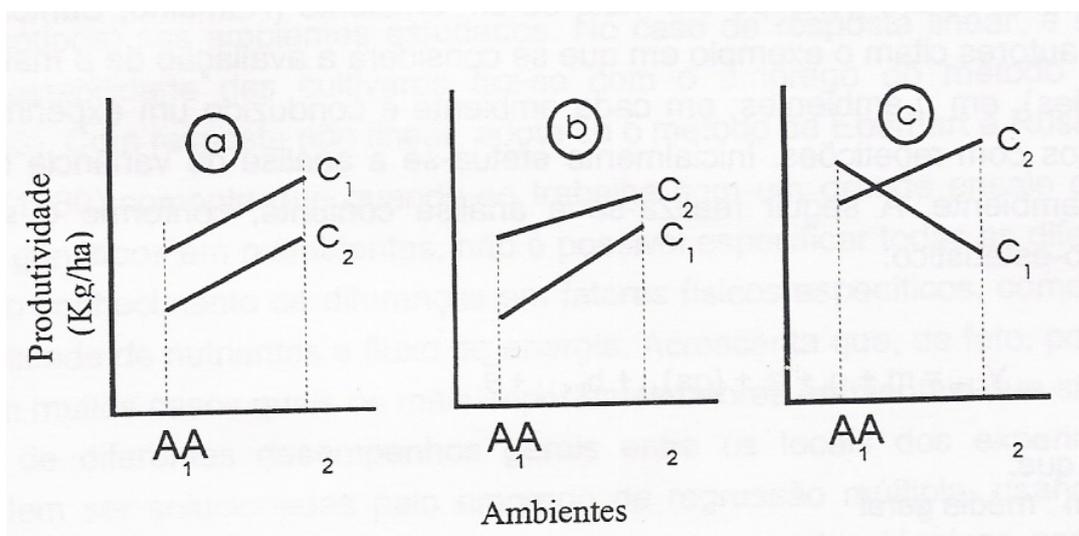


Figura 1. a. Não existe interação. b. Interação simples. c. Interação complexa

Para o melhorista, é importante estudar a interação G x A, para ele poder recomendar os novos genótipos de forma mais precisa.

ESTUDO DA INTERAÇÃO G x A

Para estudar a interação G x A precisamos de vários genótipos sendo testados em vários ambientes e, geralmente, por vários anos. Em geral, a interação G x A é estudada durante os ensaios finais dos programas de melhoramento. No caso do programa de melhoramento soja da Embrapa CNPSoja, os ensaios finais são realizados anualmente em 60 diferentes locais em várias regiões produtoras do Brasil.

Já para o melhoramento de cana-de-açúcar no Paraná (RIDESA/UFPR), anualmente os clones promissores em fase de experimentação (FE) são testados em 8 locais (Figura 2).



Figura 2. Locais onde são testados os clones promissores de cana-de-açúcar do PMGCA/UFPR/RIDESA.

ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE

Entre as alternativas para minimizar a influência da interação genótipo ambiente está a escolha de variedades com ampla adaptação e boa estabilidade.

A adaptabilidade pode ser definida como a capacidade de um genótipo responder ao estímulo ambiental. Já a estabilidade é a constância de desempenho através dos ambientes, e pode ser também expressa como a menor variação média nos ambientes considerados. A estabilidade é uma função da previsibilidade da resposta de um genótipo.

Diferentes metodologias para avaliar a adaptabilidade e a estabilidade têm sido desenvolvidas e, ou, aprimoradas. Tais procedimentos se baseiam em análise de variância, regressão linear, regressão não linear, análises multivariadas e estatísticas não paramétricas (BASTOS et al., 2007).

MÉTODO DE EBERHART E RUSSEL

Um dos métodos mais utilizados para estudar a adaptabilidade e estabilidade dos genótipos é o de Eberhart e Russel (1966), que é baseado em regressão linear. Neste processo um índice ambiental é calculado através da subtração entre a média do ambiente (média de todos os genótipos neste ambiente) menos a média geral (média geral de todos os genótipos em todos os ambientes). Usando o índice ambiental como ordenada X e o valor observado do genótipo em determinado ambiente como ordenada Y, obtemos uma regressão linear para cada genótipo testado ($Y = a + bX$). O valor de b (ângulo) estima a adaptabilidade do genótipo. Quando $b < 1$, pode-se afirmar que o genótipo responde pouco à melhoria ambiental, $b = 1$ corresponde a genótipos que respondem de forma mediana à melhoria ambiental e $b > 1$ corresponde a genótipos que respondem de forma acentuada à melhoria de ambiente e são mais indicados para ambientes superiores. Neste método, a estabilidade é estimada pelo somatório dos desvios (S^2_d). A tabela 1 mostra um exemplo do uso deste método em cana-de-açúcar.

Tabela 1 Estimativas dos parâmetros de adaptabilidade (B1) e estabilidade (S²d) da produção de toneladas de cana-de-açúcar por hectare pela metodologia de Ebehart e Russell (1966).

| Genótipo | Média | B1 | S ² d |
|----------|--------|---------|------------------|
| RB946903 | 137,93 | 0,89ns | 158,31** |
| RB966928 | 131,07 | 1,10 ns | 194,83** |
| RB965911 | 129,74 | 1,49* | 207,06** |
| RB956911 | 128,07 | 1,39** | 60,58 ns |
| RB925211 | 119,82 | 1,04 ns | 118,45** |
| RB965902 | 118,33 | 0,99 ns | 10,62 ns |
| RB965920 | 117,72 | 1,40* | 156,27** |
| RB925345 | 115,19 | 0,80 ns | 212,93** |
| RB855156 | 111,19 | 1,02 ns | 349,04** |
| RB945961 | 110,44 | 0,89 ns | 24,83 ns |
| RB855046 | 107,68 | 0,74 ns | 207,57** |
| RB955970 | 106,78 | 0,57* | 340,13** |
| RB966927 | 105,86 | 0,89 ns | 137,47** |
| RB966925 | 101,27 | 0,58* | 124,29** |
| RB966922 | 91,25 | 1,22 ns | 80,69 ns |

ns Não significativamente diferente de 1.

* Significativamente diferente de 1 a 1% de probabilidade

** Significativamente diferente de 0 a 5% de probabilidade

Fonte. Mattos, P.H.C., 2008

Figura 2. EXEMPLO DE DOIS GENÓTIPOS COM ADAPTABILIDADE CONTRASTANTES PELO MÉTODO DE EBEHART E RUSSEL (1966)

MÉTODO DE LIN E BINNS (1988)

Outro método bastante usado para estudar a interação G X A é o método de Lin e Binns (1988), que é baseado em análise não paramétrica. Nesta metodologia o desempenho dos acessos é quantificada pelo índice de estabilidade Pi, que corresponde ao quadrado médio da distância entre a média de um acesso para um dado ambiente e a resposta máxima para o mesmo ambiente, em todos os ambientes avaliados. Dessa forma, o quadrado médio menor indica uma superioridade geral do genótipo em questão, pois quanto menor o valor de Pi, menor será o desvio em torno da produtividade máxima; assim, maior estabilidade está relacionada, obrigatoriamente, com alta produtividade (DAHER et al., 2003). Na Tabela 2 podemos ver um exemplo da aplicação dessa técnica em cana-de-açúcar.

TABELA 7 – Estimativa da estabilidade fenotípica (P_i) de LIN e BINNS (1988) tonelada de pol por hectare (TPH) de 18 clones RB precoces e 2 padrões de cana-de-açúcar em diferentes cortes (cana-planta, cana-soca e cana-ressoca), em 11 locais no estado do Paraná.

| Ranking | Genótipo | P _i Planta | Genótipo | P _i Soca | Genótipo | P _i Ressoca |
|---------|------------------|-----------------------|------------------|---------------------|------------------|------------------------|
| 1 | RB925211 | 6,64 | RB925211 | 1,77 | RB956911 | 2,82 |
| 2 | RB946903 | 7,99 | RB946903 | 4,53 | RB946903 | 2,94 |
| 3 | RB946905 | 11,32 | RB956911 | 8,98 | RB925211 | 4,59 |
| 4 | RB955970* | 13,45 | RB935907 | 10,13 | RB855156* | 5,71 |
| 5 | RB855453 | 13,83 | RB945961 | 10,76 | RB945961 | 6,25 |
| 6 | RB956911 | 14,90 | RB945950 | 11,76 | RB955970* | 7,63 |
| 7 | RB945950 | 16,18 | RB855156* | 12,21 | RB946905 | 7,88 |
| 8 | RB945961 | 16,73 | RB946905 | 14,39 | RB925345 | 8,21 |
| 9 | RB945953 | 17,16 | RB925345 | 14,71 | RB945964 | 8,24 |
| 10 | RB955971 | 19,56 | RB945964 | 15,73 | RB935907 | 8,41 |
| 11 | RB925345 | 19,70 | RB935945 | 16,48 | RB855453 | 8,71 |
| 12 | RB955987 | 19,84 | RB955978 | 17,16 | RB935945 | 9,46 |
| 13 | RB855156* | 21,90 | RB955970* | 18,47 | RB945950 | 9,50 |
| 14 | RB945964 | 24,13 | RB955971 | 20,16 | RB956913 | 12,73 |
| 15 | RB935907 | 29,48 | RB855453 | 22,61 | RB955971 | 13,88 |
| 16 | RB946900 | 29,62 | RB945953 | 24,58 | RB945953 | 14,46 |
| 17 | RB935945 | 37,88 | RB955987 | 27,34 | RB946900 | 15,59 |
| 18 | RB955996 | 41,76 | RB946900 | 31,31 | RB955978 | 16,09 |
| 19 | RB956913 | 48,18 | RB955996 | 32,81 | RB955996 | 17,37 |
| 20 | RB955978 | 49,13 | RB956913 | 35,47 | RB955987 | 21,68 |

(*) Padrão

Fonte. Zeni Neto et al. 2008

REFERÊNCIAS

- BASTOS, I. T.; BARBOSA, M. H. P.; RESENDE, M. D. V.; PETERNELLI, L. A.; SILVEIRA, L. C. I.; DONDA, L. R.; FORTUNATO, A. A.; COSTA, P. M. A.; FIGUEIREDO, I. C. R. Avaliação da interação genótipo x ambiente em cana-de-açúcar via modelos mistos. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 37, n. 4, p. 195-203, 2007.
- DAHER, R. F.; PEREIRA, M. G.; AMARAL JR., A. T.; PEREIRA, A. V.; LÉDO, F. J. S.; DAROS, M. Estabilidade da produção forrageira em clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). *Ciência Agrotecnologia*, v. 27, n. 4, p. 788-797, 2003.
- MATTOS, P.H.C. Adaptabilidade e Estabilidade Fenotípica de clones precoces de cana-de-açúcar em ambientes de produção no estado do Paraná. Relatório de Iniciação Científica, UFPR. 18p. 2008.
- EBEHART & RUSSEL, 1966.
- ZENI NETO, H.; DAROS, E.; ZAMBON, J.L.C.; BESPALHOK FILHO, J.C.; OLIVEIRA, R.A.; WEBER, R. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de clones precoces de cana-de-açúcar no estado do Paraná. *Scientia Agrária*, v. 9, n. 3, p. 283-289, 2008.