

INTERAÇÃO GENÓTIPOS \times LOCALIDADES EM HÍBRIDOS CRÍPTICOS DE MILHO $S_1 \times S_1$, NAS REGIÕES SUDESTE E NORDESTE BRASILEIRAS

Recebido para publicação em 5/1/1981

MANOEL XAVIER DOS SANTOS¹, JOÃO RUBENS ZINSLY², ROLAND VENCOVSKY³ e NATAL ANTONIO VELLO³.

ABSTRACT. *Genotype \times location interaction of $S_1 \times S_1$ hybrids in Southeastern and Northeastern regions of Brazil.* Genotype \times location interaction for grain yield was studied using 104 $S_1 \times S_1$ crosses between two maize composites (A and B) evaluated in Southeastern and Northeastern Brazilian regions. The interaction showed to be significant and the complex interaction component was much more important than the simple interaction. Relatively low values were obtained for the estimates of intraclass correlation and genetic correlation coefficients. Because the

* Trabalho de dissertação apresentado à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", para obtenção do título de mestre em genética e melhoramento de plantas.

1. Pesquisador da EMBRAPA/CPATSA — C. Postal, 23 — 56300, Petrolina-PE.
2. Professor da ESALQ/USP, orientador — C. Postal, 82 — 13400, Piracicaba-SP.
3. Professor da ESALQ/USP — C. Postal, 83 — 13400, Piracicaba-SP.

high interaction, the expected gain suggests that selection would be more efficient for specific regions. In addition, the evaluated progenies could be used to obtain broad base populations for be used as material for simple selection methods in Northeastern region. On the other hand, selfing and full sibbing was suggested to be continued for the obtention of inbred lines to be used in hybrids in Southeastern region.

RESUMO. Estudou-se a interação genótipos \times localidade em 104 híbridos crípticos de milho, na segunda geração de intercruzamentos, em duas regiões brasileiras: Sudeste e Nordeste. Considerou-se o caráter peso de sementes. A interação genótipos \times localidades foi significativa, sendo o componente da interação complexa extremamente grande, enquanto a interação simples foi muito pequena. Valores relativamente baixos foram obtidos para as estimativas de coeficientes de correlação intraclasse e correlação genética. Estimativas de ganhos esperados na seleção também evidenciaram a necessidade da seleção ser praticada no próprio local de utilização do material. Para a região Nordeste, foi sugerida a utilização dos tratamentos testados para obter populações de base genética ampla, através de métodos de melhoramento mais simples. Para a região Sudeste, sugeriu-se a continuação do método dos híbridos crípticos, considerando a sua viabilidade na obtenção de linhagens endogâmicas.

INTRODUÇÃO

O tempo necessário para a formação de híbridos, pelo método *standard*, é um dos problemas com o qual o melhorista se depara. Trabalhos recentes realizados por Hallauer (2), Lonnquist e Williams (3), procuraram sanar esta dificuldade, através do método de obtenção de híbridos crípticos. Por este processo, a capacidade específica de combinação pode ser avaliada desde o início do programa, com maior probabilidade de obter híbridos superiores.

Constituindo-se o milho alimentação básica para a população, torna-se necessário desenvolver métodos adequados que produzam materiais com potencialidade genética e que sejam apropriados a regiões diversificadas. Sabe-se que o comportamento de alguns genótipos oscila em regiões diferentes, ou mesmo dentro de uma pequena região geográfica, de um ano para outro. Isto é atribuído ao inter-relacionamento de fatores genéticos e não genéticos, sendo chamado de interação genótipos \times ambientes. Um estudo inicial desenvolvido por Sprague e Federer (6) e, posteriormente concluído por Sprague (5), afirma que quanto maior a base genética do material testado, menor interação haverá com o ambiente. Entretanto, encontram-se resultados disparentes na literatura.

Assim é que o presente trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento dos cruzamentos $S_1 \times S_1$, em relação a sua interação com localidades contrastantes. Estes cruzamentos, chamados crípticos, foram obtidos cruzando-se plantas de dois compostos A e B, sintetizados no Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

MATERIAL E MÉTODOS

A formação dos compostos A e B, que originaram os 104 híbridos crípticos ($S_1 \times S_1$) testados, baseou-se em expressões preditivas das médias, conforme relatam Vencovsky *et al.* (8). Obedeceu-se à metodologia proposta por Hallauer (2) para obtenção de todos os cruzamentos.

Os delineamentos experimentais, empregados para avaliar os genótipos, foram dois látices triplos duplicados, sendo um 9×9 e outro 6×6 , perfazendo 117 tratamentos. Três repetições de cada um dos látices foram ensaiadas em Piracicaba-SP, (local 1),

e outras três em Petrolina-PE, (local 2), no ano agrícola 1976/77.

Para os dois locais, o experimento 9×9 constituiu-se de 75 híbridos crípticos, sendo acrescido da cultivar Centralmex e dos Compostos Dentado e Flint, utilizados no Sudeste e Nordeste do Brasil. O experimento 6×6 formou-se dos 29 híbridos crípticos restantes, acrescentando-se os seis tratamentos adicionais antes mencionados, e a cultivar Azteca da região Nordeste.

Em ambos os locais cada parcela foi representada por uma fileira de 10 metros de comprimento, com o espaçamento de 1,00 metro entre fileiras e 0,40 metros entre plantas dentro de fileiras.

Na época da colheita, anotaram-se os dados de sobrevivência final, peso das espigas, peso de sementes e teor de umidade. Considerou-se apenas a característica peso de sementes, para efeito de análise, corrigindo-se, todavia, para umidade e sobrevivência.

Efetou-se a análise estatística com base em Cochran e Cox (1). Para a decomposição da interação tratamentos \times locais, seguiu-se a recomendação de Robertson (4), que visa isolar a componente devido à diferença na variação entre tratamentos dentro de cada local e, a componente devido à falta de correlação entre os tratamentos de um local para outro.

Para o cálculo do progresso esperado em cada local, simulou-se uma porcentagem de seleção branca (40%) sobre os 104 tratamentos, para cada local, concordante com Hallauer (2).

RESULTADOS

As Tabelas I e II evidenciam os 40% de cruzamentos mais produtivos, correspondendo a 30 e 12 tratamentos, cujas médias gerais de produção foram 7,57 e 6,92 kg/10 m², bem como 3,46 e 4,21 kg/10 m², referentes respectivamente aos experimentos 9×9 e 6×6 nos locais 1 e 2.

A Tabela III mostra a análise conjunta do experimento 9×9 e 6×6 nos dois locais, considerando os 117 tratamentos.

O cálculo da correlação genética (local 1, local 2), para cada ensaio, forneceu os valores de 0,31 para o experimento 9×9 e 0,30 para o experimento 6×6 .

TABELA I — Seleção realizada nos 40% de melhores tratamentos ajustados nos locais 1 e 2, Piracicaba-SP e Petrolina-PE, referente ao experimento 9 × 9, látice triplo duplicado, considerando apenas os 75 híbridos crípticos (S₁ × S₁) e o caráter peso de sementes, corrigido para umidade de 15,5% e sobrevivência de 50 plantas por parcela. Produções kg/10 m². Ciclo 1976/77.

| PIRACICABA-SP | | | PETROLINA-PE | | |
|--------------------------------|-------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------------------|
| N.º de ordem | N.º do tratamento | Média do tratamento ajustado | N.º de ordem | N.º do tratamento | Média do tratamento ajustado |
| 1 | 46 | 8,25 | 1 | 69 | 4,13 |
| 2 | 62 | 8,13 | 2 | 62 | 3,98 |
| 3 | 43 | 8,11 | 3 | 41 | 3,97 |
| 4 | 15 | 8,07 | 4 | 66 | 3,77 |
| 5 | 52 | 8,05 | 5 | 71 | 3,76 |
| 6 | 61 | 8,00 | 6 | 46 | 3,74 |
| 7 | 29 | 7,83 | 7 | 30 | 3,73 |
| 8 | 41 | 7,80 | 8 | 26 | 3,70 |
| 9 | 56 | 7,66 | 9 | 49 | 3,62 |
| 10 | 63 | 7,65 | 10 | 37 | 3,61 |
| 11 | 06 | 7,64 | 11 | 59 | 3,56 |
| 12 | 30 | 7,61 | 12 | 75 | 3,53 |
| 13 | 22 | 7,61 | 13 | 55 | 3,50 |
| 14 | 59 | 7,61 | 14 | 73 | 3,43 |
| 15 | 34 | 7,60 | 15 | 61 | 3,41 |
| 16 | 20 | 7,54 | 16 | 42 | 3,40 |
| 17 | 44 | 7,53 | 17 | 64 | 3,39 |
| 18 | 39 | 7,50 | 18 | 15 | 3,33 |
| 19 | 23 | 7,50 | 19 | 31 | 3,28 |
| 20 | 71 | 7,34 | 20 | 70 | 3,27 |
| 21 | 19 | 7,32 | 21 | 23 | 3,22 |
| 22 | 17 | 7,32 | 22 | 53 | 3,21 |
| 23 | 27 | 7,31 | 23 | 10 | 3,20 |
| 24 | 73 | 7,26 | 24 | 60 | 3,20 |
| 25 | 12 | 7,21 | 25 | 58 | 3,17 |
| 26 | 55 | 7,18 | 26 | 39 | 3,14 |
| 27 | 24 | 7,17 | 27 | 25 | 3,13 |
| 28 | 09 | 7,17 | 28 | 63 | 3,11 |
| 29 | 21 | 7,15 | 29 | 28 | 3,10 |
| 30 | 66 | 7,14 | 30 | 57 | 3,09 |
| <i>Média geral de produção</i> | | | <i>Média geral de produção</i> | | |
| 7,57 | | | 3,46 | | |

Levando-se em conta somente os 104 híbridos crípticos testados, a Tabela IV fornece a análise conjunta, mostrando os quadrados médios com as respectivas magnitudes das componentes essenciais ao estudo.

A decomposição da interação tratamentos por locais, mostrou o valor de 0,0078 para a parte simples e 0,2418 para a parte complexa, correspondentes a 3,1% e 96,9%.

Determinaram-se as correlações intraclasses, correspondentes aos locais 1 e 2, obtendo-se valores 0,51 e 0,38, respectivamente.

A estimativa do progresso esperado no próximo ciclo para o local 1 (0,29 kg/10 m²) e para o local 2 (0,21 kg/10 m²) corresponde em termos porcentuais a 4,3 e 6,7%.

Com base nos 40% melhores tratamentos do local 1, e após identificação destes no local 2, a es-

TABELA II — Seleção realizada nos 40% de melhores tratamentos ajustados nos locais 1 e 2, Piracicaba-SP e Petrolina-PE, referente ao experimento 6 × 6, látice triplo duplicado, considerando apenas os 29 híbridos crípticos (S₁ × S₁) e o caráter peso de sementes, corrigido para umidade de 15,5% e sobrevivência de 50 plantas por parcela. Produção kg/10 m². Ciclo 1976/77.

| PIRACICABA-SP | | | PETROLINA-PE | | |
|--------------------------------|-------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------|------------------------------|
| N.º de ordem | N.º do tratamento | Média do tratamento ajustado | N.º de ordem | N.º do tratamento | Média do tratamento ajustado |
| 1 | 12 | 7,53 | 1 | 17 | 4,84 |
| 2 | 07 | 7,49 | 2 | 12 | 4,67 |
| 3 | 27 | 7,41 | 3 | 07 | 4,61 |
| 4 | 06 | 6,97 | 4 | 14 | 4,50 |
| 5 | 13 | 6,95 | 5 | 11 | 4,48 |
| 6 | 11 | 6,89 | 6 | 06 | 4,25 |
| 7 | 15 | 6,85 | 7 | 18 | 4,15 |
| 8 | 28 | 6,81 | 8 | 09 | 3,93 |
| 9 | 25 | 6,62 | 9 | 16 | 3,89 |
| 10 | 23 | 6,55 | 10 | 23 | 3,83 |
| 11 | 24 | 6,49 | 11 | 20 | 3,72 |
| 12 | 20 | 6,42 | 12 | 08 | 3,70 |
| <i>Média geral de produção</i> | | | <i>Média geral de produção</i> | | |
| 6,92 | | | 4,21 | | |

TABELA III — Análise conjunta para os dois grupos 9 × 9 e 6 × 6, feita com os totais de tratamentos ajustados nos locais 1 e 2 — Piracicaba-SP e Petrolina-PE, para o caráter peso de sementes. Produções kg/10 m². Ciclo 1976/77.

| Fontes de variação | G. L. | S. Q. | Q. M. | F |
|-----------------------|-------|----------|----------|---------------------|
| Locais/G ⁺ | 2 | 778,1756 | 389,0878 | 1527,03 |
| Tratamentos/G | 115 | 54,7309 | 0,4759 | 11,87 ^{xx} |
| T × L/G | 115 | 29,2993 | 0,2548 | 1,43 ^{xx} |
| Erro médio | 382 | 68,18 | 0,1985 | |

+ : Locais dentro de grupos de experimentos.

xx : Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

timativa do progresso obtida para o local 2 foi de 0,06 kg/10 m², equivalente a 1,9%.

DISCUSSÃO

A divergência de ambientes mostra quase que constantemente, uma diferença no dobro da produção de um local para outro, conforme se observa nas Tabelas I e II.

É ponto pacífico, entre os melhoristas, que por melhores que sejam os genótipos, e se testados em dois ambientes contrastantes, os indivíduos não expressarão seu potencial genético com a mesma intensidade. Isto foi o que ocorreu: o local 1 (Piracicaba-SP) apresentou condições favoráveis de temperatura, clima e solos ideais ao cultivo do milho, enquanto que o local 2 (Petrolina-PE) concorreu quase que com a maioria destes fatores em oposição.

TABELA IV — Análise conjunta para os dois grupos 9×9 e 6×6 , feita com a média de três repetições, dos locais 1 e 2 Piracicaba-SP e Petrolina-PE, considerando apenas os 104 híbridos crípticos, para o caráter peso de sementes. Produções kg/10 m². Ciclo 1976/77.

| Fontes de variação | G. L. | Q. M. | F | E(QM) |
|-----------------------|-------|----------|--------------------|--|
| Locais/G ⁺ | 2 | 346,3895 | --- | --- |
| Tratamentos/G | 102 | 0,4746 | 1,96 ^{xx} | $\sigma^2/3 + \sigma^2_{tl} + 2\sigma^2_t$ |
| T x L/G | 102 | 0,2496 | 1,26 ^x | $\sigma^2/3 + \sigma^2_{tl}$ |
| Erro médio | 382 | 0,1985 | | $\sigma^2/3$ |

Magnitude das componentes: $\sigma^2_t = 0,1125$

$\sigma^2_{tl} = 0,0511$

$\sigma^2 = 0,5956$

xx: Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

x: Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

+ : Locais dentro de grupos de experimentos.

A alta significância encontrada para a interação tratamentos por locais, quando se efetuou a análise conjunta com os 117 tratamentos, forneceu uma idéia da reversão de comportamento dos genótipos testados. Isto foi confirmado pelos valores das correlações genéticas obtidos, os quais se mostraram razoavelmente baixos.

Segundo Vencovsky (7), a avaliação correta para detecção da magnitude do fenômeno deverá conter somente o material de interesse para o estudo a que se propõe inicialmente. No caso presente, isto constituiu-se nos 104 híbridos crípticos. Assim, considerando como objetivo essencial o estudo da introdução, esta apresentou significância a 5% de probabilidade.

A decomposição do quadrado médio da interação tratamentos por locais é fator imprescindível ao melhorista, dando-lhe subsídios para averiguar se existem possibilidades de praticar a seleção em um local e extrapolar para outras regiões. Verificou-se que a maior porcentagem da interação é do tipo complexa, o que vem dificultar o trabalho do melhorista. Confirmou-se este resultado, pelo baixo valor encontrado para a correlação genética entre locais, bem como a relativamente baixa correlação intraclasses dentro de locais.

Apesar da branda porcentagem de seleção praticada (40%), os progressos esperados podem ser considerados como bons, caso o programa tenha continuidade isoladamente para cada local. Por outro lado, a estimativa do processo esperado para Petrolina-PE, tendo por base os 40% melhores genótipos testados em Piracicaba-SP, mostrou um valor muito baixo. Tal resultado é esperado com base na natureza complexa da interação.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitem relacionar as seguintes conclusões:

1. A interação do tipo complexa e a baixa correlação genética detectadas confirmam a impossibilidade de selecionar em um local e extrapolar para outras regiões.

2. As correlações intraclasses indicaram que a repetibilidade dos tratamentos em Piracicaba-SP foi satisfatória, sendo fraca em Petrolina-PE.

3. Sugeriu-se, para a região Nordeste, aproveitar o material estudado, utilizando-se de esquemas de melhoramento que visem obter tipos de ampla base genética.

4. Para a região Sudeste, entretanto, recomendou-se a continuidade do método para a seleção de boas linhagens.

REFERÊNCIAS

1. Cochran, W. G. e Cox, G. M. 1957. *Experimental designs*. 2ª ed. Nova York, John Wiley and Sons. 611 p.
2. Hallauer, A. R. 1967. Development of single-cross hybrids from two-eared populations. *Crop Science*, Madison, 7: 192-195.
3. Lonnquist, J. H. e Williams, N. H. 1967. Development of maize hybrids through selection among full-sib families. *Crop Science*, Madison, 7: 368-370.
4. Robertson, A. 1959. The sampling variance of the genetic correlations coefficient. *Biometrics*, Raleigh, 15: 469-485.
5. Sprague, G. F. 1955. Repetitions vs. locations. Proceedings of tenth annual hybrid industry research conference. *American Seed Trade Association*: 10-13.
6. Sprague, G. F. e Federer, W. T. 1951. A comparison of variance components in corn yield trials. I. Error year x variety components. *Agronomy Journal*, Madison, 43: 535-541.
7. Vencovsky, R. 1977. Informação pessoal. Departamento de Genética, ESALQ/USP.
8. Vencovsky, R., Zinsly, J. R., Vello, N. A. e Godoy, C. R. M. 1970. Predição da média de um composto de variedades e do cruzamento de compostos. In: *Relatório Científico do Departamento e Instituto de Genética, ESALQ/USP, Piracicaba*, 4: 137-144.