

AValiação Genotípica de Progênies de Meios-Irmãos DO COMPOSTO DENTADO (*ZEA MAYS* L.) PARA Condições de Safrinha¹

ANDRÉ DALL' OCA TOZETTI², JUAN AYALA OSUNA³ e DAVID ARIIVALDO BANZATTO⁴

RESUMO - O presente trabalho foi conduzido na FCAV-UNESP, Câmpus de Jaboticabal, na safrinha do ano agrícola de 1991. Foram avaliadas 100 progênies de híbridos interpopulacionais obtidos do cruzamento em *top-cross* entre as populações do Composto Dentado e Composto Flint. Os caracteres analisados foram: danos de *Spodoptera frugiperda*, dias até o florescimento, altura de planta, altura de espiga, acamamento, porcentagem de espigas danificadas e produtividade. Determinaram-se as estimativas de herdabilidade, da variância entre progênies e do ganho genético em cada caráter da população avaliada. As estimativas da variância de progênies bem como da herdabilidade nos diferentes caracteres analisados indicam haver variância genética suficiente para a utilização desse material em programas de melhoramento genético subseqüentes, permitindo ganhos genéticos nos próximos ciclos de seleção, no que tange às características peso de grãos, acamamento e danos da lagarta-do-cartucho; com relação às demais características, não foram obtidos resultados satisfatórios.

Termos para indexação: *top-cross*, estimativas de parâmetros genéticos, resistência a insetos.

GENOTYPIC EVALUATION OF DENT COMPOSITE (*ZEA MAYS* L.) HALF-SIB PROGENIES IN LATE HARVEST CROP CONDITIONS

ABSTRACT - The present work was conducted at FCAV-UNESP, Câmpus de Jaboticabal, in late harvest crop time of 1991. One hundred interpopulational hybrids obtained from a top-cross between Dent Composite and Flint Composite populations were evaluated. The analyzed characteristics were: *Spodoptera frugiperda* damages, lodging, damaged ears percentage, and productivity. Estimates of heritability, variance between progenies and genetical gain for each character of available population were determined. Estimates of the progenies variance, like those from heritability for the different analysed characters, indicate that there is an adequate genetical variance for the utilization of that material on subsequent genetic breeding programs, though allowing genetical gains, on the following selection cycles for the characteristics: grain weight, lodging and damages caused by armyworm larvae, whereas for the other characteristics the obtained results were not satisfactory.

Index terms: top-cross, genetical parameters estimates, insects resistance.

INTRODUÇÃO

Graças à introdução de novas fontes de genes diferentes, populações poderão ser utilizadas para a

melhoria de linhagens mais produtivas e de alta capacidade combinatória.

A utilização de populações melhoradas propiciará não somente o aumento do rendimento individual (e de outras características agrônômicas) como também do rendimento de seus cruzamentos e das linhagens delas derivadas (Lonnquist, 1965; Paterniani, 1969; Russell & Eberhart, 1975). Alguns pesquisadores sugerem que, antes do início da obtenção de linhagens propriamente ditas, seja obtida uma variedade sintética (Eberhart et al., 1973; Russell & Eberhart, 1975; Moll et al., 1977), ou que se faça um melhoramento intrapopulacional

¹ Aceito para publicação em 27 de outubro de 1995.

² Eng. Agr., M.Sc., em Melhoramento Genético Vegetal - FCAV-UNESP.

³ Eng. Agr., Prof. Titular do Dep. de Biologia Aplicada à Agropec. - FCAV, Câmpus de Jaboticabal - UNESP, Rodovia Carlos Tonnan, km 5 CEP 14870-000 Jaboticabal, SP.

⁴ Eng. Agr., Dr., Prof. Assistente do Dep. de Ciências Exatas - FCAV, Câmpus de Jaboticabal - UNESP, CEP 14870-000 Jaboticabal, SP. Bolsista do CNPq.

(Lonnquist, 1965; Paterniani, 1969), para aumentar a probabilidade de se obterem boas linhagens, com elevada produção e boa capacidade combinatória.

O melhoramento do milho pode ser dirigido para a obtenção de variedades melhoradas, utilizando-se o esquema de melhoramento de populações, por meio de seleção recorrente, que garanta progressos gradativos e cumulativos. Diversos esquemas de melhoramento de populações de milho são descritos por Hallauer & Miranda Filho (1981) e Paterniani & Viégas (1987).

O sucesso da seleção recorrente recíproca, segundo Hallauer & Miranda Filho (1981), depende da complexidade da característica selecionada, da técnica experimental de avaliação de progênies e do efeito ambiental. Em termos práticos, quando se fazem comparações de resultados, verifica-se que, conquanto melhoramentos significativos possam ser esperados em relação à maioria das características, a taxa de melhoramento é maior em algumas características.

O presente trabalho tem a finalidade de avaliar os híbridos interpopulacionais, a fim de se verificar o potencial genético dos compostos Dentado e Flint como fontes de progênies para a obtenção de um híbrido interpopulacional competitivo na safrinha.

MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais utilizados foram 100 híbridos interpopulacionais, obtidos das populações do Composto Dentado cruzadas com as do Composto Flint, estando elas na 18ª geração de seleção massal estratificada, melhoradas para maior produtividade e bons caracteres agrônomicos.

O experimento foi instalado na área irrigada da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal - UNESP (FCAV-UNESP), em 5 de fevereiro de 1991. O delineamento experimental utilizado foi um látice triplo 10x10, ficando cada parcela constituída por uma linha de 5m, com um total de 25 plantas. A adubação e os tratos culturais foram os normais, requeridos pela cultura.

Os materiais envolvidos no experimento foram avaliados segundo os caracteres obtidos em condições de campo e de laboratório, sendo:

Condições de campo

1) Danos da lagarta-do-cartucho (DLC): após 44 dias do plantio da cultura, realizou-se a amostragem em danos

causados pela *Spodoptera frugiperda*. A classificação foi realizada segundo método proposto por Carvalho (1970).

2) Altura de Planta (AP) e Altura de Espiga (AE) - a altura de planta foi medida do solo até o ponto de inserção da folha bandeira, e a altura de espiga foi medida do solo até o ponto de inserção da espiga principal. As medidas foram tomadas de cinco plantas competitivas, sem falhas nas covas adjacentes.

3) Acamamento (AC) - foi feita a contagem do número de plantas totais e de plantas acamadas. Consideraram-se acamadas as plantas com uma inclinação superior a 30°. Os dados foram transformados para arc. sen. $(x/100)^{1/2}$.

4) Dias para florescimento (DF) - avaliou-se o número de dias que cada progênie levou para o florescimento agrônomico, quando foi observada a antese de 50% das plantas da parcela.

Condições de laboratório

1) Espigas Danificadas (ED) - feita a colheita da totalidade das espigas de cada parcela, realizou-se a contagem do número total de espigas por parcela e do número de espigas que apresentaram algum dano, causado por pragas ou doenças. Trabalhou-se com os valores em porcentagem, sendo os dados transformados para arc. sen. $(x/100)^{1/2}$.

2) Peso de Grãos (PG) - após a colheita da totalidade das espigas de cada parcela, realizou-se a debulha das espigas, feita em debulhador manual, e a pesagem, em balança com aproximação de 1 grama. Os dados foram corrigidos para umidade-padrão de 15,5% e para estande de 25 plantas por parcela, segundo a fórmula de Zuber (1942).

Para cada um dos caracteres obtidos foi realizada a análise de variância. O delineamento utilizado, de acordo com Cochran & Cox (1957), apresentou o seguinte modelo matemático:

$$y_{ijk} = \mu + p_i + r_j + b_{k(j)} + e_{ik(j)}$$

onde:

y_{ijk} = observação da progênie i, no bloco k da repetição j;

μ = média geral;

p_i = efeito da progênie i (i = 1, 2, ..., 100);

r_j = efeito da repetição j (j = 1, 2, 3);

$b_{k(j)}$ = efeito do bloco k dentro da repetição j

(k = 1, 2, ..., 10);

$e_{ik(j)}$ = erro intrablocos ou erro experimental associado ao tratamento i do bloco k dentro da repetição j.

Com exceção da média, todos os demais efeitos foram considerados aleatórios. Assim:

$$\hat{\sigma}_p^2 = \frac{QMP - QMR}{r}$$

onde:

$\hat{\sigma}_p^2$ = estimativa da variância de progênie;

QMP = quadrado médio das progênies, obtido pelas médias de progênies, ajustadas para blocos;

QMR = quadrado médio do residuo efetivo;

r = número de repetições.

Para progênies de *top-cross*:

$$\hat{\sigma}_p^2 = \frac{1}{8} \hat{\sigma}_a^2$$

$$\hat{\sigma}_f^2 = \frac{QMP}{r} = \frac{V_e}{r} + V_g$$

onde:

$\hat{\sigma}_a^2$ = estimativa da variância aditiva das progênies *top-cross* do Composto Dentado (ϕ), cruzada com o Composto Flint (σ);

$\hat{\sigma}_f^2$ = estimativa da variância fenotípica;

V_e = variância residual entre parcelas;

V_g = variância genética entre progênies.

O diferencial de seleção (ds) foi calculado por

$$ds = m_s - m_o$$

sendo:

m_s = média selecionada;

m_o = média original.

A herdabilidade do caráter (\hat{h}_m^2) foi estimada por:

$$\hat{h}_m^2 = \frac{1}{16} \frac{\hat{\sigma}_a^2}{\hat{\sigma}_f^2}$$

O ganho genético esperado com a seleção no híbrido interpopulacional de milho (CD x CF), em porcentagem, foi estimado por:

$$\hat{G}_s = 100 \frac{ds \cdot \hat{h}_m^2}{m_o}$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de temperatura, umidade relativa e precipitação a que os materiais selecionados ficaram sujeitos são apresentados na Tabela 1. As estimativas dos parâmetros estatísticos e genéticos das características avaliadas em híbridos interpopulacionais de milho são apresentadas nas Tabelas 2 e 3.

TABELA 1. Valores de temperatura, umidade relativa (UR) e precipitações (P) nos meses de fevereiro a julho de 1991, Jaboticabal, SP.

Mês	Temperatura média °C			UR %	P mm
	Máx.	Min.	Méd.		
Fevereiro	30,1	19,4	23,9	79,2	120,9
Março	28,2	19,2	23,0	84,3	304,6
Abril	28,3	17,5	22,0	79,1	176,6
Mai	26,6	14,3	19,6	75,1	27,8
Junho	26,6	14,0	19,4	70,7	2,0
Julho	26,2	12,7	18,7	66,8	4,8

Fonte: Estação Agroclimatológica do Departamento de Ciências Exatas da FCAV-UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP.

TABELA 2. Valores estimados dos parâmetros estatístico e genético das características avaliadas no híbrido interpopulacional de milho (CD x CF)¹, Jaboticabal, SP, 1991.

Parâmetro Estatístico	Característica ²		
	PG (g/25 pl)	DLC (nota/planta)	PED (%)
Média das progênies	548,91	1,793	61,79
Média selecionada	740,21	1,240	61,44
Coef. variação (%)	23,74	39,51	14,68
Parâmetro genético³			
$\hat{\sigma}_p^2$	20915,26	0,0612	53,96
$\hat{\sigma}_f^2$	26576,17	0,2285	81,37
\hat{h}_m^2 (%)	39,35	13,39	33,16
ds	191,09	-0,553	0,35
\hat{G}_s (%)	13,69	-4,13	0,19

¹ CD = Composto Dentado; CF = Composto Flint.

² PG = peso de grãos; DLC = danos da lagarta-do-cartucho; PED = porcentagem de espigas danificadas.

³ $\hat{\sigma}_p^2$ = estimativa da variância de progênie; $\hat{\sigma}_f^2$ = estimativa da variância fenotípica; \hat{h}_m^2 = herdabilidade do caráter; ds = diferencial de seleção; \hat{G}_s = ganho genético.

TABELA 3. Valores estimados dos parâmetros estatístico e genético das características avaliadas nos híbridos interpopulacionais de milho (CD x CF)¹, Jaboticabal, SP, 1991.

Parâmetro Estatístico	Característica ²			
	AC (%)	AP (cm)	AE (cm)	DF (dias)
Média das progênes	33,26	188,76	109,50	68,14
Média selecionada	27,74	193,92	111,12	67,69
Coef. variação (%)	22,75	6,36	8,61	1,19
Parâmetro genético ³				
$\hat{\sigma}_p^2$	19,95	78,44	50,75	1,166
$\hat{\sigma}_f^2$	39,03	126,43	80,38	1,383
\hat{h}_m^2 (%)	25,55	31,02	31,57	42,15
ds	-5,52	5,16	1,62	-0,45
\hat{G}_s (%)	-4,24	0,85	0,47	-0,28

¹ CD = Composto Dentado; CF = Composto Flint.

² AC = acamamento; AP = altura de planta; AE = altura de espiga; DF = dias para florescimento.

³ $\hat{\sigma}_p^2$ = estimativa da variância de progênie; $\hat{\sigma}_f^2$ = estimativa da variância fenotípica; \hat{h}_m^2 = herdabilidade do caráter; ds = diferencial de seleção; \hat{G}_s = ganho genético.

Nas características selecionadas foram constatadas diferenças significativas entre médias de progênes a 1% de probabilidade; somente em relação à característica danos da lagarta-do-cartucho (*S. frugiperda*), verificou-se diferença significativa a 5% de probabilidade. Portanto, os valores médios das diferentes características avaliadas diferiram significativamente entre si, demonstrando que os híbridos interpopulacionais apresentam boa variabilidade genética.

A intensidade de seleção à qual o material foi submetido foi de 10%, dando-se prioridade, na seleção, para as características: peso de grãos, acamamento e danos da *S. frugiperda*, por serem essas características diretamente ligadas à produtividade.

Quanto à produção de grãos, foi obtida uma média de 548,91 g/5 m², ou seja, 1097,82 kg/ha (Tabela 2), valor extremamente baixo se comparado com o mesmo híbrido interpopulacional plantado no período normal de cultivo, que atingiu produções de 4701,62 kg/ha (Tozetti, 1993); já nos híbridos interpopulacionais do Composto Flint cruzado

com o Composto Dentado, também plantado no período normal de cultivo, a produção de grãos variou de 3683,82 a 3867,74 kg/ha (Prado, 1993). As condições climáticas às quais o material ficou sujeito devem ter comprometido sua produção, principalmente a temperatura. De acordo com os dados obtidos pela estação meteorológica da FCAV-UNESP, nos meses de abril e maio, as temperaturas mínimas médias foram de 17,5 e 14,3°C, respectivamente, (Tabela 1), situando-se nos meses seguintes, em níveis mais baixos. Segundo Brunini et al. (1983), a temperatura é elemento decisivo, tanto que, em regiões onde a temperatura média é inferior a 19°C, ou a temperatura média à noite cai abaixo de 13°C, o milho não é produzido.

Apesar da baixa produtividade dos híbridos, foi possível obter-se bom valor de herdabilidade (39,35%) e ganho genético positivo de 13,69%, que indicam que as progênes selecionadas apresentarão um acréscimo de produtividade em condições de temperaturas mais baixas.

Hunter & Francis (1983), citados por Beck et al. (1988), constataram que condições que contribuem para a movimentação de carboidratos dos colmos para as espigas de milho, propiciando desenvolvimento de grãos, podem reduzir as reservas nos colmos e levar células à morte ou facilitar o ataque de patógenos. O enfraquecimento do colmo provoca o aumento de quebraamento e acamamento do milho. Portanto, quando se selecionarem progênes mais produtivas, concomitantemente deve-se selecionar também em acamamento, a fim de que o aumento da produtividade não ocasione plantas de colmos de qualidade inferior. Quanto à característica acamamento, apesar dos altos valores obtidos de 33,26% (Tabela 3), houve um ganho genético negativo de -4,24%, de maneira que se deve esperar uma diminuição na porcentagem de plantas acamadas para a próxima geração.

O dano médio causado pela lagarta-do-cartucho foi de 1,793 (nota) (Tabela 2). Trabalhando com *S. frugiperda*, Chang et al. (1985) observaram níveis de danos que variaram de 1,30 a 7,20 (nota), em plantas avaliadas 30 dias após o plantio. Constatou-se, assim, que os valores médios obtidos no presente trabalho foram bem baixos; isto se deve ao fato de que a seleção em resistência a insetos em

condições de campo é bastante influenciada pelo ambiente e pelo nível da população da praga, que, na época de inverno, apresenta-se inferior em relação ao período da safra. A média selecionada foi de 1,24 (nota), propiciando um ganho genético negativo de -4,13%, demonstrando que é esperado, após o próximo ciclo de recombinação, um decréscimo nessa característica.

Em relação às características altura de planta e altura de espiga, as médias foram 188,76 e 109,50 cm, respectivamente (Tabela 3), estando tais valores abaixo do esperado, pois, quando esse material foi plantado, nas condições normais de cultivo, foram encontrados valores médios de 280,00 e 177,30 cm, em altura de planta e altura de espiga, respectivamente (Tozetti, 1993). Os diferenciais de seleção encontrados foram de 0,85 e 0,47%, em altura de planta e altura de espiga, respectivamente. Apesar de positivos, foram de baixa magnitude, o que demonstra que praticamente não haverá alteração nessas características na próxima geração.

Quanto aos caracteres dias até o florescimento e porcentagem de espigas danificadas, foram obtidos valores médios de 68,14 dias (Tabela 3) e 61,79% (Tabela 2), respectivamente; os valores selecionados obtidos propiciaram diferenciais de seleção negativos e de baixa magnitude, fato que demonstra que, em relação a essas características, praticamente não haverá alteração na próxima geração.

O caráter porcentagem de espigas danificadas apresentou valores bastante elevados; nota-se que, nos três primeiros meses, a cultura ficou sujeita a elevadas precipitações e umidade relativa no mês de março a precipitação mensal foi de 304,6 mm (Tabela 1). Segundo Paterniani & Viégas (1987), um mínimo de 200 mm de precipitação bem distribuída no verão é suficiente para o desenvolvimento da cultura de milho. Provavelmente as condições ambientais foram as principais causadoras do alto nível de danos na espiga, causados por principalmente doenças.

O coeficiente de variação experimental variou de 1,19 a 39,51%; o maior foi encontrado na característica danos da lagarta-do-cartucho. Para a estimativa de variância entre progênies, foram obtidos valores que oscilaram de 0,0612 a 20915,26, quanto a danos da lagarta-do-cartucho e produção de grãos,

respectivamente, sendo grande a amplitude de variação apresentada nos caracteres selecionados.

Com relação ao caráter danos da lagarta-do-cartucho, foi encontrada a herdabilidade de 13,39%; quanto aos demais caracteres, foram encontrados valores mais elevados, que variaram de 25,55 a 42,15%, nos caracteres porcentagem de acamamento e dias até o florescimento, respectivamente, estando os valores de herdabilidade encontrados de acordo com a literatura consultada (Widstrom, 1989; Borba, 1993; Tozetti, 1993; Prado, 1993).

CONCLUSÕES

1. Há variância genética suficiente para a utilização dos compostos Dentado e Flint no melhoramento genético de milho para safrinha.

REFERÊNCIAS

- BECK, D.L.; DARRAH, L.L.; ZUBER, M.S. Effect of sink level on root and stalk quality in maize. *Crop Science*, Madison, v.28, p.11-18, 1988.
- BORBA, C.S.T.G. **Avaliação de populações de milho (*Zea mays* L.) em relação a danos causados pela *Heliothis zea* (Boddie, 1850), associados à contaminação por fungos produtores de aflatoxinas.** Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1993. 98p. Dissertação de Mestrado.
- BRUNINI, O.; ALFONSI, R.R.; CAMARGO, M.B.P. de. Efeito dos elementos climáticos no desenvolvimento da cultura do milho. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUTIVIDADE DO MILHO, 1983, Londrina-PR. *Anais...* Londrina: [s.n.], 1983. p.21-40.
- CARVALHO, R.P.L. **Danos, flutuação populacional, controle e comportamento de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) e suscetibilidade de diferentes genótipos de milho em condições de campo.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1970. 170 p. Tese de Doutorado.
- CHANG, N.T.; WISEMAN, B.R.; LYNCH, R.E.; HABECK, D.H. Influence of N fertilizer on the resistance of selected grasses to fall armyworm larvae. *Journal of Agricultural Entomology*, v.2, p.137-146, 1985.
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental designs.** 2.ed. New York: Wiley, 1957. 611p.

- EBERHART, S.A.; DEBELA, S.; HALLAUER, A.R. Reciprocal recurrent selection in the BSSS and BSCB1 maize populations and half-sib selection in BSSS. *Crop Science*, Madison, v.13, p.451-456, 1973.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative Genetics in maize breeding**. Iowa: Iowa State University Press, 1981. 468p.
- LONNQUIST, J.H. Métodos de selección útiles para mejoramiento dentro de poblaciones. *Fitotecnia Latinoamericana*, v.2, p.1-10, 1965.
- MOLL, R.H.; BARI, A.; STUBER, C.W. Frequency distribution of maize yield before and after reciprocal recurrent selection. *Crop Science*, Madison, v.17, p.794-796, 1977.
- PATERNIANI, E. Melhoramento de populações de milho. *Ciência e Cultura*, v.21, p.3-10, 1969.
- PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G.P. **Melhoramento e produção do milho**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 795p.
- PRADO, E.E. **Seleção recorrente e análise de trilha entre fatores de resistência a *Heliothis zea* (Boddie, 1850) e produtividade de grãos**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1993. 102p. Dissertação de Mestrado.
- RUSSELL, W.A.; EBERHART, S.A. Hybrid performance of selected maize lines from reciprocal recurrent and testcross selection programs. *Crop Science*, Madison, v.15, p.1-4, 1975.
- TOZETTI, A.D. **Avaliação de famílias de meio-irmãos por "top-cross" do Composto Dentado com Composto Flint (*Zea mays* L.), em relação a produtividade de grãos e a outros caracteres agrônomicos**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 1993. 102p. Dissertação de Mestrado.
- WIDSTROM, N.W. Breeding methodology to increase resistance in maize to corn earworm, fall armyworm, and maize weevil. In: **CIMMYT Toward insect resistant maize for the third world**: Proceedings of the International Symposium on Methodologies for Developing Host Plant Resistance to Maize Insects. México: CIMMYT, 1989. p.211-221.
- ZUBER, M.S. Relative efficiency of incomplete block designs using corn uniformity trial data. *Journal of the American Society of Agronomy*, v.34, p.30-47, 1942.