

SELEÇÃO ENTRE PROGÊNIES ENDOGÂMICAS S₁, VISANDO RESISTÊNCIA À *HELIOTHIS ZEA* EM DUAS POPULAÇÕES DE MILHO OPACO-2¹

CARLOS ALBERTO DOS SANTOS MARQUES² e JUAN AYALA OSUNA³

RESUMO - Efetuou-se um ciclo de seleção com base em avaliação de progênies S₁ nas populações de milho ESALQ-VD opaco e Piranão-VD opaco, em Jaboticabal, SP, no período de 1985/88, visando resistência à lagarta-da-espiga, *Heliothis zea*. Na avaliação da resistência foram usados os caracteres: danos causados por *H. zea* (DHZ) (cm); extensão da palha após a ponta da espiga (EP) (cm) e compactação da palha (CoP) (notas) e o método de infestação natural. As 28 melhores progênies em relação à média das respectivas populações originais foram selecionadas, em cada população, para recombinação. Com base nos dados médios obtidos por parcela, estimou-se o ganho médio esperado (Gs) em 19,9% para CoP, 6,5% para EP e 55,8% para DHZ na população Piranão-VD opaco e de 34,0% e 15,9% e os ganhos médios esperados respectivamente para CoP, EP e DHZ em ESALQ-VD opaco. Conclui-se que há possibilidade de seleção de materiais resistente em ambas as populações e que o método pode ser potencialmente útil no melhoramento genético dessa característica.

Termos para indexação: avaliação de progênies, milho ESALQ-VD, lagarta-da-espiga, infestação natural, melhoramento genético.

SELECTION AMONG ENDOGAMIC S₁ PROGENIES FOR CORN EARWORM RESISTANCE IN TWO OPAQUE-2 MAIZE POPULATIONS

ABSTRACT - One cycle of selection, based on evaluation of S₁ progenies in two opaque-2 maize populations: ESALQ-VD opaque and Piranão-VD opaque for corn earworm resistance was made during 1985/88 in Jaboticabal, SP, Brazil. The resistance was evaluated under natural infestations for low *H. zea* ear damage (DHZ), good husk compaction (CoP) and longer husk extension (EP) beyond ear tip. The best 28 progenies were selected in each populations for later recombination. The estimates of average expected gain obtained were: 19,9% (CoP), 6,5% EP and 55,8% (DHZ) in Piranão-VD opaque; in ESALQ-VD opaque these values were 34,0% (CoP), 15,9% (EP) and 0 (DHZ). It was concluded that selection of resistant genotypes in both populations, and that the selections method based on S₁ progenies is potentially useful in breeding for these characteristic.

Index terms: progenies evaluation, ESALQ-VD opaque corn, *Heliothis zea*, natural infestation, genetic improvement.

INTRODUÇÃO

O sucesso na obtenção de milho opaco-2 competitivo, com alta produtividade, qualidade nutricional e resistência a pragas de espiga como *H. zea*, pode, não apenas, viabilizar o

seu cultivo comercial, mas também contribuir para a solução do problema alimentar e nutricional no Brasil.

A importância deste tipo de milho para o País está principalmente no grande potencial que ele apresenta como fonte de proteína vegetal, de excelente qualidade nutricional, baixo custo, e de fácil aceitação pelos consumidores. Particularmente no consumo humano, como "milho verde", este tipo de milho poderia ser usado como mais uma alternativa para melhorar o padrão alimentar da população nas áreas rurais ou nas periferias das cidades, principalmente no Nordeste, onde es-

¹ Aceito para publicação em 29 de abril de 1991.

² Eng.-Agr., Dr., Prof., Univ. Estadual do Maranhão (UEMA), Caixa Postal 09, CEP 65000 São Luís, MA.

³ Eng.-Agr., Dr., Prof., Univ. Estadual Paulista (UNESP), Fac. de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, CEP 14870 Jaboticabal, SP.

te tipo de consumo é ainda muito freqüente.

No complexo de pragas de cultura do milho no País, a lagarta-da-espiga (*H. zea*) tem grande participação, direta ou indireta, nas perdas de produção que ocorrem anualmente no campo e no armazém, causadas por pragas. Segundo Cruz et al. (1983), essa importância é maior na produção de milho destinada ao consumo como "milho verde", em decorrência da maior valorização da qualidade da espiga. Neste tipo de consumo, alguns milhos especiais, como o doce, superdoce e o opaco-2, são mais adequados que o milho normal (Ishimura et al. 1986), em vista do seu maior valor nutricional três vezes maior que o milho normal (Robinson 1975); entretanto, têm sido pouco utilizados, na prática, por produtores e consumidores.

Uma das causas dessa baixa utilização pelos produtores é justamente a maior suscetibilidade, a pragas de espiga (como, por exemplo, a *H. zea*), desses tipos de milho (Schoonhoven et al. 1972, Brown 1975), sendo, pois, fundamental a utilização de métodos eficientes de controle dessa praga.

Dentre as alternativas possíveis nas condições de produção de milho no País, o controle genético através da obtenção e utilização de cultivares resistentes é o ideal, por razões econômicas e ecológicas, e talvez a única viável na prática. Estudos de seleção com esse objetivo, no Brasil, são escassos nos diversos tipos de milho cultivado, principalmente com base em avaliação de progênies endogâmicas S_1 , um dos mais eficientes e recomendados para caracteres de baixa herdabilidade, como é o caso da resistência a *H. zea* (Widstrom & Starks 1967, Widstrom et al. 1970).

O principal objetivo deste trabalho foi o de aumentar a resistência a *H. zea* em duas populações de milho opaco-2, através da obtenção de materiais melhorados e com espigas bem empalhadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais utilizados foram as populações de milho opaco-2, ESALQ-VD opaco e Piranão-VD

opaco de porte alto e baixo, respectivamente, ambas de grãos dentados, amarelos e sintetizados no Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/USP, Piracicaba, SP).

O método de seleção utilizado em cada população foi o baseado em avaliação de progênies endogâmicas S_1 (Paterniani & Miranda Filho 1987). A obtenção das progênies S_1 foi feita no ano agrícola 84/85, em quatro experimentos látice 10 x 10, com duas repetições, dois para cada população; os tratamentos foram 98 progênies S_1 , e duas testemunhas: o híbrido AG HSO e o material original (S_0) de cada população. Os experimentos foram instalados em dois locais da área experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, de clima do tipo CWA (Köppen) e Latossolo Roxo (LR) com características texturais e fertilidade bem diferentes em cada local (LR argiloso e distrófico e LR muito argiloso eutrófico).

As avaliações foram feitas para compactação das háctas, visualmente, segundo escala de notas de 1 a 3, sendo 1 = háctas frouxas; 2 = compactação média, e 3 = bráctas bem compactas; extensão das bráctas após a ponta da espiga, medida com régua graduada em centímetros, e danos de *H. zea*, medidos também em centímetros pela extensão de grãos destruídos nas espigas abaixo da ponta da ráquis, segundo método de Widstrom (1967). Nessas avaliações utilizou-se uma amostra aleatória de dez espigas/parcela, obtendo-se, a seguir, suas respectivas médias. Nas demais características avaliadas, número de espigas danificadas e peso de grãos das progênies, utilizou-se o mesmo trabalho de amostra, usando-se o total da parcela. Em ambos os casos, as avaliações foram feitas em laboratório, após a colheita.

A seleção foi feita sob infestação natural e na ausência de defensivos agrícolas, com base na escolha das 28 melhores progênies S_1 em relação à média das populações originais respectivas, simultaneamente, para danos de *H. zea* (DHZ), compactação da palha (CoP) e extensão da palha após a ponta da espiga (EP). Como o nível de infestação da praga em condições ambientais da área é normalmente alta (96,3%), segundo Carvalho (1977), e a praga é endêmica e itinerante, e as condições climáticas, principalmente chuvas, desenvolveram-se dentro dos padrões normais da região, durante o período de realização das avaliações e seleção Out/84 - Março/85, admitiu-se a hipótese de que a pressão de seleção nos materiais tenha sido alta (normal).

A recombinação das progênies selecionadas foi feita usando-se sementes remanescentes, durante o primeiro semestre de 1986, em lotes isolados, um para cada população, com polinização ao acaso dentro de cada lote. Na colheita das sementes de cada lote, estas foram misturadas, obtendo-se, assim, para cada lote, os materiais melhorados de primeiro ciclo (C_1).

Com os dados experimentais (médias ou total), transformados quando necessário, foram feitas: análise de variância, individual, como látice, com desdobramento do efeito de tratamentos para cada local, e análise conjunta, como blocos ao acaso, com as médias ajustadas das 98 progênies (tratamento) e duas repetições (locais). Nessas análises, considerou-se o modelo aleatório para progênies e locais (Cochran & Cox 1957). Além disso, foi feita uma análise estatístico-genética para estimar parâmetros genéticos de variabilidade, tais como: variância genética entre progênies ($\sigma^2 S_i$), e aditiva ($\sigma^2 AS_i$), coeficiente de herdabilidade entre médias de progênies ($h^2 \bar{s}_i$ %), coeficiente de variabilidade genética (CVgen%), Índice de variação genética (\hat{b}), e o ganho genético esperado (Gse%), além de outros de natureza estatística: variância ambiental ($\sigma^2 E$), variação fenotípica ($\sigma^2 F$) e coeficiente de variação ambiental (CVE%) na parcela.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores dos quadrados médios da análise conjunta de variância para os caracteres avaliados estão na Tabela 1.

Na população ESALQ-VD-opaco, o efeito de locais foi significativo para quase todos os caracteres, com exceção de números de espigas danificadas (NED). Já o efeito de progênies apresentou diferenças significativas para compactação da palha (CoP), extensão da palha após a ponta da espiga (EP), e produção de grão (PG). O efeito de interação progênies vs locais foi significativo em quase todos os caracteres, à exceção de danos de *H. zea* (DHZ).

Na população Piranão-VD-opaco, o efeito de locais revelou diferenças significativas em todos os caracteres. Já o efeito de progênies só revelou diferenças significativas para os caracteres associados à resistência à *H. zea* (CoP, EP e DHZ). O efeito de interação progênies vs

locais foi significativo apenas para compactação da palha, extensão da palha e produção de grãos.

Esses resultados revelam que as duas populações, de modo geral, apresentaram um bom nível de variabilidade para resistência a *H. zea*, mas diferiram no nível dessa variabilidade, principalmente para o caracter DHZ. Neste, a variabilidade apresentada pela população Piranão-VD-opaco foi quase duas vezes e meia superior à encontrada na população ESALQ-VD-opaco para o efeito de progênies. Isto pode ser atribuído tanto a mecanismos genéticos, a maior ou menor tolerância aos danos de *H. zea* nas progênies, ou a mecanismos ambientais, como escape, tendo em vista o método de infestação (natural) utilizada. Já para os caracteres de empalhamento da espiga, as duas populações apresentaram suficiente nível de variabilidade (CoP e EP).

O efeito de locais nas duas populações foi significativo para os caracteres associados à resistência à *H. zea* (CoP, EP, DHZ), o que confirma resultados de outros trabalhos que revelam a alta influência ambiental dessas características (Widstrom et al. 1970).

Essa influência de locais, entretanto, não afetou igualmente todos os caracteres, como fica evidenciado através do componente PvsL. Para os caracteres de empalhamento (CoP e EP), esse componente revelou diferenças significativas nas duas populações, o que não ocorreu com danos de *H. zea*. Resultado semelhante foi obtido por Resende & Pommer (1979) ao estudarem o comportamento de duas populações e o seu híbrido intervarietal em vários locais do estado de São Paulo, onde o caráter danos de *H. zea* não revelou interação estatisticamente significativa com locais.

Tendo em vista estimar o componente aditivo da variância genética entre progênies S_i ($\sigma^2 AS_i$), procedeu-se a uma análise mais detalhada dos dados obtidos, e a partir desse parâmetro genético estimaram-se outros, de natureza genética e estatística, nas duas populações, cujos valores estão na Tabela 2.

TABELA 1. Quadrados médios, obtidos nas análises conjuntas, para seleção visando resistência à lagarta-da-espiça, em duas populações de milho opaco-2. Jaboticabal, SP, 1985/87.

Fontes de variação	Danos de <i>H. zea</i> (cm)	Compactação das brácteas (notas)	Extensão das brácteas (cm)	Nº de espigas danificadas ($un \sqrt{x}$)	Peso de grãos (kg/5 m ²)
ESALQ-VD-opaco					
Locais	5,6448**	0,6752*	50,2062**	0,2638	8,5057**
Progênes	0,0934	0,2336**	12,2066**	0,7904	0,4016**
Progênes Vs locais	0,1034	0,0998**	1,7608**	0,7040**	0,1739*
Resíduo médio	0,0786	0,0471	0,8860	0,4014	0,1176
Piranga-VD-opaco					
Locais	31,2614**	6,3394**	33,1158*	65,8742**	26,6004**
Progênes	0,2248**	0,1784*	7,8208**	0,8152	0,2979
Progênes vs locais	0,1266	0,1214*	5,3318**	0,7440	0,2567**
Resíduo médio	0,0996	0,0815	2,2484	0,6589	0,1198

* Significativo ($P < 0,05$)

** Significativo ($P < 0,01$)

TABELA 2. Estimativas de parâmetros obtidas para os caracteres estudados nos experimentos de avaliação de progênes S_1 em duas populações de milho opaco-2. Jaboticabal, SP, 1985/87.

Caracteres	Parâmetros								
	$\sigma_{S_1}^2$	σ_A^2 *	σ_e^2	σ_F^2	$n^2_{S_1}(\%)^A$	$C\sqrt{G\%}$	$C\sqrt{E\%}$	$C\sqrt{G\%C\sqrt{E}}$	$G_S\%$
ESALQ-VD-opaco									
Compactação das brácteas (notas)	0,0335	0,0335	0,0471	0,0584	57,36	8,97	10,64	0,84	34,02
Extensão das brácteas (cm)	2,6115	2,6115	0,8860	3,0517	85,58	24,86	14,48	1,72	15,93
Danos de <i>H. zea</i> (cm)	-	-	0,786	0,0234	-	-	48,34	-	-
Nº de espigas danificadas ($n\sqrt{x}$)	0,0216	0,0216	0,1976	10,93	10,93	4,20	18,33	0,22	3,03
Peso de grãos (g/5 m ²)	56941,50	56941,50	117608,82	100412,19	56,71	26,65	38,29	0,70	0,07
Piranga-VD-opaco									
Compactação das brácteas (notas)	0,0143	0,0143	0,0815	0,0446	32,06	14,72	6,16	0,42	19,99
Extensão das brácteas (cm)	0,6221	0,6221	2,2484	1,9551	31,82	13,37	25,41	0,53	6,52
Danos de <i>H. zea</i> (cm)	0,0246	0,0246	0,0996	0,0562	43,77	16,51	33,22	0,50	55,75
Nº de espigas danificadas ($n\sqrt{x}$)	0,0178	0,0178	0,6589	0,2038	8,73	3,16	12,99	0,24	1,69
Peso de grãos (g/5 m ²)	10301,20	10301,20	119777,89	74486,01	13,83	11,28	38,45	0,29	0,02

* Estimativa admitindo-se ausência de dominância.

** Estimativa de variância genética igual a 0.

Os dados obtidos revelaram, no caso de danos de *H. zea*, que o componente genético (aditivo) ($\sigma^2_{AS_1}$) da variabilidade observada foi de $2,46 \times 10^{-2}$ na população Piranga-VD-opaco, e estatisticamente igual a zero na população ESALQ-VD-opaco.

Esse componente, da maior importância em estudos de melhoramento (Lonquist 1967, Miranda Filho et al. 1972, Torres Segóvia 1976), foi estimado assumindo-se ausência de do-

minância, já que no caso os caracteres avaliados, resistência à *H. zea* e produção, o controle genético é predominantemente do tipo aditivo (Widstrom 1988 e Mota 1974).

Para o carácter danos de *H. zea*, os demais parâmetros de variabilidade não puderam ser obtidos na população ESALQ-VD-opaco, em razão da ausência de variância genética ou de não ter sido detectada, estatisticamente, variância genética; mas na população Piranga-

VD-opaco, os valores desses parâmetros foram $h^2s_1 = 43,77\%$, $CV_{gen} = 16,51\%$ e $\hat{b} = 0,50$ (Tabela 2). Embora a literatura neste tipo de informação seja escasso, foram utilizados como termo de comparação os valores obtidos por Ramalho Neto & Lemos (1986) usando progênies de meios-irmãos vindo em Composto Dentado, $h^2\bar{M}_i = 22,9\%$, $CV_{gen} = 9,41\%$ e $\hat{b} = 0,39$.

Para os caracteres compactação da palha e extensão da palha após a ponta da palha, os valores obtidos para todos os parâmetros genéticos de variabilidade (Tabela 2) foram superiores aos obtidos por Ayala Osuna & Lara (1988) utilizando progênies de meios-irmãos no Composto Dentado.

Assim, os resultados mostram que para os caracteres associados à resistência à *H. zea* as condições ao processo seletivo neste trabalho parecem ter sido mais favoráveis. Isto pode ser constatado através das estimativas do coeficiente de variação genética relativo (CVG/CVE) ou índice \hat{b} , observados para esses caracteres em geral, superiores a 50%. Eles indicam, pelo menos aparentemente, a possibilidade de seleção de material mais resistente à *H. zea* em ambas as populações, usando-se a seleção simultânea para menores danos e melhor empalhamento, o que confirma resultados de Widstrom (1988). Entretanto, como eles se baseiam em dados de apenas um ano e local com infestação natural, esses resultados devem ser encarados apenas como um indicativo das possibilidades do método utilizado.

CONCLUSÕES

1. As populações avaliadas mostraram diferenças entre os caracteres avaliados, principalmente quanto a danos de *H. zea*, na natureza e magnitude da variabilidade observada.

2. Os resultados indicam a possibilidade de seleção de materiais mais resistentes à *H. zea*, seja através de espigas bem empalhadas, através de menores danos de espigas, ou, simultaneamente, para danos e empalhamento de espiga nas populações avaliadas.

3. A utilização de método de infestação natural e da realização dos ensaios de avaliação e seleção em apenas um ano e local são fatores que limitam a aplicação dos resultados, que, portanto, devem ser encarados como um indicativo do potencial do método utilizado.

REFERÊNCIAS

- AYALA OSUNA, J.; LARA, F.M. Seleção e avaliação genotípica de progênies de meios-irmãos do Composto Dentado de milho para caracteres associados à resistência à *Heliothis zea*. In: REUNION DE ESPECIALISTAS EN MAÍZ DE LA ZONA ANDINA, Bolivia. *Anais*, Bolivia: CIAT/CIMMYT, 1988, p.58-69.
- BROWN, W.L. Worldwide seed industry experience with opaque-2. In: HIGH QUALITY PROTEIN MAÍZE, 1975, Purdue. *Anais*, Purdue: CIMMYT, 1975, p.256-264.
- CARVALHO, R.P.L. Danos e flutuação populacional de *Heliothis zea* (Boddie 1850) e suscetibilidade de diferentes genótipos de milho. Jaboticabal: FCAVJ/UNESP, 1977. 107p. Tese de Livre Docência.
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. *Experimental designs*. 2. ed. New York: John Wiley and Sons, 1957. 611p.
- CRUZ, I.; WAQUIL, J.M.; SANTOS, J.P.; VIANNA, P.A.; SALGADO, L. O. *Pragas da cultura do milho em condições de campo*. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1983. 75p. (EMBRAPA-CNPMS, Circ. Técn., 10).
- ISHIMURA, I.; KIYOSHI, Y.; SAWAZAKI, E.; MASSAHARU, N. Avaliação de Cultivares de Milho Verde em Pariquera-Açu. *Bragantia*, Campinas, v.45, n.1, p.95-105, 1986.
- LONNQUIST, J.H. *Relativa eficiencia de diferentes métodos de mejoramiento de maíz*. México: CIMMYT, 1967. 13p. Mimeografado.
- MIRANDA FILHO, J.B.; VENCOVSKY, R.; PATERNIANI, E. Variância genética aditiva da produção de grãos em dois compostos e sua implicação no melhoramento. *Relatório Científico do Instituto de Genética da ESALQ*, v.6, p.67-73, 1972.
- MOTA, M.G.C. *Comportamento de progênies de meios-irmãos e S, na variedade de mi-*

- lho (*Zea mays* L.). Centralmex. Piracicaba: ESALQ-USP, 1974. 73p. Dissertação de Mestrado.
- PATERNIANI, E.; MIRANDA FILHO, J.B. Melhoramento de populações. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G.P. **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.217-274.
- RAMALHO NETO, M.A.P.; LEMOS, M.A. Seleção entre e dentro de familiares de meios-irmãos no milho dentado Composto visando resistência a *Spodoptera frugiperda* e *Heliothis zea*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. 16, 1986, Belo Horizonte. **Anais**. Belo Horizonte: EMBRAPA-CNPMS, 1986. p.365-373.
- RESENDE, J.M.; POMMER, C.V. Efeito da seleção para produção e qualidade protéica no grau de dano da lagarta-da-espiga *Heliothis zea* em populações de milho opaco-2. **Bragantia**, Campinas, v.38, n.21, p.195-202, 1979.
- ROBINSON, D. Utilizing opaque-2 maize in food products. In: HIGH QUALITY PROTEIN MAIZE. Purdue: CIMMYT, 1975. p.274-280. CI.
- SCHOONHOVEN, A.V.; HOBERN, E.; MILLS, R.B.; WASSON, C.E. Resistance in corn kernels to maize weevil. *Sitophilus zea mays*. **Proc. N. Cent. Brch. Entomol. Soc. Amer.**, v.27, p.108-110, 1972.
- TORRES SEGÓVIA, R. Seis ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos de milho (*Zea mays* L.). Centralmex. Piracicaba: ESALQ-USP, 1976. 98p. Tese de Doutorado.
- WIDSTROM, N.W. An evaluation of methods for measuring corn earworm injury. **Journal of Economic Entomology**, v.60, n.3, p.791-794, 1967.
- WIDSTROM, N.W. **Breeding methodology to increase resistance in maize to corn earworm, fall armyworm and maize weevil**. TIFTON: USDA, Agricultural Research Service, 1988. 41p.
- WIDSTROM, N.W.; McMILLIAN, W.W.; WISEMAN, B.R. Resistance in corn to the earworm and fall armyworm. IV. Barworm injury to corn inbreds related to climatic conditions and plant characteristics. **Journal of Economic Entomology**, v.63, n.3, p.803-808, 1970.
- WIDSTROM, N.W.; STARKS, K.J. Influence of environmental on injury to corn by the corn earworm. **Journal of Economic Entomology**, v.60, p.181-185, 1967.