



BRAGANTIA

Revista Científica do Instituto Agrônomo, Campinas

Vol. 38

Campinas, novembro de 1979

N.º 21

EFEITO DA SELEÇÃO PARA PRODUÇÃO E QUALIDADE PROTÉICA NO GRAU DE DANO DA LAGARTA-DA-ESPIGA, *HELIOTHIS ZEA* EM POPULAÇÕES DE MILHO OPACO (1)

JORGE A. M. REZENDE (2). *Seção de Entomologia Fitotécnica*, e CELSO V. POMMER,
Seção de Milho e Cereais Diversos, Instituto Agrônomo

SINOPSE

Estudou-se o comportamento das populações de milho opaco-2 IAC Maya o2, IAC-1 o2, do seu híbrido intervarietal IAC Phoenix o2 e do híbrido comercial IAC Hmd 7974, em relação ao ataque da lagarta-da-espiga, *Heliothis zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera, Noctuidae). Nesses milhos, nenhuma seleção dirigida foi praticada para resistência à lagarta-da-espiga ou a qualquer outra espécie de praga. Os resultados obtidos indicaram uma resposta quadrática dos ciclos de seleção da população IAC Maya o2 ao dano de *H. zea*, enquanto para a população IAC-1 o2 foi obtido um progresso genético de 3.39% por ciclo em relação à média, sendo que a nota de dano do ciclo 4 foi 13,6% menor que a do ciclo original. O híbrido intervarietal IAC Phoenix o2 mostrou danos semelhantes de *H. zea* em todos os ciclos. O híbrido duplo comercial IAC Hmd 7974 foi o mais danificado pela lagarta-da-espiga, nos quatro locais observados.

1. INTRODUÇÃO

A lagarta-da-espiga do milho, *Heliothis zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera, Noctuidae) é uma praga nociva à cultura do milho no Brasil (4). De acordo com GALLO (4), essa espécie pode prejudicar a produção do

milho de três formas: 1) atacando os cabelos, dificulta a fertilização e, em consequência, surgem falhas nas espigas; 2) alimentando-se dos grãos leitosos, destrói-os; 3) os orifícios deixados na palha por ocasião da saída

(1) Trabalho apresentado na 31.ª Reunião Anual da SBPC, realizada em Fortaleza (CE), de 11 a 18 de julho de 1978, com recursos da Fundação Cargill. Recebido para publicação a 5 de junho de 1979.

(2) Contratado pelo acordo IAC/FINEP, contrato n.º 409/CT, e com bolsa de suplementação do CNPq.

da lagarta facilitam a penetração de microrganismos e pragas dos grãos armazenados.

Com relação ao dano posterior causado por microrganismos, alguns autores encontraram associação entre o fungo *Aspergillus flavus* Link ex. Fr. e o dano causado pelas pragas de espiga, e apontaram a ação carcinogênica da substância aflatoxina B1, que é produzida por esse fungo (5, 13).

FENNEL et alii (3), estudando a atividade das larvas de *H. zea* e *Ostrinia nubilalis* (Hübner) no desenvolvimento das espigas do milho e subsequente contaminação da semente com aflatoxina, concluíram que as duas espécies apresentaram um papel importante na transferência dos esporos de *A. flavus* da região dos estiló-stigmas para a região de desenvolvimento dos grãos, favorecendo-lhes a contaminação.

As perdas quantitativas que esta espécie causa à cultura do milho, segundo informações obtidas por ORLANDO (6), são da ordem de 7%. CARVALHO (1), estudando o comportamento do híbrido IAC Hmd 7974 em relação ao ataque de *H. zea*, estimou perdas da ordem de 8,35%, nas condições de Jaboticabal (SP). No Rio Grande do Sul, CORSEUIL (2), observando quatro milhos comerciais, encontrou 90,3 a 94,3% das espigas atacadas por essa praga.

Devido à importância dessa espécie para a cultura do milho, pode-se lançar mão de medidas de controle que visem à redução ou eliminação dos seus danos. Entre elas, o uso de variedades resistentes, por ser um método ideal de controle, tem recebido atenção especial de grande número de pesquisadores nos últimos vinte anos.

No caso da cultura do milho, o estudo da resistência à lagarta-da-espiga vem sendo feito em grande parte com o objetivo de identificar fontes de resistência para, posteriormente, transferir, por meio de cruzamentos, os fatores que condicionam essa resistência, para variedades ou híbridos comerciais com características agrônômicas desejáveis. Alguns pesquisadores, todavia, têm procurado obter variedades comerciais com bom nível de resistência a pragas, a partir de seleção quantitativa dentro da própria variedade, isto é, concentrando fatores genéticos nela existentes.

WIDSTROM; WISER & BAUMAN (12), utilizando o método de seleção recorrente, procuraram desenvolver uma população com alta frequência de genes favoráveis para resistência ao dano da lagarta-da-espiga, a partir da qual poderiam ser extraídas linhagens com bom nível de resistência. Após cinco ciclos de seleção, os resultados indicaram pequeno progresso para resistência nos dois ou três primeiros ciclos. Esses autores, no entanto, concluíram que o melhorista pode esperar razoável progresso pela seleção recorrente para resistência a *H. zea*, além de manter constantes as demais características agrônômicas desejáveis.

ZUBER et alii (14), após dez ciclos de seleção massal para resistência a *H. zea*, em duas populações de milho (sintéticos C e S), evidenciaram que a seleção foi efetiva. Para o sintético C, a porcentagem de espigas com grãos danificados foi reduzida de 80,8 para 58,7, com uma redução de 2,76% por ciclo, enquanto no sintético S houve uma redução de 64,5% para 39,2%, isto é, 2,81% por ciclo.

Esse mesmo método de seleção foi utilizado por WANN & HILLS (10), para o melhoramento de um composto de milho doce para resistência a *H. zea*. Os resultados, todavia, diferiram daqueles obtidos por ZUBER et alii (14), pois nenhum progresso foi conseguido para resistência à lagarta-da-espiga, após cinco ciclos de seleção.

No Brasil, REZENDE et alii (9), comparando o comportamento do milho asteca prolífico V RPE VII, que é uma população sintética submetida a cinco ciclos de seleção recorrente para prolificidade, seguido de sete ciclos de seleção de espiga por fileira modificada para resistência a pragas da espiga (RPE), com zapalote chico, considerado a principal fonte de resistência à lagarta-da-espiga *H. zea* e com população F₂ (IAC Maya XII x zapalote chico), em relação ao dano causado pela lagarta-da-espiga, não encontraram diferenças significativas entre esses milhos. Concluíram que a seleção para a resistência a pragas da espiga é viável e deve ser incorporada em programas de melhoramento que visem à obtenção de variedades ou híbridos mais produtivos.

RAMALHO; ROSSETTO & NAGAI (8) observaram que o melhoramento de milho feito no país foi eficiente em relação ao caruncho do milho *Sitophilus zeamais* Mots., 1855, embora nunca tivesse sido feito especialmente objetivando incorporação de resistência a pragas.

O presente trabalho teve por objetivo estudar o comportamento das populações IAC Maya opaco 2 (o2) e IAC-1 opaco 2 (o2) e do seu híbrido intervarietal IAC phoenix opaco 2 (o2), frente ao ataque da *H. zea*. Essas duas populações e o

híbrido pertencem a um programa de melhoramento no qual nenhuma seleção foi feita com a finalidade de concentrar fatores de resistência à lagarta-da-espiga *H. zea*, ou a qualquer outra espécie de praga.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desse experimento, utilizaram-se sementes correspondentes à população original e a cada um dos quatro ciclos subsequentes de seleção para produtividade e qualidade protéica do seguinte germoplasma: IAC Maya o2, IAC-1 o2, IAC phoenix o2, além do híbrido duplo comercial IAC Hmd 7974, que é a testemunha suscetível.

Esse germoplasma é resultante de um programa iniciado em 1965, pela Seção de Milho e Cereais Diversos do Instituto Agrônomo, visando ao melhoramento das populações IAC Maya e IAC-1, incorporando às mesmas o fator opaco-2, através de cruzamentos, selecionando-as posteriormente, para produtividade e qualidade protéica pelo método de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos. O cruzamento entre o IAC Maya o2 e o IAC-1 o2 em cada um dos diferentes ciclos de seleção, origina o híbrido intervarietal IAC phoenix o2 correspondente (7).

No ano agrícola 1977/78, esses milhos foram plantados em uma série de ensaios de avaliação nas seguintes datas e locais no Estado de São Paulo: 16.11.77 na Fazenda de Produção "Ataliba Leonel", município de Manduri; 17.11.77, 14.12.77 e 28.12.77, nas Estações Experimentais do Instituto Agrônomo, respectivamente

em Pindorama, Campinas e Ribeirão Preto.

O delineamento experimental utilizado nos quatro locais foi o reticulado ("lattice") balanceado 4 x 4 com cinco repetições. No plantio, utilizou-se o número de sementes necessário para se obter um "stand" final desejado de 50 plantas por parcela de 10m de comprimento. As sementes foram plantadas em covas espaçadas de 0,40m. Entre uma parcela e outra, o espaçamento foi de 1m.

Os quatro campos experimentais receberam os tratamentos culturais convencionais e ficaram sujeitos à infestação natural de *H. zea*. Por ocasião da colheita, avaliaram-se os danos da lagarta em vinte espigas ao acaso de cada parcela, utilizando-se a escala revisada descrita por WIDSTROM (11), que é a seguinte: nenhum dano: nota 0; dano apenas aos estilo-estigmas: nota 1; dano até 1cm abaixo da ponta da espiga: nota 2, e assim sucessivamente, dando nota $n + 2$ para dano entre n e $n + 1$ cm abaixo da ponta da espiga.

Em seguida, fez-se a análise da variância individual e conjunta das

notas de dano de *H. zea* nos quatro locais estudados, segundo o esquema de blocos ao acaso.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro 1 apresenta o resumo dos resultados das análises da variância individuais para as notas de dano de *H. zea*, nos quatro locais onde foram conduzidos os ensaios. Os testes F para tratamentos foram significativos em todos os locais, indicando que as condições em que se efetuaram os ensaios propiciaram a diferenciação entre um e outro tratamento.

Os resultados da análise da variância conjunta encontram-se no quadro 2. Os graus de liberdade para tratamento foram desdobrados nos efeitos entre ciclos de IAC Maya o2, IAC-1 o2, IAC Phoenyx o2 e entre grupos. Desses, apenas o efeito entre ciclos de IAC Phoenyx o2 não foi significativo. Dada a significância dos testes F para os efeitos entre ciclos das duas populações, fez-se a análise da regressão, encontrando-se um efei-

QUADRO 1. — Análises das variâncias individuais para notas de dano de *Heliothis zea* nos quatro locais estudados. 1977/78

	Ataliba Leonel	Campinas	Pindorama	Ribeirão Preto
F tratamento	2,09 *	4,68 **	2,86 **	3,02 **
F repetições	1,61	0,51	5,00 **	3,10 *
C.V. (%)	13,70	10,80	11,82	14,58
x	4,12	4,06	3,86	3,86
s	0,5653	0,4387	0,4561	0,5639

to quadrático nos ciclos de IAC Maya o2 e linear nos ciclos de IAC-1 o2. O efeito de locais foi significativo, mostrando que existem variações nos ambientes estudados. Essas variações, todavia, parecem não ter afetado o comportamento dos materiais estudados, pois não houve significância na interação tratamentos x locais. Os tratamentos se comportaram de maneira semelhante em relação ao dano causado por essa praga, nos quatro locais observados.

No quadro 3 são apresentadas as médias das notas de dano de *H. zea*

nos tratamentos estudados e heteroses calculadas para cada ciclo. O dano da lagarta-da-espiga, na população IAC Maya o2 teve um valor elevado no ciclo original, diminuindo sensivelmente no primeiro ciclo e aumentando gradativamente nos ciclos posteriores.

Esse fato pode ser mais bem visualizado na fig. 1, onde se vê que as notas de dano seguem uma regressão quadrática de equação $y = 4,122 - 0,441x + 0,144x^2$. No milho IAC-1 o2, o dano de *H. zea* no ciclo original ainda foi maior que no respectivo ciclo do IAC Maya o2; entretanto, os danos, seguindo uma regressão linear

QUADRO 2. — Análise da variância conjunta para as notas de dano de *Heliothis zea* nos quatro locais. 1977/78

F.V.	G.L.	Q.M.	F.
Repetições/locais	16	0,6602	2,54 **
Tratamentos	15	2,4212	9,33 **
Entre ciclos de IAC Maya o2	4	1,0922	4,21 **
Regressão linear	1	0,0441	0,17 ns
Regressão quadrática	1	3,5370	13,63 **
Desvios	2	0,3939	1,52 ns
Entre ciclos de IAC-1 o2	4	1,1048	4,26 **
Regressão linear	1	3,9875	15,37 **
Regressão quadrática	1	0,0796	0,31 ns
Desvios	2	0,1761	0,68 ns
Entre ciclos IAC Phoenyx o2	4	0,0850	0,33 ns
Entre grupos	3	9,0631	34,93 **
Locais	3	1,4472	5,58 **
Tratamentos x locais	45	0,2356	0,91 ns
Resíduo combinado	240	0,2595	—
TOTAL	319		

de equação $y = 4,438 - 0,141x$, levaram o quarto ciclo do IAC-1 o2 a apresentar dano menor que o ciclo correspondente do IAC Maya o2 (figura 1). Por essa equação, obteve-se um progresso genético observado de 3,39% por ciclo em relação à média. Esse progresso é da mesma ordem do alcançado por ZUBER et alii (14), em duas populações de milho selecionadas para resistência a *H. zea*.

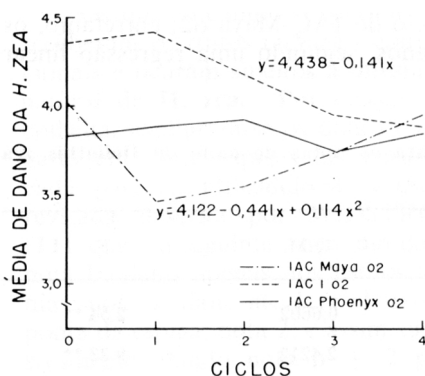


Figura 1. - Regressão das médias das notas de dano da *Heliiothis zea* para quatro ciclos de seleção nas duas populações e no híbrido intervarietal, 1977/1978.

QUADRO 3. — Médias das notas de dano de *Heliiothis zea* nas populações estudadas e heteroses calculadas para cada ciclo. 1977/78

Ciclos	IAC Maya o2	IAC-1 o2	IAC Phoenix o2	F. esperado	Heterose %, em relação a	
					Média dos pais (MP)	Pai mais resistente (PMR)
0	4,01	4,36	3,83	4,18	-8,4	-4,5
1	3,47	4,41	3,88	3,94	-1,5	11,8
2	3,56	4,17	3,92	3,86	1,6	10,1
3	3,73	3,96	3,75	3,84	-2,3	0,5
4	3,94	3,88	3,86	3,91	-1,3	0,5

OBS.: Média de dano no IAC Hmd 7974: 4,89.

Quanto ao dano causado no híbrido intervarietal, IAC Phoenix o2, a mesma figura mostra que não houve diferença significativa entre os diferentes ciclos, permanecendo o dano da lagarta em torno de 3,85%.

No mesmo quadro 3, verifica-se que o híbrido apresentou uma média superior à dos pais no ciclo original e 1, inferior no 2 e voltando a superar a média dos pais nos ciclos 3 e 4, o que mostra uma tendência de heterose no sentido amplo. Todavia, em relação ao pai mais resistente, o F₁ foi superior no ciclo original, perdendo nos dois ciclos seguintes e equiparando-se ao mesmo pai nos dois últimos ciclos.

O híbrido duplo comercial IAC Hmd 7974 foi o mais danificado por *H. zea* nos quatro locais estudados. Esse resultado está de acordo com a conclusão obtida por REZENDE et alii (9), que sugeriram a utilização desse milho como testemunha suscetível, em todos os programas que visem à comparação de diferentes milhos frente ao ataque dessa praga.

4. CONCLUSÕES

a) A população IAC Maya o2 apresentou uma resposta quadrática dos ciclos de seleção ao dano de **H. zea**.

b) A população IAC-1 o2 mostrou um progresso genético para dano de **H. zea**, da ordem de 3,39% por ciclo em relação à média.

c) O híbrido intervarietal IAC Phoenix o2 teve um comportamento semelhante em todos os ciclos de seleção.

d) O híbrido duplo comercial IAC Hmd 7974 foi o mais danificado por **H. zea** nos quatro locais estudados.

EFFECT OF SELECTION FOR YIELD AND PROTEIN QUALITY ON
THE DAMAGE OF THE CORN EARWORM **HELIOTHIS ZEA**,
IN POPULATIONS OF OPAQUE-2 CORN

SUMMARY

The performance of 4 populations of opaque-2 corn IAC Maya o2, IAC-1 o2, their intervarietal hybrid IAC Phoenix o2, in relation to the damage of the corn earworm **Heliothis zea** (Boddie, 1850) (Lepidoptera, Noctuidae), was studied. The double hybrid IAC Hmd 7974 was used as susceptible check. The populations were not subjected to any selection in relation to insects. They were selected only in relation to yield and protein quality. The results indicated a quadratic response of the cycles of selection of the IAC Maya o2, in relation to the corn earworm, and there was a reduction of damage of 3.39% per cycle in the population of IAC-1 o2. The damage grade of cycle 4 was 13.6% lower than the original cycle. The intervarietal hybrid IAC Phoenix o2, showed similar damage in all cycles. The susceptible check IAC Hmd 7974 was the most damaged treatment in the four locals of observation.

LITERATURA CITADA

1. CARVALHO, R. P. L. Danos e flutuação populacional de **Heliothis zea** (Boddie, 1850) e suscetibilidade de diferentes genótipos de milho. Jaboticabal, F.M.V.A.A. UNESP, 1977. 107p. (Tese de Livre-Docência)
2. CORSEUIL, E. Incidência da lagarta da espiga do milho. In: Reunião Técnica Anual do Milho, 20., e do Sorgo Granífero, 4., Porto Alegre, RS, 1975. Ata. p.67-69.
3. FENNELL, D. I.; LILLEHOJ, E. B.; KWOLEK, W. F.; GUTHRIE, W. D.; SHEELEY, R.; SPARKS, A. N.; WIDSTROM, N. W. & ADAMS, G. L. Insect larval activity on developing corn ears and subsequent aflatoxin contamination of seed. *J. Econ. Entomol.* 71(4):624-628, 1978.
4. GALLO, D. Pragas do milho. In: Manual de entomologia agrícola. São Paulo. Ed. Agron. Ceres, 1978. p.303-306.
5. LILLEHOJ, E. B.; FENNELL, D. I. & KWOLEK, W. F. **Aspergillus flavus** and aflatoxin in Iowa corn before harvest. *Science* 193(4252):495-496, 1976.

6. ORLAND, A. Observação dos hábitos de *Heliothis obsoleta* (Fabr.) como praga das espigas de milho e a eliminação dos estilo-estigmas como processo de combate (Lep. Noct.). Arq. do Inst. Biol., São Paulo, 13(18):191-207, 1942.
7. POMMER, C. V. Seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos para produção e qualidade protéica em duas populações de milho (*Zea mays* L.) opaco-2. Campinas, IB/UNICAMP, 1976. 111p. (Tese de Doutorado)
8. RAMALHO, F. S.; ROSSETTO, C. J. & NAGAI, V. Comportamento de germoplasmas de milho sob a forma de palha e grãos debulhados em relação a *Sitophilus zeamais* Motschulsky, 1855. Ci. e Cult., São Paulo, 29(5):584-590, 1977.
9. REZENDE, J. A. M.; ROSSETTO, C. J.; SILVA, W. J. da & MIRANDA, L. T. de. Avaliação do comportamento de milhos resistentes à lagarta da espiga *Heliothis zea*. Ci. e Cult., São Paulo. (No prelo)
10. WANN, E. V. & HILLS, W. A. Tandem mass selection in a sweet, corn composite for earworm resistance and agronomic characters. Hort. Science 10(2):168-170, 1975.
11. WIDSTROM, N. W. An evaluation of methods for measuring corn earworm injury. J. Econ. Entomol. 60(3):791-794, 1967.
12. ———; WISER, W. J. & BAUMAN, L. F. Recurrent selection in maize for earworm resistance. Crop. Sci. 10:674-676, 1970.
13. ———; LILLEHOJ, E. B.; SPARKS, A. N. & KWOLEK, W. F. Corn earworm damage and aflatoxin Bi on corn protected with insecticide. J. Econ. Entomol. 69(5):677-679, 1976.
14. ZUBER, M. S.; FAIRCHILD, M. L.; KEASTER, A. J.; FERGASON, V. L.; KRAUSE, G. F.; HILDERBRAND, E. & LOESCH JR., P. J. Evaluation of 10 generations of mass selection for corn earworm resistance. Crop Sci. 11:16-18, 1971.