

B R A G A N T I A

Revista Científica do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo

Vol. 37

Campinas, junho de 1978

N.º 8

MELHORAMENTO GENÉTICO DO CULTIVAR DE MILHO IAC-1 (1)

LUIZ TORRES DE MIRANDA, LUIZ EUGÊNIO COELHO DE MIRANDA, CELSO VALDEVINO POMMER (2) e EDUARDO SAWAZAKI, *Seção de Milho e Cereais Diversos, Instituto Agrônomo*

SINOPSE

São relatados os resultados obtidos no melhoramento do cultivar de milho IAC-1 pela introdução de linhagens prolíficas nesta população, que já vinha sendo melhorada há oito ciclos pelo método de seleção entre e dentro de famílias de meios irmãos.

Para produção de grãos foi observado um progresso genético médio de 3,3% por ciclo, comparado com um progresso genético esperado de 7,2% por ciclo. Para índice-de-espigas foi observado um progresso genético de 8,9% e um progresso genético esperado de 1,9% por ciclo. Com a introdução de fatores de prolificidade, o índice-de-espigas aumentou consideravelmente superando inclusive o do híbrido duplo comercial utilizado como controle. Houve pequeno aumento da porcentagem de plantas acamadas e quebradas, com o decorrer dos ciclos de seleção.

Computando-se os ganhos obtidos inicialmente neste cultivar, houve em 10 ciclos de seleção um progresso acumulado de 28% para produção de grãos e de 10% para índice-de-espigas, sendo este último obtido quase exclusivamente após a introdução das linhagens prolíficas.

1 — INTRODUÇÃO

Segundo Paterniani (3), o melhoramento de populações de milho permite a obtenção de variedades melhoradas ou variedades sintéticas de elevada produtividade e boas características agrônomicas. Além disso, o melhoramento de populações de milho, além das demais implicações

de ordem teórica e prática, pode ser considerado como um método que conduz progressivamente à obtenção de melhores linhagens para a produção de híbridos superiores (5). Russell (6) afirma que o sintético é um material adequado para a introdução de genes cujas frequências serão ele-

(1) Recebido para publicação em 10 de dezembro de 1977.

(2) Com bolsa de suplementação do C.N.Pq.

vadas posteriormente através de métodos de seleção recorrente.

Desde 1964/65 a Seção de Milho e Cereais Diversos do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo vem aplicando o método de seleção espiga-por-fileira modificado (1), ou seleção entre e dentro da famílias de meios irmãos (4) em um cultivar de milho denominado IAC-1. Os resultados obtidos em oito ciclos de seleção, relatados por Miranda e outros (2) mostraram uma boa eficiência do método para melhorar a produtividade, conseguindo-se um progresso observado de aproximadamente 2% por ciclo, em média. Entretanto, para o índice-de-espigas nenhum melhoramento foi conseguido, embora se utilizassem preferencialmente plantas prolíficas na seleção dentro de progênies.

A obtenção de três linhagens novas, com prolificidade bastante superior à média de outras linhagens do programa e com boa capacidade produtiva aliada a outras boas características agrônômicas, levou a introduzi-las no cultivar IAC-1 em pleno curso do melhoramento.

Os resultados obtidos em três ciclos de seleção subseqüentes são aqui relatados.

2 — MATERIAL E MÉTODOS

A obtenção da população IAC-1 deu-se conforme descrito em Miranda e outros (2). Concomitantemente aos ciclos de seleção realizados nesse material, num trabalho paralelo foi feito o cruzamento e retrocruzamento da população (como polinizadora) com três linhagens prolíficas. Duas destas linhagens eram de material

duro e branco da Colômbia, identificadas como ETO 344 e Col 2 (22), às quais havia sido transferida a cor amarela por cinco retrocruzamentos. A outra, identificada como Pm 423, foi isolada de Asteca, variedade obtida por Viégas (7).

As progênies resultantes deste procedimento foram testadas em ensaios à parte. No sétimo ciclo de seleção do IAC-1, essas progênies entraram como fêmeas no lote de despendoamento para sofrerem recombinação. No ciclo seguinte, o material com três retrocruzamentos foi colocado na população, integro-dando-se desta forma, no cultivar IAC-1, maior prolificidade.

O método de seleção espiga-por-fileira modificado (1) em uso pela Seção para o IAC-1 até 1971/72, continuou sendo aplicado após a introdução das linhagens prolíficas. Com pequenas adaptações ele é usado como descrito por Miranda e outros (2).

No quadro 1 encontram-se o número de progênies, o número de plantas por progênie, os coeficientes originados pela intensidade de seleção (k_1 e k_2) para os diferentes ciclos, e os anos agrícolas em que foram efetuados.

Os parâmetros genéticos foram obtidos da mesma forma descrita por Miranda e outros (2).

As análises de variância foram feitas segundo blocos ao acaso, apesar do delineamento ser em reticulado.

3 — RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quadros 2 a 7 apresentam os resultados obtidos com a seleção no

QUADRO 1. — Número total de progênes, número de progênes selecionadas, número total (médio) de plantas por progênie, número de plantas selecionadas por progênie em milho IAC-1

Ciclo	Ano agrícola	N.º de progênes		k_1	N.º de plantas por progênes		k_2
		Total	Selecionadas		Total	Selecionadas	
Referência	72/73	169	36	1,36	41,15	4,69	1,61
I	73/74	169	39	1,34	41,76	4,33	1,72
II	74/75	169	44	1,25	46,71	3,84	1,77

k_1 = Coeficiente da seleção entre progênes

k_2 = Coeficiente da seleção dentro de progênes

cultivar IAC-1 após a introdução das linhagens prolíficas.

O quadro 2 mostra as médias do cultivar nos diferentes ciclos, dadas em kg por 10 m². A variação não foi grande e, além disso, devida em grande parte ao ambiente. O uso de um controle comum em todos os ensaios, o híbrido duplo IAC Hmd 6999 B, comercializado pela Secretaria da Agricultura, torna possível evidenciar algum progresso na seleção. Expressando-se as médias da população como porcentagem em relação ao controle é possível notar o melhoramento ocorrido na produtividade pois até então o cultivar tinha conseguido praticamente se igualar ao controle, passando agora a superá-lo nos ensaios. O ciclo tomado como referência teve média de 108,15% em relação ao controle, enquanto a média do ciclo mais avançado foi de 115,30%. Os testes de F para tratamentos das análises de variância dos ensaios foram significativos ao nível de 1% de probabilidade, à exceção do ciclo mais avançado. Para maior facilidade a média do

ciclo tomado como referência dada em % em relação ao controle foi considerada como 100, para expressar as médias dos outros ciclos em sua função. Desta forma, foi calculada a regressão destes valores para os ciclos de seleção, obtendo-se a equação $y = 100,5 + 3,31 x$, onde y é a média de cada ciclo em relação ao ciclo de referência e x representa o ciclo de seleção. O coeficiente de regressão obtido é o progresso genético médio por ciclo. Obteve-se assim um aumento de 3,31% por ciclo de seleção aplicada ao cultivar IAC-1, na característica de produção de grãos após a introdução das linhagens prolíficas. O coeficiente de correlação entre produção e ciclos foi igual a 0,97 com um teste de t igual a 4,11, não significativo.

As estimativas de alguns parâmetros genéticos como a variância entre progênes de meios irmãos (σ^2_{mi}), o coeficiente de variação genética, a variância genética aditiva, a herdabilidade ao nível de famílias (h^2_{mi}) a herdabilidade num sentido

QUADRO 2. — Comparação da produtividade dos diferentes ciclos do cultivar de milho IAC-1 com o controle, médias (em %) em relação ao ciclo resultante da introdução de linhagens prolíficas e respectivos testes de F para tratamentos, das análises de variância

Ciclo	Média em kg por 10 m ²		% em relação ao controle	% relativa (ciclo de referência = 100)	Teste F
	População	Controle (6999 B)			
Referência ..	5,5689	5,1494	108,15	100,0	2,45 **
I ...	5,2716	4,6556	113,23	104,7	2,10 **
II ...	5,1689	4,4831	115,30	106,6	1,17

** = Significado ao nível de 1% de probabilidade

mais amplo, são apresentadas no quadro 3. Em todos estes parâmetros, a variação, com o decorrer dos ciclos, foi pequena e apesar de o ciclo

mais avançado apresentar as menores estimativas de todos os parâmetros, pode-se supor que a população continuará a responder à seleção.

QUADRO 3. — Estimativas da variância entre progênies de meios irmãos (σ^2_{m1}) do coeficiente de variação genética (C.V. (gen.) da variância aditiva (σ^2_A) e das herdabilidades, para produção de grãos em milho IAC-1

Ciclo	σ^2_{m1}	C.V. (gen.) %	σ^2_A	Herdabilidade	
				h^2_{m1}	h^2
Referência	0,300525	9,84	0,000710	26,61	18,03
I ...	0,269750	9,85	0,000619	21,52	13,60
II ...	0,050875	4,36	0,000093	4,16	2,11

No quadro 4 encontram-se as estimativas do progresso genético para produção de grãos no cultivar IAC-1, indicando a parte devida à seleção entre famílias, a parte devida à seleção dentro de famílias e o progresso total na unidade e também em porcentagem da média. A proporção do progresso entre e dentro manteve-se

mais ou menos constante nos dois primeiros ciclos após a introdução das linhagens prolíficas e em torno de 50% dentro de famílias, modificando-se no ciclo mais avançado para 56% entre e 44% dentro de famílias. O progresso genético médio por ciclo em porcentagem da média foi de 7,2%.

QUADRO 4. — Estimativas do progresso genético esperado na seleção entre progênies, dentro de progênies e total, para produção de grãos em milho IAC-1

Ciclo	Progresso esperado na seleção (Δg)					
	Entre		Dentro		Total	
	Por planta	Total %	Por planta	Total %	Por planta	% da média
Referência ..	0,006970	50,50	0,006830	49,50	0,013800	10,20
I	0,006027	50,46	0,005916	49,54	0,011943	9,46
II	0,001161	55,50	0,000931	44,50	0,002092	1,89

O quadro 5 apresenta as médias do índice-de-espigas dos ciclos em comparação também com o controle. A média do ciclo resultante da introdução das linhagens prolíficas chega a ser pequena e bem inferior à do controle; porém, as médias dos ciclos seguintes já são muito boas e superiores à do controle. É bastante provável que isto tenha sido reflexo da introdução dos fatores de prolificidade das linhagens, manifestando-se pela recombinação. Fazendo a média

do ciclo de referência igual a 100 e expressando a dos outros ciclos em sua função e calculando a regressão para ciclos, obteve-se a equação $y = 102,0 + 8,89 x$, onde y é a média do ciclo e x representa o ciclo de seleção. Neste caso, o coeficiente de correlação foi $r = 0,93$ com teste de t não significativo. Apesar de o progresso de 8,89% por ciclo ser um tanto superestimado, é notório o melhoramento conseguido nesta característica.

QUADRO 5. — Comparação do índice-de-espigas dos diferentes ciclos do cultivar de milho IAC-1 com o controle, médias (em %) em relação ao ciclo resultante da introdução de linhagens prolíficas e respectivos testes de F para tratamentos, das análises de variância

Ciclo	Índice-de-espigas (N.º esp./planta)		% em relação ao controle	% relativa ao ciclo de referência (= 100)	Teste F
	População	Controle (6999 B)			
Referência	1,0014	1,1148	89,83	100,0	1,56**
I	0,9908	0,9595	103,26	115,0	1,57**
II	0,9304	0,8794	105,80	117,8	1,43**

** = Significativo ao nível de 1% de probabilidade

O quadro 6 apresenta as estimativas dos parâmetros genéticos para índice-de-espigas. Para esta característica também a variação dos parâ-

metros com o decorrer dos ciclos foi bastante pequena. O progresso genético médio esperado foi de 1,9% por ciclo.

QUADRO 6. — Estimativas de diferentes parâmetros genéticos para a característica de índice-de-espigas em milho IAC-1

Ciclo	σ^2_{m1} ($\times 10^{-3}$)	C.V. (gen) %	σ^2 A ($\times 10^{-6}$)	Herdabi- lidade h^2_{m1}	Progresso esperado na seleção (Δg)	
					Por planta (entre)	% da média
Referência	2,825	5,31	6,67	12,32	0,0217	2,16
I	2,525	5,07	5,79	12,48	0,0203	2,05
II	1,450	4,09	2,66	9,63	0,0130	1,40

O quadro 7 apresenta as porcentagens de plantas acamadas e quebradas nos diferentes ciclos. Comparando-se com os dados do controle, a porcentagem de plantas acamadas e quebradas manteve-se num nível razoável, apesar de ter havido um

aumento nas diferenças do ciclo de referência ao mais avançado. A seleção nas outras características parece não ter afetado profundamente a porcentagem de acamamento e quebramento.

QUADRO 7. — Porcentagem de plantas acamadas e quebradas da população, em comparação com a do controle em milho IAC-1

Ciclo	% de plantas acama- das e quebradas		Diferenças entre população e con- trole (%)
	População	Controle (6999 B)	
Referência	26,33	24,79	1,54
I	25,68	21,74	3,94
II	19,12	12,10	7,02

Conforme relatado por Miranda e outros (2), a aplicação pura e simples do método de seleção entre

e dentro de famílias de meios irmãos na população original do IAC-1 tornou possível um melhoramento con-

siderável para a característica de produção de grãos. Nesta característica, aliás, é que se baseou praticamente todo o trabalho, usando-se outras características apenas como coadjuvantes.

Entretanto, com o surgimento de três linhagens promissoras sob vários aspectos, principalmente prolificidade e produção de grãos, e estando já a população do IAC-1 melhorada através de oito ciclos de seleção, optou-se pela introgressão de fatores para prolificidade na população original, procedendo-se à incorporação das novas linhagens.

Os resultados aqui apresentados vieram mostrar o acerto da decisão tomada. Assim, para produção de grãos, com a introdução das linhagens prolíficas conseguiu-se uma elevação em relação ao último ciclo de seleção na população original de 7% em relação ao controle (de 101,12% para 108,15%). Para índice-de-espigas, que praticamente não variou nos oito ciclos iniciais de seleção, houve aparentemente um decréscimo inicial (de 93,11% para 89,83%), mas no ciclo seguinte, a superioridade do cultivar em relação ao controle tornou-se patente para esta característica.

A introdução das três linhagens afetou pouco os parâmetros obtidos para produção de grãos e mais marcadamente aqueles para índice-de-espigas.

Houve um maior equilíbrio nas porções do progresso entre e dentro após a introdução das linhagens prolíficas, mas o percentual em relação à média permaneceu nos mesmos níveis.

Considerando-se a população como um todo, desde o seu ciclo original obtido em 1964/65 até o ciclo mais avançado em 1974/75, não levando em conta a alteração do germoplasma inicial, obtém-se a seguinte equação de regressão para produção de grãos: $y = 100,4 + 2,79 x$, onde y é a média de cada ciclo em relação ao ciclo original e x , o ciclo de seleção. Assim, para os 10 ciclos de seleção efetuados obteve-se um progresso acumulado de 28%, o qual pode ser considerado muito bom.

Da mesma forma, para o índice-de-espigas, obtém-se a equação: $y = 96,1 + 1,04 x$, a qual representa um ganho total de 10,4% nos dez ciclos. Pelos resultados relatados por Miranda e outros (2), nos quais esta característica praticamente não variou, verifica-se que o progresso acumulado foi obtido apenas nos ciclos após a introdução dos fatores de prolificidade provenientes das três linhagens.

A superioridade do cultivar IAC-1 nos ciclos avançados, em relação ao híbrido duplo comercial IAC Hmd 6999 B, de cerca de 15%, vem demonstrar que com a introdução de linhagens com muito boas características de prolificidade, foi possível obter-se um aumento bastante considerável para índice-de-espigas como também para a produção de grãos.

4 — CONCLUSÕES

a) Com a introdução de linhagens prolíficas conseguiu-se obter um progresso genético médio de 3,3% por ciclo, comparado com um progresso genético esperado de 7,2% por ciclo, para a produção de grãos.

b) Ainda com a introdução dos fatores de prolificidade, para índice-de-espigas foi observado um progresso genético médio de 8,9% e um progresso esperado de 1,9% por ciclo. Desta forma, o índice-de-espigas aumentou consideravelmente superando inclusive o de um híbrido duplo comercial utilizado como controle.

c) A porcentagem de plantas acamadas e quebradas aumentou

pouco com o decorrer dos ciclos de seleções, embora não influenciando no comportamento do cultivar no campo.

d) Computando-se os ganhos obtidos desde o ciclo original da população inicialmente obtida, houve um progresso acumulado de 28% para produção de grãos e de 10% para índice-de-espigas, sendo este último obtido quase exclusivamente após a introdução das linhagens prolíficas.

GENETIC IMPROVEMENT OF THE MAIZE CULTIVAR IAC-1

SUMMARY

There are presented results of the improvement of the maize (*Zea mays*, L.) cultivar IAC-1, after the introduction of prolificacy in a population formerly improved for eight cycles by the modified ear-to-row procedure. It was obtained an average progress of 3.3% per cycle in grain yield, against an expected genetic progress of 7.2% per cycle.

For the ear index a genetic progress of 8.9% per cycle was observed and an expected genetic progress of 1.9% per cycle was estimated. With the introduction of prolificacy factors, ear index increased considerably outyielding the commercial double hybrid control. Lodging changed very little with the cycles of selection. The IAC-1 cultivar showed an accumulated progress of 28% for grain yield and 10% for ear index. The gain in ear index is mainly due to the prolific inbred lines introduced in the synthetic.

LITERATURA CITADA

1. LONNQUIST, J. H. A modification of the ear-to-row procedure for the improvement of maize populations. *Crop Science* 4:227-228, 1964.
2. MIRANDA, L. T. de; MIRANDA, L. E. C.; POMMER, C. V. & SAWAZAKI, E. 'Oito ciclos de seleção entre e dentro de famílias de melos irmãos no milho IAC-1. *Bragantia* 36:187-196, 1977.
3. PATERNIANI, E. Melhoramento de populações de milho. *Ciência e Cultura* 21(1):3-10, 1969.
4. ————. Melhoramento genético de populações de milho. In W. E. Kerr, org., *Melhoramento e Genética*. São Paulo, Ed. Melhoramentos e Ed. da USP, 1969. p. 39-59.
5. ————. Estudos recentes sobre heterose. São Paulo, Fundação Cargill. 1974. 36p. (Bol. n.º 1)
6. RUSSEL, W. A. Melhoramento de populações de milho como fontes de linhagens. São Paulo, Fundação Cargill, 1975. 53p. (Boletim)
7. VIEGAS, G. P. O milho Asteca. *Agrônomico* 9(7-8):1-6, 1957.