

BRAGANTIA

Boletim Científico do Instituto Agrônômico do Estado de S. Paulo

Vol. 22

Campinas, Abril de 1963

N.º 20

ESTIMATIVA DO PROGRESSO GENÉTICO MÉDIO EM ENSAIOS DE CULTIVARES DE MILHO (1)

W. J. DA SILVA, *engenheiro-agrônomo, Seção de Genética*, L. T. MIRANDA e G. P. VIÉGAS, *Seção de Cereais, Instituto Agrônômico*(2)

RESUMO

Procurou-se, neste trabalho, avaliar o efeito das repetições das localidades e dos anos sobre a variabilidade da produção de cultivares de milho e a contribuição desses componentes no esquema de estudo, a fim de permitirem a obtenção de informações mais precisas nos ensaios comparativos de produção.

Analisaram-se os resultados de ensaios de produção com 5 a 6 repetições, em 4 a 13 diferentes localidades, plantados nos anos de 1945 a 1953. A distribuição das localidades foi feita de modo a abranger áreas representativas dos diferentes tipos de solo e clima do Estado de São Paulo. Calcularam-se as estimativas dos componentes da variância relativas a cultivar (s^2_c), e interações cultivar x localidades (s^2_{cl}), cultivar x ano (s^2_{ca}), cultivar x localidade x ano ($s^2_{cl_1}$) e erro (s^2_e), obedecendo a modelo matemático adequado.

Constatou-se que o efeito de localidade sobre a variabilidade de produção dos cultivares é o mais importante, seguindo-se o de anos e das repetições. Para as condições do Estado de São Paulo, a influência do solo mostrou-se bem mais importante do que as influências das variações climáticas de um para outro ano, com relação à variabilidade de produção de cultivares de milho. Calculou-se o progresso genético médio para diferentes combinações de número de localidades, anos e repetições, a fim de possibilitar a adoção da combinação mais eficiente.

1 — INTRODUÇÃO

Antes de se decidir pelo aumento da quantidade de sementes selecionadas de milho, no Instituto Agrônômico de Campinas, para distribuição em escala comercial, tem-se recorrido a ensaios comparativos de produção. Estes experimentos têm por finalidade verificar o comportamento dos cultivares nas diferentes localidades e anos, de modo a permitir indicação segura dos melhores a serem utilizados em cultivo. O que se pretende é uma informação geral da performance dos cultivares na área onde as suas se-

(1) Um resumo deste trabalho foi apresentado na IX Reunião da Sociedade Brasileira de Genética, realizada de 8 a 14 de julho de 1962, em Curitiba, Paraná. Recebido para publicação em 14 de novembro de 1962.

(2) Os autores agradecem a colaboração do eng.º agr.º C. Fraga Jr. pelas informações referentes à análise efetuada.

mentos serão distribuídas, pela possibilidade que há de não se comportarem bem em diferentes condições de solo e clima.

No presente trabalho calcularam-se as estimativas da variância dos cultivares, das interações de cultivar x localidade, cultivar x ano e cultivar x localidade x ano, a fim de se verificar o grau de importância de cada uma, bem como o seu valor relativo ao erro experimental. Estas relações, em termos de progresso genético médio, permitiram indicar quais os números ideais do ponto de vista genético, de localidades, de anos e de repetições que devem ser adotados em ensaios comparativos de produção.

2 — MATERIAL E MÉTODO

Para o cálculo das estimativas de cultivares e da interação cultivar x localidade, utilizaram-se os dados de sete ensaios comparativos de milho da Seção de Cereais, realizados nos anos de 1945/46 até 1952/53. Todos foram instalados no delineamento de blocos ao acaso, com repetições variando de cinco a seis, em cada localidade. Estas são representadas por estações experimentais do Instituto Agrônomico, que se distribuem pelo Estado de São Paulo, correspondendo a amostras de diferentes tipos de solo e variações climáticas. Avaliaram-se, nos ensaios instalados em sete a treze localidades, as produções dos cultivares 'Cateto', 'Cristal', 'Armour', 'Pinhal', 'Chapadão', 'Golden Dent', 'Cristal São Simão', 'Tuxpan', 'Cateto Fomento', e 'Argentino', alguns híbridos triplos semidentados, H-4176, H-4338, H-4221, H-4621, H-4622, três híbridos simples, H-300, H-1932, H-1952 e, finalmente, dois híbridos duplos, H-3531 e Agroceres. Para facilidade na apresentação dos dados, todos estes híbridos são aqui mencionados como cultivares.

Para o cálculo das estimativas de variâncias da produção e das interações cultivar x ano e cultivar x localidade x ano, utilizaram-se apenas os cultivares plantados durante dois anos consecutivos nos ensaios, as localidades e repetições variando de cinco a sete e de cinco a seis, respectivamente. A unidade dos experimentos foi constituída de canteiros de 50m², cinco linhas de 10 m de comprimento, espaçadas de 1,00 m, com plantas em covas distantes umas das outras de 0,20 m. Em cada cova foram semeadas três sementes, ficando, após o desbaste, apenas uma planta. Os dados analisados correspondem ao peso dos grãos das três linhas centrais, ou de uma área de 30 m².

Como o número de cultivares, localidades e repetições é razoável, seria de se esperar que os resultados dessem boa indicação da importância das interações, as quais, numa posterior generalização dos dados, pudessem apontar, com segurança, em experimentos adequados, o melhor material desses ensaios regionais.

Para o cálculo das estimativas da variância dos cultivares e da interação cultivar x localidade, adotou-se o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijk} = \mu + v_i + l_j + (vl)_{ij} + r_{kj} + e_{ikj}$$

no qual Y corresponde ao valor da produção; μ , à média da produção da população; v , ao efeito do cultivar; l , ao efeito de localidades; r , ao efeito das repetições; e , ao efeito atribuído ao acaso.

Admitiu-se que o efeito do cultivar, da interação cultivar x localidade e o efeito do erro são variáveis aleatórias independentes e que contribuem, de modo positivo, para a produção dos canteiros. Trata-se, portanto, de um modelo matemático do tipo II (1).

A esperança matemática do quadrado médio para o modelo citado acha-se mencionada no quadro 1.

QUADRO 1. — Indicação das fontes de variação e da esperança matemática dos quadrados médios do esquema adotado no ensaio de cultivares.

Fontes de variação	G. L.	Q. M.	Esperança matemática do Q.M.
Cultivar	(I-1)	M_1	$JK \sigma_v^2 + K \sigma_{vl}^2 + \sigma_E^2$
Localidade	(J-1)		$IK \sigma_l^2 + K \sigma_{vl}^2 + I \sigma_r^2 + \sigma_E^2$
Cultivar x localidade.....	(I-1) (J-1)	M_2	$K \sigma_v^2 + \sigma_E^2$
Repetição dentro localidades	(K-1) J		$I \sigma_r^2 + \sigma_E^2$
Cultivar x repetição dentro localidade (erro)	(K-1) (I-1) J	M_3	σ_E^2

As estimativas dos componentes da variância do erro (σ_E^2), da interação cultivar x localidade (σ_{vl}^2) e do cultivar (σ_v^2) são dadas, respectivamente, por s_E^2 , s_{vl}^2 e s_v^2 .

Para o cálculo da estimativa das variâncias dos cultivares, da interação cultivar x ano e cultivar x localidade x ano, usou-se o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkn} = \mu + v_i + l_j + a_n + (vl)_{ij} + (va)_{in} + (al)_{nj} + (vta)_{ijn} + r_{kj} + e_{ikjn}$$

em que a corresponde ao efeito do ano na produção, sendo os outros efeitos os mesmos já mencionados.

A esperança matemática dos quadrados médios acha-se no quadro 2.

QUADRO 2. — Fontes de variação de interesse, graus de liberdade, quadrado médio e esperança matemática dos Q.M. do esquema utilizado

Fontes de variação	G.L.	Q.M.	Esperança matemática do Q.M.
Cultivar	(I-1)	M ₁	$KJN \sigma^2 + KJ \sigma_{va}^2 + IKN \sigma_{vj}^2 + K \delta_{vja}^2 + \delta_E^2$
Cultivar x ano.	(I-1) (N-1)	M ₂	$KJ \sigma_{/n}^2 + K \sigma_{/la}^2 + \sigma_E^2$
Cultivar x localidade	(I-1) (J-1)	M ₃	$KN \sigma_{/j}^2 + K \sigma_{/la}^2 + \sigma_E^2$
Cultivar x localidade x ano.	(I-1) (J-1) (N-1)	M ₄	$K \sigma_{vja}^2 + \sigma_E^2$
Êrro	(I-1) (K-1) JN	M ₅	σ_E^2

A relação das estimativas das interações cultivar x localidade, cultivar x ano e cultivar x localidade x ano, e a estimativa do êrro sem os efeitos sistemáticos, são dadas pelas seguintes fórmulas (2), nas quais gl é o grau de liberdade e, r , o número de repetições:

$$\hat{b}_p = \frac{gl-2}{gl} \left[\frac{s_{vj}^2}{s_E^2} - \frac{2}{r(gl-2)} \right]$$

$$\hat{b}_y = \frac{gl-2}{gl} \left[\frac{s_{va}^2}{s_E^2} - \frac{2}{r(gl-2)} \right]$$

$$\hat{e} = \frac{gl-2}{gl} \left[\frac{s_{/j}^2}{s_E^2} - \frac{2}{r(gl-2)} \right]$$

A relação da estimativa da variância de cultivar e do êrro para o primeiro modelo é dada pela fórmula:

$$\hat{d}_v = \frac{gl-2}{gl} \left(\frac{s_{..}^2}{s_E^2} \right)$$

Para o segundo modelo, empregou-se a mesma fórmula, com a diferença que d_p passou a ser d_y . Estas relações permitiram determinar a estimativa do progresso genético médio, *P.G.M.*, calculado (2) pela fórmula:

$$P.G.M. = \sqrt{\frac{\bar{d} \bar{x}_m}{\frac{1}{rea} + \frac{\bar{b}_x}{l} + \frac{\bar{b}_y}{a} + \frac{\bar{c}}{al} + \bar{d}}}$$

em que \bar{x}_m corresponde ao valor médio do maior desvio de uma amostra de tamanho m que apresenta distribuição normal. Este valor depende do número de cultivares a serem avaliados num ensaio de produção e é igual à metade da amplitude de variação, esperada em uma população de média zero e desvio padrão unitário (3); \bar{b}_p , é a média aritmética dos \hat{b}_p ; \bar{b}_y é a média aritmética dos \hat{b}_y ; \bar{a} , é a média dos \hat{a}_p e \hat{a}_y , ponderada para o número de experimentos; \bar{c} , é a média dos \hat{c} ; finalmente, r , l e a são, respectivamente, o número de repetições, localidades e anos dos ensaios. O *P.G.M.* é dado em unidades positivas padronizadas. O progresso genético médio corresponde, quando a heritabilidade é máxima, ao diferencial de seleção que é dado pela diferença de produção entre a média de um cultivar selecionado e a média da população de cultivares não selecionados. Se em uma população selecionar-se o grupo mais produtivo, numa nova geração, ter-se-ia a média da produção do grupo selecionado superior à da população inicial, não selecionada, na mesma proporção em que era apresentada na geração em que a seleção foi efetuada. Neste caso o cultivar é pouco influenciado pelo ambiente e a variabilidade que se observa é exclusivamente genética. O progresso genético dá, assim, uma idéia da intensidade da seleção obtida para uma determinada característica e a maneira com que o material selecionado se comportará nas gerações seguintes. Para se ter maior *P.G.M.* deve haver variabilidade genética e boa heritabilidade para a característica estudada. A variabilidade genética se manifesta entre e dentro dos cultivares de uma população. Do ponto de vista da adaptação das plantas, esta aumenta à medida que cresce a variabilidade genética. Assim, Federer & Sprague (2) observaram, para a produção de milho, que os componentes da variância das interações cultivar x localidade e cultivar x ano, para híbridos simples, se mostraram maiores do que para os híbridos duplos em um grande número de experimentos, indicando serem os híbridos duplos mais homeostáticos do que os híbridos simples. Como no presente trabalho são incluídos alguns híbridos simples, triplos e duplos, é de se esperar que tenha havido um aumento nas estimativas das interações. O *P.G.M.* diminui à medida que crescem essas interações. Uma das maneiras de melhorar a estimativa do *P.G.M.* consiste em aumentar o número de itens que apresentem a maior interação com os cultivares. Quanto mais

bem estimado o *P.G.M.*, maior será a segurança na discriminação dos melhores cultivares, nas diferentes condições de ambiente.

O efeito de ano, apesar de ter sido calculado para dois anos apenas, pôde fornecer informações úteis. O fato de se adotarem dois anos consecutivos nos ensaios não é muito correto do ponto de vista estatístico, mas o é do ponto de vista prático. Seria quase impossível fazer o sorteio de anos para se casualizar a variável. O que interessa é avaliar, de maneira mais rápida, êstes cultivares para que se possa indicá-los na substituição de outros, no plantio extensivo. Considera-se, então, o efeito dêstes biênios como amostra da variação das condições ambientais de um para outro ano.

3 — RESULTADOS OBTIDOS E CONCLUSÕES

As estimativas s_v^2 e s_{v1}^2 , foram calculadas nos sete experimentos baseadas no esquema do quadro 1. Para isolar estas estimativas fêz-se:

$$s_{v1}^2 = \frac{1}{k} (M_2 - M_3)$$

e

$$s_v^2 = \frac{1}{jk} (M_1 - M_2)$$

Todos os ensaios comparativos de produção, com exceção do correspondente ao ano agrícola 1947/48, apresentaram a interação cultivar x localidade significativa ao nível de 1% de probabilidade (quadro 3).

Isto vem mostrar a importância do efeito das diferentes condições climáticas, tipo e fertilidade dos solos das regiões, na produtividade dos cultivares. Para o ano 1945-46, decompôs-se o efeito de localidade e de cultivar x localidade, nos efeitos simples das localidades sobre cada um dos cultivares testados para verificar o comportamento individual de cada cultivar nas diferentes regiões. Os resultados da análise estão no quadro 4

Observa-se, no quadro 4, que os quadrados médios destas fontes de variações são significativos ao nível de 1% de probabilidade, mostrando, claramente, a influência das localidades na produtividade dos cultivares. Nota-se que o híbrido H-300 parece ser um pouco mais afetado pelas diferentes condições das regiões do que os outros híbridos e cultivares do ensaio. Isto talvez se explique por se tratar de um híbrido simples, o qual, com sua variabilidade genética menor, entre as plantas, tende a apresen-

QUADRO 3. — Resumo da análise da variância dos ensaios de produção em várias localidades, mostrando as estimativas dos componentes de cultivar, da interação cultivar x localidade, do erro e as relações \hat{b}_p e \hat{d}_p

Ano	Experimentos (características)			Erro			Cultivar x localidade			Cultivar			Relações de variâncias para erro	
	n.º	Cultivar n.º	Localidades n.º	G.L.	Q.M.	s _e ²	G.L.	Q.M.	s _{cl} ²	n.º	Q.M.	s _c ²	\hat{b}_p	\hat{d}_p
1945/46	5	8	9	252	3,084	3,084	56	5,985**	0,580	7	57,965	1,155	0,155	0,372
1946/47	5	8	7	196	2,203	2,203	42	5,068**	0,573	7	66,961	1,768	0,255	0,794
1947/48	5	8	9	252	2,426	2,426	56	2,912ns	0,097	7	29,428	0,600	0,038	0,245
1948/49	5	8	12	336	2,188	2,188	77	5,350**	0,632	7	82,020	1,278	0,286	0,581
1949/50	5	8	11	308	2,476	2,476	70	5,079**	0,520	7	33,810	0,522	0,252	0,209
1951/52	6	8	8	280	1,625	1,625	49	3,862**	0,373	7	28,498	0,513	0,227	0,314
1952/53	6	8	13	455	0,951	0,951	84	2,132**	0,197	7	44,900	0,548	0,206	0,574
Média	5,28	8	9,86	297	2,136	2,136	62	4,341	0,424	7	49,083	0,912	0,207	0,441

QUADRO 4. — Parte da análise de variância da produção dos cultivares no ano e 1945-46, mostrando o efeito das localidades sobre cada um dos cultivares.

Fontes de variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F
(cultivares nas localidades)				
Cateto	8	463,19	57,90	18,77**
Armour	8	441,93	55,24	17,91**
Cristal	8	552,70	69,09	22,40**
Pinhal	8	493,77	61,70	20,01**
Cateto Fomento	8	369,66	46,21	14,98**
H 1952	8	488,31	61,04	19,79**
H 1932	8	525,49	65,69	21,30**
H 300	8	736,28	92,00	29,83**
Erro	252	777,28	3,084	

tar maior reação às diferentes condições de ambiente. O cultivar 'Cateto Fomento' foi o que apresentou, nestes ensaios, a performance mais uniforme quanto à produção nas diferentes localidades.

As estimativas da variância s_v^2 , s_{va}^2 e s_{vta}^2 (quadro 5), foram obtidas baseadas no esquema do quadro 2, da seguinte forma:

$$s_v^2 = \frac{1}{k_j n} (M_1 - M_2 - M_3 + M_4)$$

$$s_{va}^2 = \frac{1}{k_j} (M_2 - M_4)$$

$$s_{vta}^2 = \frac{1}{k} (M_4 - M_5)$$

Verificou-se, para os cinco experimentos, que tôdas as interações cultivar x ano não foram significativas pelo teste F, enquanto que algumas das interações, cultivar x localidade x ano, foram significativas ao nível de 1%, pelo mesmo teste de F, nos ensaios dos anos de 1945-46 e 1946-47, 1951-52 e 1952-53, como mostra o quadro 5. Estes resultados revelam que as variações climáticas de um ano para outro têm pequena ação sobre a produção dos cultivares. A significância da interação tripla pode ser atribuída ao fato de determinados cultivares destes ensaios terem encontrado condições propícias de solo e de clima numa determinada localidade e num determinado ano. Comparando os resultados dos quadros 3 e 5, observa-se que a estimativa média da variância da interação, cultivar x localidade, s_{vi}^2 , é de 0,424, bem maior do que a interação cultivar x ano, s_{va}^2 ,

QUADRO 5. — Resumo da parte da análise de variância dos ensaios de produção, durante dois anos consecutivos, mostrando as estimativas dos componentes de cultivar, das interações cultivar x ano e cultivar x localidade x ano, do erro e as relações $\hat{\sigma}_y$, $\hat{\sigma}_{dy}$ e $\hat{\sigma}_j$

Ano	Repetições		Erro			Cultivar x ano			Cultivar x localidade x ano			Cultivar			Relação de variância para erro				
	n.º	G.L.	Q.M.	s _E ²	G.L.	Q.M.	s _{va} ²	n.º	G.L.	Q.M.	s _{lca} ²	n.º	G.L.	Q.M.	s _j ²	$\hat{\sigma}_j$	$\hat{\sigma}_{dy}$	$\hat{\sigma}_y$	
1945/46 e 1946/47	5	160	3,013	3,013	4	11,445ns	0,199	16	6,464**	0,690	4	36,507	0,509	0,064	0,168	0,200			
1946/47 e 1947/48	5	240	2,882	2,882	6	4,933ns	0,099	24	2,461ns	0,084	6	21,407	0,335	0,032	0,115	0,027			
1947/48 e 1948/49	5	384	2,236	2,236	6	6,757ns	0,091	42	3,120ns	0,177	6	53,038	0,570	0,040	0,252	0,075			
1948/49 e 1949/50	5	360	2,386	2,386	5	8,116ns	0,097	40	3,757**	0,275	5	60,708	0,554	0,040	0,228	0,109			
1951/52 e 1952/53	6	280	0,488	0,488	4	0,830ns	0,050	24	2,941**	0,409	4	59,975	0,699	0,103	1,422	0,768			
Média	5,2	285	2,200	2,200	5	6,416	0,087	29,2	3,749	0,293	5	46,327	0,533	0,015	0,437	0,225			

de 0,087. Isto demonstra, num ensaio comparativo de produção, a maior importância do efeito das localidades do que o efeito dos anos sobre os cultivares.

Para se ter uma idéia da variação das estimativas do progresso genético médio (P.G.M.) calcularam-se os valores constantes do quadro 6, para 25 cultivares, combinando diferentemente o número de localidades, repeti-

QUADRO 6. — Estimativa do Progresso Genético Médio para algumas combinações de anos, localidades, repetições para 25 cultivares num ensaio de produção. Valores calculados para $\bar{x}_m = 1,9653$

Número de localidades	Número de anos	Estimativas do P. G. M.			
		Uma repetição	Duas repetições	Três repetições	Quatro repetições
Uma	1	0,628	0,734	0,781	0,809
	2	0,767	0,856	0,893	0,914
	3	0,839	0,913	0,943	0,959
	4	0,882	0,946	0,971	0,985
Duas	1	0,798	0,899	0,943	0,968
	2	0,932	0,981	1,039	1,056
	3	0,994	1,056	1,078	1,090
	4	1,032	1,082	1,099	1,109
3	1	0,894	0,986	1,025	1,045
	2	1,018	1,083	1,107	1,119
	3	1,071	1,120	1,138	1,147
	4	1,101	1,140	1,154	1,161
4	1	0,957	1,041	1,074	1,092
	2	1,069	1,125	1,145	1,156
	3	1,116	1,156	1,170	1,178
	4	1,142	1,174	1,185	1,192
5	1	1,003	1,079	1,107	1,123
	2	1,105	1,153	1,171	1,180
	3	1,146	1,182	1,194	1,200
	4	1,169	1,196	1,206	1,212
6	1	1,037	1,107	1,132	1,147
	2	1,131	1,173	1,188	1,196
	3	1,169	1,199	1,211	1,215
	4	1,187	1,212	1,220	1,225
7	1	1,064	1,126	1,150	1,162
	2	1,150	1,188	1,202	1,209
	3	1,183	1,211	1,220	1,225
	4	1,200	1,221	1,229	1,233
8	1	1,084	1,143	1,163	1,175
	2	1,164	1,200	1,212	1,218
	3	1,195	1,220	1,229	1,233
	4	1,212	1,231	1,238	1,240

ções e anos, baseando-se na generalização dos resultados obtidos nestes ensaios de cultivares. Por outro lado, variando o número de localidades, de anos e de repetições, de modo a se terem diferentes combinações com o mesmo número de canteiros, poder-se-ão observar quais os efeitos mais importantes e qual a melhor combinação do ponto de vista genético. Tomando-se um experimento de 400 canteiros pode-se combinar o número de localidades, repetições e de anos de forma a se ter um produto constante de 16, para um número constante de 25 cultivares. No quadro 7 acham-se mencionadas algumas combinações e os seus respectivos *P.G.M.*

QUADRO 7. — Diferentes valores do Progresso Genético Médio, obtidos a partir de combinações de número de localidades, anos e repetições, calculados para experimentos de 400 canteiros

Combinações	Localidades	Anos	Repetições	P.G.M.	Classificação
	n.º	n.º	n.º		
1	2	2	4	1,056	6.º
2	4	2	2	1,125	3.º
3	2	4	2	1,082	5.º
4	4	4	1	1,142	2.º
5	4	1	4	1,092	4.º
6	1	4	4	0,985	7.º
7	8	2	1	1,164	1.º
8	1	2	8	0,945	8.º

Verifica-se que as melhores estimativas do progresso genético médio foram obtidas quando se aumentou o número dos itens que apresentaram maior interação dos cultivares. Desta maneira, crescendo o número de localidades, tem-se maior avanço no *P.G.M.* do que quando se aumenta o número de anos ou repetições. Comparando, no quadro 7, as combinações de número 5 e 6, observa-se que o experimento em quatro localidades, um ano e quatro repetições, tem maior *P.G.M.* (1,092) do que o mesmo experimento em uma localidade, quatro anos e quatro repetições (0,985), mostrando maior efeito de localidade do que de ano, sobre a produtividade dos cultivares. Do mesmo modo, na combinação n.º 4, o *P.G.M.* de 1,142, do experimento em quatro localidades, quatro anos e uma repetição é mais bem estimado que o *P.G.M.* 1,092, da combinação n.º 5, em quatro localidades, um ano e quatro repetições. Pela comparação destes resultados constata-se que, nos ensaios de cultivares, o número de anos é mais importante que o número de repetições. Por outro lado usando-se quatro localidades, quatro anos e uma repetição, tem-se um *P.G.M.* de 1,142, bem maior que o *P.G.M.*, 0,985, obtido para uma localidade, quatro anos e quatro repetições, mostrando, claramente, que o efeito do número de localidades é mais responsável pela eficiência desses ensaios regionais de produção. Usando-se oito localidades, dois anos e uma repetição para um experimento de 400 canteiros, obtém-se a melhor estimativa do *P.G.M.*, 1,164. Além deste maior avanço genético, a combinação n.º 7, do ponto

de vista prático, é mais aconselhável do que a de n.º 4, porque êste plano, aplicado aos ensaios, apresenta-se sem o problema de armazenamento das sementes, proporcionando ainda um acentuado ganho de tempo, nos experimentos.

Por outro lado, no quadro 6, nota-se, à medida que cresce o número de localidades e de anos, que o efeito das repetições sobre a estimativa do *P.G.M.* tende a ser cada vez menor. É então aconselhável, nestes ensaios de produção, reduzir o número de repetições por localidade, quando os números de localidades e de anos são satisfatórios. Duas repetições parecem ser o ideal, porque, além do ganho genético ser razoável em relação ao ganho de uma repetição apenas, tem-se uma informação local do experimento nas diferentes regiões.

Do mesmo modo, quando se repete o ensaio em um grande número de localidades, o efeito de anos também decresce sensivelmente. Para o melhorista de milho torna-se mais conveniente substituir êste pequeno avanço genético pelas vantagens práticas. Nestas condições, baseando-se nos dados analisados, dois anos parecem constituir a melhor indicação para os ensaios comparativos de cultivares. Semente é viável o aumento do número de anos e repetições quando não se puder realizar os ensaios em diversas localidades.

De uma maneira geral pode-se concluir que a segurança dos resultados nos ensaios comparativos de cultivares é dada principalmente pelo número de localidades, seguido do número de anos e, finalmente, do número de repetições.

ESTIMATES OF THE AVERAGE GENETIC ADVANCE IN CORN YIELD TRIALS SUMMARY

Corn yield trials comprising 5 to 6 replications were planted in the years 1945 to 1953 in 4 to 13 locations in order to evaluate the yield variability of several cultivars, single, double cross and three way hybrids in the years and in the locations. The locations are representative of the areas where corn is grown in the State of S. Paulo.

Estimates of the variance components were calculated for the cultivars (s_v^2) and for the cultivar x locations ($s_{v,l}^2$), cultivar x year ($s_{v,y}^2$), cultivar x locations x year ($s_{v,l,y}^2$) and error (s_e^2) variances.

The cultivar x locations is of higher magnitude than cultivar x year interaction, which indicates that the environmental conditions at the locations considered had a larger effect on the yield variability.

Based on the data obtained the average genetic advance was calculated for several combinations varying the number of locations, years and replications, in order to find out the most efficient ones to be adopted for the conditions prevailing in the State of S. Paulo.

LITERATURA CITADA

1. GOMES, F. P. Probabilidade, conceitos modernos. Distribuições contínuas e descontínuas. Esperança matemática. Piracicaba, Instituto de Genética, 1961, 30 p. (mimeografado).
2. SPRAGUE, G. F. & FEDERER, W. T. A comparison of variance components in corn yield trials. Error, year x variety, location x variety, and variety components. *Agron. J.* 43:535-541. 1951.
3. TIPPETT, L. C. H. On the extreme individuals and the range of samples taken from a normal distribution. *Biometrika* 17:364-387. 1925.