

(cont.)

MRH	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>
6	0,43	6,90	72,40	21,50	60,10	0,70	84,20	83,40	89,62
7	0,38	0,80	66,30	25,60	53,70	0,30	72,60	70,80	74,57
8	0,33	0,90	73,80	18,90	66,00	1,30	78,40	79,80	95,01
9	0,60	13,30	34,20	62,80	73,30	1,20	77,40	74,80	91,41
10	0,62	20,00	26,70	66,00	61,40	1,60	68,40	65,00	85,17
11	0,42	2,00	54,00	39,10	60,00	0,90	41,40	36,30	79,30
12	0,71	37,20	9,70	81,40	57,40	4,10	64,20	57,60	62,91
13	0,43	3,60	43,30	38,50	52,40	0,70	63,00	59,30	52,12
14	0,68	27,70	67,50	28,60	85,00	5,60	46,20	47,70	77,08
15	0,68	33,60	32,20	60,90	62,10	2,10	50,60	48,80	79,96
16	0,75	50,20	23,80	73,60	78,10	6,90	47,40	51,00	68,79
17	0,74	35,10	10,80	87,30	63,30	5,50	72,90	66,60	81,29
18	0,46	3,10	58,10	22,90	58,90	0,70	73,70	71,80	93,77
19	0,69	28,50	20,60	75,80	65,90	2,20	39,60	40,10	88,75
20	0,75	39,60	21,10	71,10	53,90	4,20	51,10	51,10	78,09
21	0,72	31,80	17,80	72,60	71,90	6,00	8,40	4,60	58,13
22	0,74	50,20	8,30	91,10	68,60	13,60	44,70	52,30	75,77
23	0,77	46,40	8,30	89,80	69,40	2,80	26,30	34,40	83,89
24	0,77	66,20	9,30	89,40	56,30	17,10	32,90	34,10	68,27

APÊNDICE 2 — Dados brutos.

MRH	x <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	X <sub>15</sub>	X <sub>16</sub>	X <sub>17</sub>	Y
1	27,50	29,5	43,0	21,2	2,89	26,41	17,10	15,22	27,31
2	15,90	35,5	48,6	30,6	8,09	16,99	11,98	12,81	31,75
3	49,20	28,3	22,5	10,1	2,76	27,93	12,70	23,80	37,17
4	43,20	7,8	69,0	7,1	4,97	23,94	11,10	23,63	37,20
5	27,90	12,8	59,3	10,9	3,35	19,08	10,99	23,24	39,51
6	19,10	10,2	70,7	6,3	2,16	26,33	3,87	30,13	42,79
7	10,70	4,0	85,3	12,7	5,34	19,82	17,83	14,22	43,34
8	5,80	7,6	86,6	9,2	3,72	21,62	6,30	19,17	44,63
9	59,70	8,5	31,8	8,7	2,45	34,66	8,85	34,00	45,55
10	42,60	14,2	43,2	9,8	2,10	22,04	13,55	32,70	46,78
11	27,90	6,4	65,7	13,8	4,22	21,52	43,83	13,32	47,72
12	79,30	5,4	15,3	13,1	2,25	32,72	11,47	24,60	52,29
13	15,50	4,6	79,9	13,4	3,78	17,16	20,57	15,60	56,12
14	52,40	24,4	23,2	12,5	3,37	19,56	18,46	21,81	57,51
15	40,60	23,4	13,2	7,6	3,87	24,75	25,35	23,31	59,50
16	72,10	18,2	9,7	14,1	3,10	31,52	18,96	20,96	61,16
17	61,90	22,3	15,8	14,1	1,93	39,44	14,10	32,96	71,50
18	27,70	10,2	62,1	11,4	3,86	27,34	14,99	21,33	72,96
19	65,60	16,9	17,5	9,2	2,75	25,88	25,41	19,99	76,61
20	62,60	23,7	13,7	10,0	2,51	20,87	16,32	27,46	77,64
21	74,30	13,2	12,5	15,5	7,44	17,96	50,63	13,37	82,83
22	63,40	31,0	5,6	16,5	3,77	27,92	26,77	25,03	106,92
23	68,40	17,6	14,0	9,3	6,63	28,72	32,30	22,70	111,68
24	57,00	39,3	3,7	13,3	3,21	31,76	25,71	22,77	115,30

**CORRELAÇÕES E ANÁLISES DO COEFICIENTE-VETOR (PATH-COEFFICIENT) EM LINHAGENS ENDOGÂMICAS DE MILHO (*Zea mays* L.).**

Recebido para publicação em 3/9/1979

**RONALDO T. VIANNA, ELTO E. GOMES E GAMA, VALDEMAR NASPOLINI FILHO e JOSÉ ROBERTO MÔRO**, Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG.

ABSTRACT. *Correlations and path-coefficient analysis in inbred lines of maize (Zea mays L.).* The objective of this study was to determine the inter-relationships among seven characters in maize progenies obtained from crosses between "dent" and "flint" inbred lines and "Flint B" and "Dent B", composites, respectively. High significant cor-

relations were obtained for grain weight with plant height, ear height and prolificacy, indicating the importance of these characters for increasing yield under the Brazilian conditions. Prolificacy and weight of 50 Kernels were negative and significantly correlated. The high positive and significant correlation between number of days to flower and grain moisture showed that earliness may directly be related with physiological maturity in these materials. There were slight differences of path-coefficient values for the progenies from contrasting crosses between lines and composites, possibly due to sampling error or the genetic variation among these progenies. The high path-coefficient values found for some characters, such as prolificacy and weight of 50 Kernels, showed a direct and significant influence of these characters on grain weight.

RESUMO. Objetivou-se determinar as inter-relações entre sete caracteres em progênies de milho, obtidas de cruzamentos entre linhagens "dent" e "flint" com os compostos "Flint B" e "Dent B", respectivamente. Encontraram-se correlações significativas para peso de grãos com alturas de planta e espiga e com prolificidade, indicando a importância destas características no aumento da produtividade do milho, em condições brasileiras. Prolificidade e peso de 50 grãos correlacionaram-se negativa e significativamente. Observou-se uma correlação significativa e positiva entre número de dias até o florescimento e porcentagem de umidade nos grãos, mostrando que precocidade está diretamente ligada com maturação fisiológica, nestes materiais. Encontraram-se pequenas diferenças de valores de coeficiente-vetor (*path-coefficient*) para as progênies dos cruzamentos contrastantes entre linhagens e compostos, possivelmente devido a erros de amostragem ou à variabilidade genética entre estas progênies. Os valores elevados e positivos de coeficiente-vetor encontrados para alguns caracteres, como prolificidade e peso de 50 grãos, mostraram uma influência direta e significativa destes caracteres no peso de grãos.

## INTRODUÇÃO

As linhagens endogâmicas, obtidas de uma única população, são diferentes entre si sob vários aspectos, existindo também uma variação entre elas quanto ao grau em que são expressos os efeitos da endogamia nos diferentes caracteres.

Shull (10, 11) e Jones (4, 5) estabeleceram as bases para a produção de híbridos, utilizando-se linhagens endogâmicas.

Na discriminação de linhagens com potencial para a formação de híbridos eram aplicados inúmeros e dispendiosos testes. Então, Davis (1) sugeriu o teste de *top-cross* na avaliação preliminar da capacidade combinatória de linhagens. Jenkins e Brunson (3) comprovaram o valor deste método através de sucessivos ensaios. Sprague e Tatum (12) dividiram a capacidade combinatória, baseando-se na ação gênica, em capacidade geral e específica de combinação.

No processo de obtenção de linhagens endogâmicas de milho, para a síntese de híbridos, é comum a utilização de diferentes intensidades de seleção para os vários caracteres da planta e produção. O conhecimento da inter-relação entre esses caracteres seria de muito valor na identificação daqueles que poderiam ser melhorados, simultaneamente, durante a avaliação e seleção de linhagens, através do teste de *top-cross*.

Wright (14) publicou pela primeira vez a técnica do coeficiente-vetor, relacionando-o matematicamente aos coeficientes de correlação simples. Li (7, 8) apresentou sumários básicos de caracterização e aplicação do método.

Trabalhando com trigo, Dewey e Lu (2) publicaram um trabalho sobre correlações e coeficiente-vetor, exemplificando o uso deste último método e evidenciando sua utilidade e eficiência na análise dos coeficientes de correlação, quando se estuda o inter-relacionamento de caracteres agrônômicos desejáveis.

O presente trabalho teve como objetivo a obtenção de informações a respeito do tipo de inter-relação de algumas características de milho. Tais informações auxiliarão na seleção de linhagens, procurando contornar o problema da seleção simultânea de caracteres importantes, que apresentam fortes correlações negativas entre si.

## MATERIAL E MÉTODOS

Estudaram-se, neste trabalho, progênies de *top-crosses* entre linhagens "flint" e o "Composto Dent B" (experimento n.º 1) e entre linhagens "dent" e o "Composto Flint B" (experimento n.º 2). As linhagens utilizadas, obtidas na U. F. V., são de diferentes origens quanto a locais e populações de milho, e estão em gerações avançadas de autofecundação, apresentando grande variabilidade genética entre si e fortes efeitos de endogamia.

Utilizaram-se 10 a 20 plantas do composto testador no cruzamento com cada linhagem, para obtenção das progênies ou famílias de meio-irmãos.

No experimento n.º 1, utilizaram-se progênies do *top-cross* de 42 linhagens (flint) com o testador (dent), mais 17 provenientes de recíprocos totalizando 59 progênies. Adicionaram-se 5 progênies do próprio testador, como testemunhas.

No experimento n.º 2, utilizaram-se progênies do *top-cross* de 42 linhagens (dent) com o testador (flint), mais 12 recíprocos totalizando 52 progênies. Adicionaram-se 12 progênies do respectivo testador como testemunhas.

As progênies foram plantadas em delineamento de *lattice* simples  $8 \times 8$ , com duas repetições, em Viçosa-MG, no ano de 1975.

Fez-se o plantio em parcelas de dez metros de comprimento com espaçamento de 1 metro entre fileiras e 30 cm entre covas. Semeou-se duas sementes por cova e efetuou-se o desbaste (40-45 dias após emergência), deixando-se uma planta por cova. A área útil de cada parcela foi de  $10 \text{ m}^2$ .

Os caracteres analisados foram: alturas de planta e espiga, número de espiga (prolificidade), peso de 50 grãos, peso de grãos e número de dias até o florescimento e porcentagem de umidade dos grãos na colheita.

O peso de grão foi corrigido para umidade-padrão (15,5%) e *stand*.

Para o cálculo das correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente entre estes sete caracteres, utilizaram-se indicações de Kempthorne (6), Mode e Robinson (9) e Suwantaradon (13).

Na análise do coeficiente-vetor, empregou-se a metodologia proposta por Wright (14), Li (7, 8) e Dewey e Lu (2).

O coeficiente-vetor é um coeficiente de regressão parcial padronizado, medindo a influência direta de uma variável sobre outra e permitindo a divisão do coeficiente de correlação simples em componentes de efeitos diretos e indiretos.

A forma de utilização deste método, com seis variáveis, é apresentado como segue (Fig. 1).

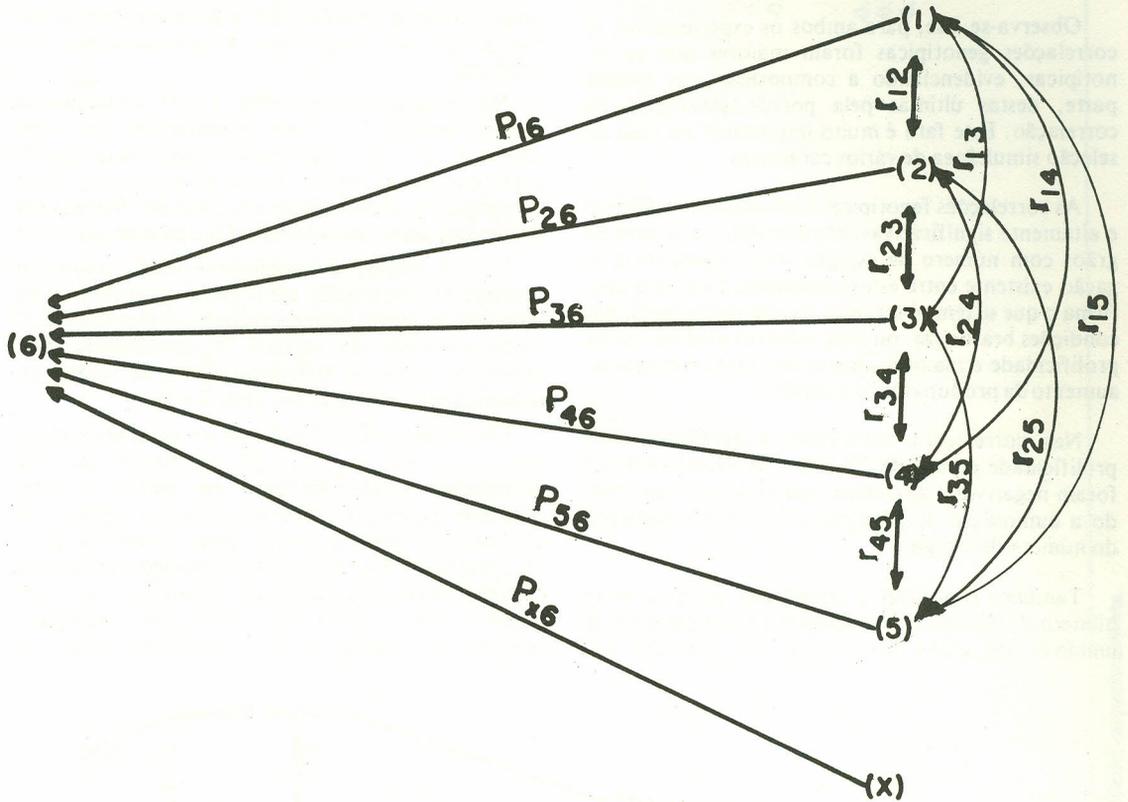


Fig. 1. Representação esquemática do sistema do coeficiente-vetor. 1. Altura de planta, 2. Altura de espiga, 3. Número de espigas (prolificidade), 4. Peso de 50 grãos, 5. Número de dias até o florescimento, 6. Peso de grãos, X) Variável residual (independente), inclui todos os fatores residuais como: erros de amostragem, correlações imperfeitas etc.

$r_{ij}$  — representa as associações mútuas entre os caracteres.

$P_{ij}$  — representa o efeito direto de cada um dos cinco caracteres e da variável residual sobre o caráter central (6).

Neste trabalho, obtiveram-se os valores dos coeficientes-vetores pela solução simultânea, em forma matricial, das seguintes equações que relacionam matematicamente coeficiente de correlação e vetores:

$$1. r_{16} = P_{16} + r_{12}P_{26} + r_{13}P_{36} + r_{14}P_{46} + r_{15}P_{56}$$

$$2. r_{26} = P_{26} + r_{12}P_{16} + r_{23}P_{36} + r_{24}P_{46} + r_{25}P_{56}$$

$$3. r_{36} = P_{36} + r_{13}P_{16} + r_{23}P_{26} + r_{34}P_{46} + r_{35}P_{56}$$

$$4. r_{46} = P_{46} + r_{14}P_{16} + r_{24}P_{26} + r_{24}P_{26} + r_{34}P_{36} + r_{45}P_{56}$$

$$5. r_{56} = P_{56} + r_{15}P_{16} + r_{25}P_{26} + r_{35}P_{36} + r_{45}P_{46}$$

$$6. 1 = P^2_{X6} + P^2_{16} + P^2_{26} + P^2_{36} + P^2_{46} + P^2_{56} +$$

$$+ 2P_{16}r_{12}P_{26} + 2P_{16}r_{13}P_{36} + 2P_{16}r_{14}P_{46} + 2P_{16}r_{15}P_{56} + 2P_{26}r_{23}P_{36} + 2P_{26}r_{24}P_{46} + 2P_{26}r_{25}P_{56} + 2P_{36}r_{34}P_{46} + 2P_{36}r_{35}P_{56} + 2P_{46}r_{45}P_{56}$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudaram-se, no presente trabalho, progênies resultantes de cruzamentos entre compostos e linhagens endogâmicas de milho de diferentes origens populacionais e, portanto, esperava-se obter altas correlações entre seus caracteres agrônômicos, concordando com Dewey e Lu (2). Os resultados expostos na Tabela I, relativos às correlações fenotípicas, genotípicas e de ambiente, para os experimentos n.º 1 e n.º 2, confirmam tal expectativa (Tabela I).

Observa-se que, para ambos os experimentos, as correlações genotípicas foram maiores que as fenotípicas, evidenciando a composição, em grande parte, destas últimas pela porção genotípica da correlação. Este fato é muito importante no caso da seleção simultânea de vários caracteres.

As correlações fenotípicas e genotípicas, positivas e altamente significativas, encontradas para peso de grãos com número de espigas, evidenciam forte ligação existente entre estes caracteres. Este fato confirma o que se tem observado, de um modo geral, nas condições brasileiras, ou seja, a decisiva influência da prolificidade e maiores alturas de planta e espiga no aumento da produtividade do milho.

Nas correlações fenotípicas e genéticas entre prolificidade e peso de 50 grãos, os valores obtidos foram negativos e altamente significativos, mostrando a diminuição do peso específico com o aumento do número de espigas.

Também é notável a correlação positiva entre número de dias até o florescimento e porcentagem de umidade dos grãos na colheita. Tal fato alia pre-

ocidade no florescimento à seleção de germoplasmas de milho que atinjam mais rapidamente a maturação fisiológica, facilitando programas de rotações de culturas.

Verificaram-se algumas altas correlações de ambiente entre alguns caracteres. Suwantaradon (13) cita que isto pode ocorrer, na mesma planta, devido a fatores acidentais, ou o microambiente, ao qual a planta está sujeita, poderia alterar partes e funções desta, de modo negativo ou positivo, favorecendo ou não seus caracteres. No caso de produção e prolificidade, acredita-se que, aumentando-se esta última, aumentar-se-á também a primeira, porém ambas podem ser favorecidas simultaneamente pelo ambiente.

Nos diagramas *a* e *b* (Fig. 2 e 3), observam-se, respectivamente, os coeficientes-vetores dos experimentos 1 e 2. Os caracteres estudados na análise do coeficiente-vetor foram: altura de planta (1), altura de espiga (2), prolificidade (3), peso de 50 grãos (4), n.º de dias até o florescimento (5) e peso de grãos (6).

Para a análise do coeficiente-vetor, usaram-se somente as correlações genotípicas de ambos os experimentos, sendo peso de grãos o caráter central. O coeficiente-vetor da variável *X*, considerada independente, reflete a influência direta de fatores residuais sobre peso de grãos. (Fig. 2 e 3).

Observando-se os diagramas *a* e *b* e analisando-se somente os efeitos diretos (P), verifica-se um comportamento geral semelhante em ambos os experimentos, exceto para alturas de planta e espiga, cuja diferença de comportamento entre os experimentos foi apreciável. Este fato pode ser devido a problemas de amostragem, afetando as estimativas dos componentes de variância e covariância e, conseqüentemente, as correlações e o coeficiente-vetor, ou

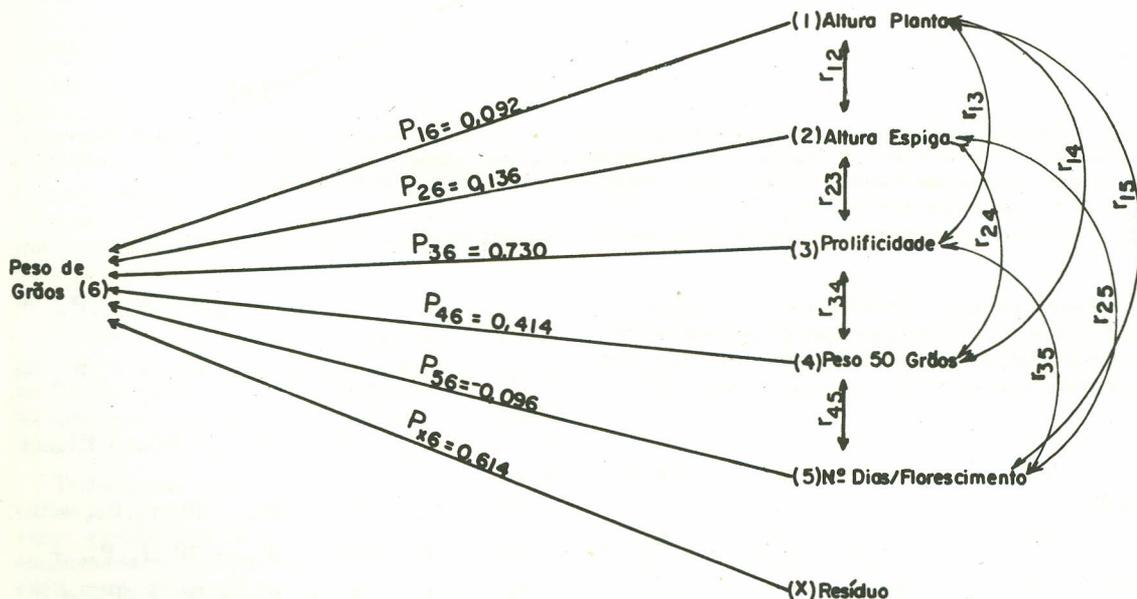


Fig. 2. Diagrama (a) esquemático do coeficiente-vetor para o experimento 1.

TABELA I — Coeficiente de correlação fenotípica (F), genotípica (G) e de ambiente (A), entre os sete caracteres estudados, do experimento 1: linhagens "flint" × "Composto Dent B" e 2: linhagens "dent" × Composto Flint B".

Experimentos		Altura espiga		Prolificidade		Peso 50 grãos		Peso de grãos		N.º dias florescimento		% Umidade dos grãos	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Altura de planta	F	0,85**	0,81**	0,31*	0,38**	-0,16	-0,01	0,32*	0,42**	0,12	-0,01	0,22	0,14
	G	0,89**	0,88**	0,35*	0,40**	-0,21	0,01	0,36**	0,50**	0,19	-0,04	0,25	0,23
	A	0,61**	0,59**	0,06	0,37**	0,22	-0,03	0,16	0,17	-0,32*	-0,25	0,02	-0,15
Altura de espiga	F			0,28*	0,46**	-0,22	0,14	0,25	0,47**	0,30*	0,02	0,30*	0,18
	G			0,33*	0,59**	-0,23	0,20	0,33*	0,59**	0,34*	0,10	0,34*	0,24
	A			-0,01	0,19	-0,13	-0,04	-0,06	0,10	-0,03	-0,20	-0,08	-0,02
Prolificidade	F					-0,34*	-0,13	0,67**	0,48**	-0,27	-0,07	-0,17	0,06
	G					-0,37**	-0,11	0,68**	0,60**	-0,30*	0,08	-0,17	0,28*
	A					-0,15	-0,20	0,64**	0,24	-0,13	-0,35**	-0,13	-0,44**
Peso de 50 grãos	F							0,10	0,24	0,12	0,07	0,18	0,23
	G							0,07	0,27	0,17	0,15	0,18	0,30*
	A							0,22	0,14	-0,22	-0,13	0,21	0,01
Peso de grãos	F									-0,20	-0,08	0,14	0,03
	G									-0,18	-0,04	0,13	-0,05
	A									-0,31*	-0,19	0,19	0,24
N.º dias floresc.	F											0,51**	0,51**
	G											0,59**	0,59**
	A											-0,10	0,28*

\*, \*\* — Significativos aos níveis de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

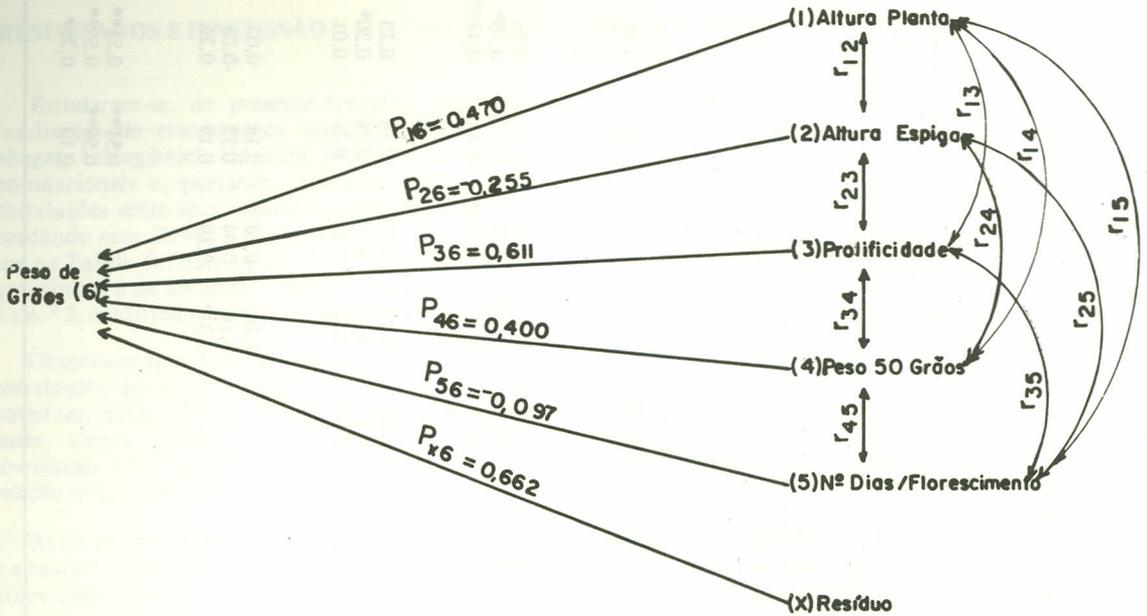


Fig. 3. Diagrama (b) esquemático do coeficiente-vetor para o experimento 2.

devido à própria natureza genética das progênies testadas nos dois experimentos.

Nas Tabelas II a VI são apresentadas as análises completas do coeficiente-vetor, com o desdobramento dos coeficientes de correlação genotípica, de cada um dos cinco caracteres com peso de grãos, em seus componentes: efeitos diretos e indiretos, para ambos os experimentos (Tabelas II a VI).

TABELA II — Desdobramento de  $r_{16}$  para os experimentos 1 e 2.

	Exp. 1	Exp. 2
Altura de planta × peso de Grãos ( $r_{16}$ )	0,363	0,495
Efeito direto ( $P_{16}$ )	0,092	0,470
Efeito indireto via altura de espiga ( $r_{12}P_{26}$ )	0,121	-0,224
Efeito indireto via prolificidade ( $r_{13}P_{36}$ )	0,258	0,244
Efeito indireto via peso de 50 grãos ( $r_{14}P_{46}$ )	-0,089	0,001
Efeito indireto via n.º de dias até floresc. ( $r_{15}P_{56}$ )	-0,019	0,004

TABELA III — Desdobramento de  $r_{26}$  para os experimentos 1 e 2.

	Exp. 1	Exp. 2
Altura de espiga × peso de grãos ( $r_{26}$ )	0,332	0,587
Efeito direto ( $P_{26}$ )	0,136	-0,255
Efeito indireto via altura de planta ( $r_{12}P_{16}$ )	0,082	0,412
Efeito indireto via prolificidade ( $r_{23}P_{36}$ )	0,242	0,359
Efeito indireto via peso de 50 grãos ( $r_{24}P_{46}$ )	-0,096	0,080
Efeito indireto via n.º de dias até floresc. ( $r_{25}P_{56}$ )	-0,033	-0,009

TABELA IV — Desdobramento de  $r_{36}$  para os experimentos 1 e 2.

	Exp. 1	Exp. 2
Prolificidade × peso de grãos ( $r_{36}$ )	0,681	0,599
Efeito direto ( $P_{36}$ )	0,730	0,611
Efeito indireto via altura de planta ( $r_{13}P_{16}$ )	0,033	0,187
Efeito indireto via altura de espiga ( $r_{23}P_{26}$ )	0,045	-0,150
Efeito indireto via peso de 50 grãos ( $r_{34}P_{46}$ )	-0,155	-0,042
Efeito indireto via n.º de dias até floresc. ( $r_{35}P_{56}$ )	0,028	-0,007

TABELA V — Desdobramento de  $r_{46}$  para os experimentos 1 e 2.

	Exp. 1	Exp. 2
Peso de 50 grãos × peso de grãos ( $r_{46}$ )	0,074	0,272
Efeito direto ( $P_{46}$ )	0,414	0,400
Efeito indireto via altura de planta ( $r_{14}P_{16}$ )	-0,021	0,001
Efeito indireto via altura de espiga ( $r_{24}P_{26}$ )	-0,032	-0,050
Efeito indireto via prolificidade ( $r_{34}P_{36}$ )	-0,273	-0,064
Efeito indireto via n.º de dias até floresc. ( $r_{45}P_{56}$ )	-0,016	-0,015

No experimento 1 (diagrama a), os maiores efeitos diretos (P) positivos, sobre peso de grãos, foram os observados para prolificidade e peso de 50 grãos. Os demais efeitos diretos não foram significativos.

No experimento 2 (diagrama b), os maiores efeitos diretos (P), também positivos, foram os observados para prolificidade, altura de planta e peso

TABELA VI — Desdobramento de  $r_{56}$  para os experimentos 1 e 2.

	Exp. 1	Exp. 2
N.º de dias até floresc. $\times$ peso de grãos ( $r_{56}$ )	-0,178	-0,036
Efeito direto ( $P_{56}$ )	-0,096	-0,098
Efeito indireto via altura de planta ( $r_{15}P_{16}$ )	0,018	-0,021
Efeito indireto via altura de espiga ( $r_{25}P_{26}$ )	0,047	-0,024
Efeito indireto via prolificidade ( $r_{35}P_{36}$ )	-0,217	0,046
Efeito indireto via peso de 50 grãos ( $r_{45}P_{46}$ )	0,070	0,061

de 50 grãos, seguidos de um efeito menor e negativo da altura de espiga.

Depreende-se dos resultados (Tabelas II a VI), baseando-se no sistema de análise do coeficiente-vetor (coeficiente de regressão parcial padronizado), que acréscimos nos caracteres com efeitos diretos, positivos e elevados, provocarão acréscimos substanciais no caráter central (peso de grãos), quando se mantêm constantes os demais caracteres. Do mesmo modo, acréscimos nos caracteres com efeitos diretos, negativos e elevados, provocarão o contrário no caráter central. Contudo, o menor efeito indireto, via outros caracteres, pode mascarar esses efeitos.

Portanto, deve-se tomar muito cuidado com o jogo dos efeitos diretos  $\times$  indiretos, na escolha das intensidades e sentido de seleção dos vários caracteres da planta, pois efeitos positivos podem se contrabalançar com negativos, tornando praticamente nula uma correlação entre dois caracteres quaisquer.

Em ambos os experimentos (diagramas *a* e *b*), verifica-se que a variável residual (X) apresentou um valor apreciável, mostrando que alguns caracteres não correlacionaram bem entre si e/ou com peso de grãos, sugerindo também a possibilidade de problemas na amostragem, trazendo imperfeições nas estimativas dos coeficientes de correlação e vetores. Mas, considerou-se que a ação dos fatores aleatórios, mensurada por essa variável (X), não foi suficiente para mascarar a interpretação dos dados (análise do coeficiente-vetor) e as possíveis conclusões deste trabalho.

No experimento 1 (Tabelas II a VI), os maiores efeitos indiretos positivos, sobre peso de grãos, foram devidos à prolificidade, confirmando o valor deste caráter na seleção. Porém, deve-se atentar para o valor negativo e apreciável do efeito indireto deste caráter nas correlações peso de 50 grãos  $\times$  peso de grãos e n.º de dias até o florescimento  $\times$  peso de grãos. Os demais efeitos indiretos, neste experimento, não foram significativos.

No experimento 2 (Tabelas II a VI), os efeitos indiretos (positivos) mais elevados, sobre peso de grãos, foram devidos à altura de planta e prolificidade, acompanhados de um efeito menor e negativo devido à altura de espiga. Os demais efeitos indiretos não foram significativos, não havendo efeito indireto apreciável da prolificidade nas cor-

relações peso de 50 grãos  $\times$  peso de grãos e n.º de dias até o florescimento  $\times$  peso de grãos. Esta diferença, encontrada entre os experimentos 1 e 2, possivelmente, se deve à correlação imperfeita entre alguns caracteres, ou a problemas de amostragem nos germoplasmas utilizados, ou, ainda, se deve à própria natureza genética das progênies testadas, como já foi sugerido.

## CONCLUSÕES

Uma análise global da ação dos caracteres, sobre peso de grãos, permite concluir:

1. A análise do coeficiente-vetor mostrou algumas diferenças, em relação à análise de correlação simples, identificando como principais fatores causais da correlação, em ambos os experimentos, a prolificidade e o peso de 50 grãos, havendo um efeito apreciável da altura de planta na correlação, somente para o experimento 2. Portanto, aquela análise foi eficiente, permitindo uma visualização e interpretação mais adequada do real inter-relacionamento entre os caracteres estudados;

2. No experimento 1, o peso de grãos foi essencialmente devido à prolificidade e, em segundo lugar, ao peso de 50 grãos. Contudo, a análise do coeficiente-vetor confirmou o resultado das correlações simples, no caso de peso de 50 grãos  $\times$  prolificidade, apontando apreciáveis efeitos indiretos negativos entre estes caracteres na determinação do caráter central (peso de grãos);

3. No experimento 2, o peso de grãos foi devido, em maior grau, à prolificidade, seguida da altura de planta e do peso de 50 grãos;

4. Para o experimento 2, a análise do coeficiente-vetor confirmou os resultados das correlações simples, não acusando efeitos indiretos consideráveis na correlação peso de 50 grãos  $\times$  prolificidade, indicando possibilidades de problemas na amostragem, ou um comportamento genético diferente entre as progênies de um e outro experimento;

5. Prolificidade apresentou fortes efeitos positivos (diretos e indiretos) na determinação do peso de grãos, em ambos os experimentos. Isto mostra o grande valor da prolificidade na seleção para genótipos superiores mais produtivos em, praticamente, qualquer germoplasma de milho:

## REFERÊNCIAS

1. Davis, R. L. 1929. Report of the plant breeder. *Ann. Repts. Puerto Rico Agr. Exp. Sta.*: 14-15.
2. Dewey, D. R. e K. H. Lu. 1959. Correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. *Agron. J.*, 51: 515-518.
3. Jenkins, M. T. e Brunson, A. M. 1932. Method of testing inbred lines of maize in crossbred combinations. *Agron. J.*, 24: 523-530.
4. Jones, D. F. 1917. Dominance of linked factors as a means of accounting for heterosis. *Genetic*, 2: 466-479.

5. Jones, D. F. 1918. The effects of inbreeding and cross-breeding upon development. *Connecticut Agr. Expt. Sta. Bult.*, 207: 5-100.
6. Kempthorne, O. 1957. *An introduction to genetic statistics*. Ames, The Iowa State University Press, U. S. A. 545 p.
7. Li, C. C. 1948. *An introduction to population genetics*: 152-176. National Peking University Press. Peiping.
8. Li, C. C. 1956. The concept of path coefficient and its impact on population genetics. *Biometrics*, 12: 190-200.
9. Mode, C. J. e Robinson, H. F., 1959. Pleiotropism and the genetic variances and covariances. *Biometrics*, 15: 518-537.
10. Shull, G. H. 1908. The composition of a field of maize. *Am. Breed. Assoc. Rept.*, 4: 296-301.
11. Shull, G. H. 1909. A pure line method of corn breeding. *Am. Breeding. Assoc. Rept.*, 5: 51-59.
12. Sprague, G. F. e Tatum, L. A. 1942. General vs. specific combining ability in single crosses of corn. *Agron. J.*, 45: 923-932.
13. Suwantaradon, K. 1974. Simultaneous selection for several agronomic characters in the BSSS2 maize population by means of selection indices. Ames, Iowa State University, 59 p. (*Ph. D. Thesis.*)
14. Wright, S. 1921. Correlation and causation. *J. Agr. Res.*, 20: 557-585.

## “COQUETÉIS” PARA ANÁLISE DE SOLUÇÕES AQUOSAS POR CINTILAÇÃO LÍQUIDA, USANDO PRODUTOS NACIONAIS

Recebido para publicação em 4/9/1979

KENNETH E. COLLINS, M. GIULIANA FARRIS, O. AINA E. YOSHIKAWA, PEDRO EURICO N. CRUZ e CAROL H. COLLINS, Instituto de Química, Universidade Estadual de Campinas, C.P. 1170, 13.100 Campinas, S. P.

**ABSTRACT.** *Cocktails for liquid scintillation analysis of aqueous solutions using national products.* Two general purpose liquid scintillation cocktails, made from national solvents and imported fluors, are described. Procedures for purification of materials, the preparation of the cocktails and the preparation of counting samples are discussed. The counting properties of the cocktails are compared to the commercial cocktail Insta-Gel for measurement of aqueous beta radioactivity, with emphasis on measurement of tritium activity.

**RESUMO.** São descritos dois coquetéis para uso em cintilação líquida, feitos com solventes nacionais e cintiladores importados. São discutidos os procedimentos para a purificação dos solventes, a preparação dos coquetéis e das amostras para contagem. As propriedades de contagem dos coquetéis são comparadas com as do coquetel comercial Insta-Gel para medida de radioatividade beta em soluções aquosas, com ênfase na medida da atividade de trítio.

### INTRODUÇÃO

Medidas de radioatividade beta existente em soluções aquosas e não-aquosas são geralmente feitas por cintilação líquida adicionando-se um coquetel. O coquetel básico é composto das seguintes substâncias: um solvente aromático, um soluto aromático primário e um soluto aromático secundário. Entretanto, para soluções aquosas, necessita-se de um tipo de coquetel um pouco mais complexo, pois além do coquetel básico deve-se acrescentar um agente tensoativo, para emulsificar a solução aquosa antes da medida.

Vários tipos de coquetéis empregados na contagem de radioatividade beta em soluções aquosas são produzidos comercialmente no exterior. Porém, no Brasil, estes coquetéis têm alto custo, o que torna limitado o consumo dos mesmos para medidas de rotina.

Em 1976 foram apresentadas algumas propostas com objetivo de reduzir o custo de alguns coquetéis, utilizando-se produtos nacionais (4, 7). Neste artigo

serão apresentadas algumas informações sobre dois coquetéis utilizados em nosso laboratório, baseado no coquetel inicialmente desenvolvido por Matvienko e Talamoni (7).

A Fig. 1 indica a composição de ambos os coquetéis, C-I e C-II. Os componentes dos coquetéis e os resultados dos testes, para avaliar as propriedades relacionadas com as medidas da atividade das soluções aquosas, são descritos a seguir.

### PREPARAÇÃO DOS COQUETÉIS

**Tolueno:** Testou-se seis marcas de tolueno e concluiu-se que, para as nossas finalidades, todos necessitam de purificação. Foram testados dois métodos. O primeiro consiste de extração de impurezas com ácido sulfúrico concentrado, seguido de destilação fracionada. O segundo consiste em adsorver as impurezas em colunas empacotadas com alumina ativada.

Sendo este método mais prático e econômico, foi adotado em nossas purificações. Uma coluna em-