

# ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS EM FAMÍLIAS DE MEIOS-IRMÃOS DO COMPOSTO ARQUITETURA DE MILHO (*Zea mays* L.) EM TRÊS DENSIDADES DE SEMEADURA<sup>1</sup>

Máira Milani<sup>2</sup>  
Juan T. Ayala Osuna<sup>3</sup>  
Bruno G. M. Churata<sup>4</sup>

## 1. INTRODUÇÃO

O milho é de fundamental importância na agricultura brasileira e mundial, constituindo-se numa das espécies mais melhoradas geneticamente, o que resulta em benefícios para produtores de alta e baixa tecnologia.

Segundo FORNASIERI F<sup>o</sup> (7), o número insuficiente de plantas por área pode ser considerado uma das principais causas dos baixos rendimentos das lavouras de milho no Brasil, cuja produtividade média nacional de 1,6 t/ha equivale à colheita de apenas uma espiga com peso médio de 200 g (palha, grãos e sabugo) e 160 g de grãos por m<sup>2</sup>. Partindo-se do pressuposto que as espigas devem apresentar um peso médio de 160 g de grãos, colhendo-se 4 espigas/m<sup>2</sup> a produtividade teórica seria de 6,4 t/ha, a qual tem sido normalmente obtida em ensaios em que o milho é plantado na densidade adequada.

---

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 24.09.1998.

<sup>2</sup> Aluna do curso de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas da FCAVJ/UNESP, 14870-000, Jaboticabal/SP.

<sup>3</sup> Dep. de Biologia Aplicada à Agropecuária, FCAVJ/UNESP, 14870-000, Jaboticabal/SP.

<sup>4</sup> Aluno do curso de Pós-graduação em Genética e Melhoramento da UFV, 36571-000, Viçosa/MG.

Uma das alternativas para aumentar a produtividade do milho é o uso de alta densidade populacional. Porém, apresenta-se como entrave o desenvolvimento de cultivares adaptados às condições de espaçamento reduzido, como plantas baixas e prolíficas, com baixas porcentagens de quebramento e acamamento.

O aumento da densidade de plantio de 50.000 para 100.000 plantas/ha, utilizando o Composto Arquitetura, reduziu a produção de grãos por planta de 83,09 g para 60,59 g. Por outro lado, com o aumento da densidade, observou-se maior peso de grãos por parcela (1).

MÁRIO *et al.* (11) mediram os efeitos do ambiente e da densidade de plantas, quantificaram a contribuição da prolificidade na produção de espigas para 10 híbridos de milho em quatro densidades (45, 55, 72 e 100 mil plantas/ha) e observaram as correlações de +0,88 e +0,95 entre densidade de plantas e produção de grãos da segunda espiga e rendimento total, respectivamente.

Utilizando um cultivar com arquitetura modificada e alta variabilidade genética, objetivou-se, com este trabalho, estimar parâmetros genéticos para posteriormente selecionar famílias de meios-irmãos mais produtivas em alta densidade de semeadura. Para tanto, foram feitas reduções nos espaçamentos entre linhas, obtendo-se as densidades de 55.000, 62.500 e 71.000 plantas/ha. Avaliaram-se altura de planta, acamamento e produtividade, determinando-se as variâncias genéticas e as herdabilidades dos caracteres em estudo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste trabalho utilizaram-se 300 progênies de meios-irmãos do composto de milho, denominado Arquitetura, obtido por ZINSLY e VENCOSKY (14). O Composto Arquitetura caracteriza-se por possuir alta variabilidade genética, porte baixo e pequeno ângulo de inserção entre as folhas e o colmo.

As progênies de meios-irmãos foram avaliadas em três látices triplos 10 x 10, nas densidades de 55.000, 62.500 e 71.000 plantas/ha, respectivamente. Estas respectivas densidades foram obtidas com os espaçamentos entre linhas de 0,90, 0,80 e 0,70 m, e entre plantas de 0,20 m. Cada parcela foi constituída por uma fileira de 5 m com 25 plantas. O ensaio foi conduzido na Fazenda Experimental, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, UNESP, no ano agrícola de 1994/95.

Avaliaram-se a produtividade em kg de espigas/ha, a altura de planta (cm) e a porcentagem de acamamento. O esquema da análise de variância

com as esperanças matemáticas dos quadrados médios encontram-se no Quadro 1.

QUADRO 1- Esperança matemática dos quadrados médios de análise de variância para estimar parâmetros genéticos		
E ( Q. M. )		
Fonte de variação	Q.M.	Totais de parcela
Famílias de meios-irmãos	$Q_2$	$\sigma^2 + r\sigma_{fmi}^2 = n\sigma_d^2 + n^2\sigma_e^2 + n^2r\sigma_p^2$
Resíduo	$Q_1$	$\sigma^2 = n\sigma_d^2 + n^2\sigma_e^2$

n = número de plantas por parcela;  
 r = número de repetições;  
 $Q_2$  = quadrado médio de tratamento não-ajustado;  
 $Q_1$  = quadrado médio do erro experimental;  
 $\sigma_e^2, \sigma_{fmi}^2$  = variância do erro entre parcela e variância genética em progênies de meios-irmãos, em nível de totais; e  
 $\sigma_d^2, \sigma_e^2, \sigma_p^2$  = variância fenotípica dentro de progênies, variância de erro entre parcelas e variância genética entre progênies de meios-irmãos, respectivamente, no nível de plantas.

Estimaram-se os seguintes parâmetros genéticos:

- ◆ Variância genética entre progênies:

$$\hat{\sigma}_{fmi}^2 = \frac{Q_2 - Q_1}{r}$$

- ◆ Variância fenotípica entre progênies: por não ser possível separar a variância fenotípica entre plantas dentro de parcela ( $\sigma_d^2$ ) da variância entre parcela ( $\sigma_e^2$ ), obteve-se  $\sigma_d^2$  pela relação proposta por GARDNER (8):

$$\hat{\sigma}_d^2 = 10\hat{\sigma}_e^2$$

- ◆ Herdabilidade média, herdabilidade em nível do indivíduo e herdabilidade dentro de progênies:

$$h_m^2 = \frac{\hat{\sigma}_{fmi}^2}{\hat{\sigma}_F^2}; h^2 = \frac{4.\hat{\sigma}_p^2}{\hat{\sigma}_F^2}; h_d^2 = \frac{3.\hat{\sigma}_p^2}{\hat{\sigma}_d^2}$$

- ◆ Coeficiente de Variação Genética:

$$CV_g(\%) = 100 \frac{\sqrt{\hat{\sigma}_{fmi}^2}}{m}$$

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se, pelo Quadro 2, que houve diferenças significativas ( $p < 0,001$ ) entre as progênies estudadas nas três densidades, concordando com os resultados obtidos por BLAT *et al.* (2) também com o Composto Arquitetura. ZINSLY e VENCovsky (14) obtiveram variações de 0,5 a 2,0 m na altura de planta, em estudos com o mesmo Composto Arquitetura. Neste ensaio, as variações foram relativamente baixas, com desvio-padrão variando de 9,75 a 16,78 cm.

As médias obtidas para altura de planta nas densidades de 55.000, 62.500 e 71.000 plantas/ha foram respectivamente 210,11, 240,54 e 233,46 cm, contrariando resultados esperados de aumentos crescentes com as densidades maiores. Ainda com relação a esta característica, os valores de variâncias genotípica e fenotípica mostraram tendência ao crescimento, indicando que o material utilizado possui variabilidade para ser explorado em seleções posteriores. Os valores encontrados para herdabilidade apresentam-se superiores a 60% para herdabilidade média, maiores que o encontrado por CHURATA (3), de 41,85%.

Observando-se o Quadro 2, verifica-se que o acamamento tendeu a crescer com o aumento da densidade, assim como nos experimentos de MEDEIROS *et al.* (12) e COSMIN (4). Tal fato foi explicado por MACHADO *et al.* (9) como sendo devido à diminuição do diâmetro do colmo pela competição por luz e espaço no solo. O alto coeficiente de variação encontrado para a densidade de 55.000 plantas/ha deve ser resultado da heterogeneidade que as parcelas apresentaram em campo, pois algumas não tinham nenhuma planta acamada, enquanto outras chegaram a ter 70% de plantas acamadas.

Pelos Quadros 2 e 3 pode-se deduzir que o acamamento é uma característica influenciada pelo ambiente, segundo MAIA (10). As variâncias fenotípicas encontradas foram inferiores ao encontrado por DELGADILLO e CLAURE (6), de 173,72%. De modo geral, as herdabilidades apresentaram valores baixos, indicando ser o acamamento uma característica não favorável à seleção.

Em termos de médias, a produtividade aumentou 15,4% da menor para a maior densidade, concordando com PATERNIANI (13) e CRUZ *et al.* (5). Isto pode ser explicado, porque, segundo ZUCOLO (15) e FORNASIERI F<sup>o</sup> (7), há melhor arranjo de plantas na área, ocasionando melhor aproveitamento da luz solar por milhos braquíticos e com folhas espetadas.

No Quadro 3 observa-se que tanto a variância genotípica quanto a fenotípica para produtividade foram muito altas, crescendo com o aumento

QUADRO 2 - Quadrados médios das análises da variância das variáveis altura de planta (AP), em centímetro, porcentagem de plantas acamadas (PA), transformado em  $\sqrt{x + 0,5}$ , e produtividade de espigas (PE), em kg/ha, em látice triplo 10x10, com as densidades de 55.000, 62.500 e 71.000 plantas/ha

F.V.	G.L.	AP			PA			PE		
		55.000	62.500	71.000	55.000	62.500	71.000	55.000	62.500	71.000
Repetições	2	5891,92	1327,44	6303,90	1,02	23,49	23,17	2,2x10 <sup>6</sup>	2,9x10 <sup>6</sup>	2,0x10 <sup>6</sup>
Bloco/Repetição (Aj.)	27	417,53	382,49	1127,15	2,51	1,97	1,83	1,6x10 <sup>6</sup>	1,2x10 <sup>6</sup>	2,3x10 <sup>6</sup>
Tratamento (Aj.)	99	571,85**	874,29**	1280,28**	1,57 <sup>NS</sup>	2,63**	2,58**	1,6x10 <sup>6</sup> **	3,8x10 <sup>6</sup> **	4,8x10 <sup>6</sup> **
Erro efetivo	171	95,01	282,00	156,06	1,57	1,42	1,76	0,8x10 <sup>6</sup>	1,1x10 <sup>6</sup>	1,3x10 <sup>6</sup>
Eficiência do látice (%)		37,85	1,56	75,63	3,64	1,76	0,03	7,89	0,08	5,45
Média		210,11	240,45	233,46	1,68	2,79	3,98	5001,62	5442,72	5911,38
CV(%)		4,64	6,98	5,35	74,42	42,76	33,32	17,71	19,45	19,30

\*\*significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

NS: não significativo

**QUADRO 3 - Estimativas de parâmetros genéticos das variáveis altura de planta (AP), porcentagem de acamamento (PA) e produtividade (PE) em kg de espigas/ha, nas densidades de 55.000, 62.500, 62.500 e 71.000 plantas/ha**

Parâmetros	AP				PA				PE			
	55.000	62.500	71.000	55.000	62.500	71.000	55.000	62.500	71.000	55.000	62.500	71.000
Variância Genotípica	158,95	197,43	374,74	0,00	0,403	0,273	2,7x10 <sup>5</sup>	9,0x10 <sup>5</sup>	11,7x10 <sup>5</sup>			
Variância Fenotípica	190,62	291,43	426,76	0,523	0,877	0,860	5,3x10 <sup>5</sup>	12,7x10 <sup>5</sup>	16,0x10 <sup>5</sup>			
Herdabilidade Média	83,00	68,00	88,00	0,00	46,00	32,00	51,00	71,00	73,00			
Herdabilidade do Indivíduo	---	---	---	---	---	---	16,00	38,00	41,00			
Herdabilidade d. progênes	---	---	---	---	---	---	14,00	34,00	38,00			
CV genético	6,00	5,84	8,29	0,00	22,75	13,13	10,39	17,43	18,30			
CV <sub>g</sub> %/CV <sub>e</sub> %	1,29	0,84	1,55	---	0,53	0,39	0,59	0,90	0,95			

da densidade. Dados semelhantes foram obtidos por DELGADILLO e CLAURE (6), em que a variância fenotípica para o milho Pairumani foi de  $3,333 \text{ (t/ha)}^2$ . A variância fenotípica apresentou-se maior que a genotípica, indicando que boa parte da variação apresentada pelas progênes foi devida à influência ambiental. Houve crescimento da herdabilidade com o aumento do número de plantas por área. Os resultados mostram-se intermediários quando comparados aos obtidos por CHURATA (3), para o Composto Arquitetura, que foi de 33,74% para herdabilidade do indivíduo e 68,50% para herdabilidade média.

Pode-se concluir que as progênes de meios-irmãos apresentaram alta variabilidade para as características estudadas, viabilizando a sua utilização em programas de melhoramentos posteriores, e o Composto Arquitetura mostrou-se adaptado às condições de semeadura adensada, demonstrado pelo aumento de produtividade com a elevação do número de plantas por área.

#### 4. RESUMO

Avaliaram-se 300 progênes de meios-irmãos do Composto de milho (*Zea mays* L.) Arquitetura, braquítico e sem lígula, em três densidades de semeadura: 55.000, 62.500 e 71.000 plantas/ha. As características analisadas foram produtividade (kg de espigas/ha), altura de planta (cm) e acamamento (%). Todas as características estudadas mostraram-se significativas a 1% de probabilidade pelo teste F, exceto acamamento na menor densidade. Os valores encontrados para herdabilidade para altura de planta apresentaram-se superiores a 60% para herdabilidade média. O acamamento mostrou ser uma característica de alta variação ambiental, pelos altos valores de coeficiente de variação experimental. A produtividade aumentou 15,4% da menor para a maior densidade. A estimativa da herdabilidade do caráter produtividade cresceu com o aumento da densidade de plantas por área.

#### 5. SUMMARY

(ESTIMATES OF GENETIC PARAMETERS OF HALF-SIB FAMILIES OF THE ARQUITETURA COMPOSITE OF MAIZE (*Zea mays* L.) FOR THREE PLANT DENSITIES)

Estimates of genetic variance and coefficient of heritability were determined for yield, plant height and lodging, by using one composite of maize with modified architecture in three sow densities: 55,000, 62,000 and

71,000 plants/hectare. All the characteristics studied were significant at 1% level by the "F" test, except lodging. Yield rose 15.4% from the lowest to the highest density, the same occurring with the heritability values. Lodging showed not to be easy to improve because of the high experimental variation coefficient value observed, as opposed to plant height.

## 6. LITERATURA CITADA

1. BARBOSA, R.I. P. *Efeitos do gene Lg<sub>3</sub> em características agronômicas do milho (Zea mays L.)*. Piracicaba, ESALQ-USP, 1992. 101p. (Dissertação de M.S.).
2. BLAT, S. F., OSUNA, J.A., TORRACA, P.C. & MARTINS, J.V.F. Seleção e avaliação genotípica de famílias de meios-irmãos do milho composto Arquitetura. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 41, Caxambu, 1995. Anais, Caxambu, 1995. p.90.
3. CHURATA, B.G.M. *Estimativas de parâmetros genéticos no composto de milho (Zea mays L.) Arquitetura*. Jaboticabal, FCAV-UNESP, 1994. 109p. (Dissertação de M.S.).
4. COSMIN, O. Relatia genotip densitate si implicaiile li in lucrurile de ameliorare a porumbului. *Probleme di Genetia Teoretica si Aplicata.*, 16:267-296, 1984.
5. CRUZ, J. C., PACHECO, C.A., PEREIRA FILHO, I.A. & OLIVEIRA, A.C.. Efeito da cultivar, espaçamento e densidade de plantio sobre a qualidade do milho pipoca. In: EMBRAPA. *Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa de Milho e Sorgo*. Sete Lagoas, MG, 1994. p.251.
6. DELGADILLO, M., & CLAURE, T. Evaluación de tres ciclos de selección familiar combinada de médios hermanos en la variedad de maiz ancho seleccion Pairumani. In: III REUNION LATINOAMERICANA Y XVI REUNION DE LA ZONA ANDINA DE INVESTIGADORES DE MAIZ, 16, Cochabamba, 1995. *Anais...*, Cochabamba, 1995, p. 793.
7. FORNASIERI FILHO, D. *A cultura do milho*. Jaboticabal, FCAV-UNESP, FUNEP, 1992. 150 p.
8. GARDNER, C. O. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. *Crop Science.*, 1:241-245, 1961.
9. MACHADO, E. C., PEREIRA, A.R., FAHL, J.I., ARRUDA, H.V., SILVA, W.J. & TEIXEIRA, J.P.F.L. Análise quantitativa de crescimento de quatro variedades de milho, em três densidades de plantio, através de funções matemáticas ajustadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 17:825-833, 1982.
10. MAIA, J. D. G. *Seleção recorrente com progênies S<sub>1</sub>'s de uma subpopulação do milho composto "flint" (Zea mays L.)*. Jaboticabal, FCAV-UNESP, 1994. 96p. (Dissertação de Mestrado).
11. MÁRIO, J. L., COSTA, C. & SOMMER, V. Influência da população de plantas e da prolificidade no rendimento de grãos de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20, Goiânia, 1994. Anais, Goiânia, 1994, p.180.
12. MEDEIROS, J. B., CRUZ, J.C. & SILVA, A.F. Espaçamento e densidade, em uma cultivar de milho pipoca. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 12, Goiânia, 1978. Anais, Goiânia, 1978, p.42.
13. PATERNIANI, E. Comportamento de milhos de porte baixo em duas densidades de plantio. *Relatório Científico Inst. Genética da Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz*, 5:133-135, 1971.

14. ZINSLY, J. R. & VENCOVSKY, R. Arquitetura de planta. *Relatório Científico Inst. Genética da Esc. Sup. Agric. Luiz de Queiroz*, 5:230-232, 1971.
15. ZUCOLO, A.L. *Avaliações genotípicas de alguns caracteres agrônomicos de famílias de meios-irmãos do composto Arquitetura de milho (Zea mays L.)*. Jaboticabal, FCAV, UNESP, 1979. 89 p.(Trabalho de Graduação).