

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS NA VARIEDADE DE MILHO BR 5028 – SÃO FRANCISCO NO NORDESTE BRASILEIRO

*Hélio Wilson Lemos de Carvalho¹, Maria de Lourdes da Silva Leal¹, Manoel Xavier dos Santos² e
Paulo César Lemos de Carvalho³*

¹Embrapa/Centro de Pesquisa Agropecuária dos Tabuleiros Costeiros (CPATC), Av. Beira-Mar, 3250, Caixa Postal 44, 49001-970, Aracaju, Sergipe, Brasil, helio@cpac.embrapa.br. ²Embrapa/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Caixa Postal 151, 35701-970, Sete Lagoas, Minas Gerais, Brasil. ³Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia (EAUFBA), 44380-000, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

A variedade de milho BR 5028 – São Francisco submetida a diversos ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos no Nordeste brasileiro, tem demonstrado possuir grande potencial em responder à seleção com vistas ao aumento da produtividade de grãos, com a continuidade do programa de melhoramento. Por essa razão, novos ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos foram praticados na variedade BR 5028, no período de 1996 a 1998, nos municípios de Neópolis, Umbaúba e N. Sra. das Dores, localizados no Estado em Sergipe e Cruz das Almas, no Estado da Bahia, visando à obtenção de material mais produtivo que o atual, e mais adaptável às condições edafoclimáticas da região. As 196 progênies de cada ciclo foram avaliadas em látice simples 14 x 14, com duas repetições, efetuando-se as recombinações dentro do mesmo ano agrícola, de modo a se obter uma geração por ano. As magnitudes dos parâmetros genéticos mostraram que a variedade BR 5028 – São Francisco possui alta variabilidade genética, a qual fornece perspectiva de aumentos subsequentes de produção por seleção, o que, juntamente com o bom rendimento apresentado, e a sua precocidade, faz dessa cultivar alternativa importante para a região. A magnitude da interação progênies x locais evidenciou a importância de se avaliar as progênies em mais de um local, para melhorar a eficiência do processo seletivo e obter estimativas mais consistentes dos componentes de variância.

Palavras-chave: melhoramento intrapopulacional, progênies meios-irmãos, variação genética, interação genótipos x ambientes.

Estimates of genetics parameters of the BR 5028 – São Francisco corn variety for Brazilian Northeast. The BR 5028 – São Francisco corn variety submitted to a series of selection cycles between and inter progenies of half sibs on Brazilian Northeast showing a high responsive potential of selection, which has been set to increase cob yield under development of new cycles of selection. Selection cycles numbers X, XI and XII, between and inter progenies of half sibs, were carried out in 1996-98 at Neópolis, Umbaúba and Nossa Senhora das Dores counties in Sergipe State and Cruz das Almas county in Bahia, in order to obtain a germoplasm more productive and better adapted to the ecological conditions of the region. The 196 progênies from each cycle were evaluated in a simple 14 x 14 lattice design been the recombination of the selected progenies performed within the same year crop in view to obtain one cycle/year. The magnitudes of the genetic parameters have show that the cultivar BR 5028-São Francisco has a high genetic variability, that gives perspective of subsequent gains in the production by selection, that associated it a good yield and to its precocity, makes this cultivar to be an important alternative for the agriculture in the region. The magnitude progeny x location interaction showed the importance for progeny evaluation in more than one location, to increase the efficiency of the process to obtain more accurate estimates of variances.

Key words: intra population breeding, progenies of half-sibs, genetic variation

Introdução

O desenvolvimento e a difusão de variedades de milho de porte baixo de planta e de espiga, de ciclo precoce, bem adaptadas e de maior estabilidade de produção no Nordeste brasileiro, poderá propiciar mudanças substanciais na agricultura regional. De fato, em regiões onde é maciço o uso de variedades de milho, a recomendação de variedades melhoradas em substituição às locais é de fundamental importância para elevar a produtividade desse cereal.

Por essa razão, têm sido realizados no Nordeste brasileiro diversos trabalhos de competição de cultivares de milho, visando a seleção daquelas mais promissoras para a região. Nesse contexto, surgiu a variedade BR 5028 – São Francisco, de ciclo precoce e de porte baixo de planta e de espiga, tolerante ao acamamento e quebramento do colmo, produtiva e com bom empalhamento das espigas (Carvalho et al., 1992), sendo, por isso, escolhida para ser submetida a um programa de melhoramento intrapopulacional, visando a obtenção de um material melhor adaptado às condições da Região Nordeste. Dessa forma, essa variedade passou por sete ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos no período de 1985 a 1995 (Carvalho et al., 1994 e Carvalho et al., 1998a). Em todos esses ciclos de seleção, as altas magnitudes das estimativas dos parâmetros genéticos, associadas às altas médias de produtividade das progênies, mostraram o grande potencial da variedade em responder à seleção, permitindo a obtenção de um material melhor adaptado às condições edafoclimáticas da região, em comparação com as variedades atualmente em uso.

O método de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos apresenta, como grande vantagem, a possibilidade de obtenção da variância genética aditiva, a qual fornece aos melhoristas subsídios importantes que permitem verificar quais as chances de êxito na seleção, e quais as alterações que podem ocorrer na variabilidade genética, no decorrer dos sucessivos ciclos de seleção. Trabalhos realizados no exterior (Webel and Lonquist, 1967; Sentz, 1971; Compton and Bahadur, 1977), e no Brasil (Sawazaki, 1979; Santos e Napolini Filho, 1986; Carvalho et al., 1994 e 1998a), obtiveram ganhos contínuos de seleção para aumento da produção de grãos, com o uso desse método, após sucessivos ciclos de seleção.

Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo estimar parâmetros genéticos em três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos da variedade de milho BR 5028 – São Francisco, a fim de verificar o comportamento da variabilidade genética para a característica peso da espiga e o potencial genético dessa variedade no Nordeste.

Material e Métodos

A variedade de milho de polinização aberta BR 5028 – São Francisco apresenta porte baixo de planta e de espiga, ciclo precoce, tolerância ao acamamento e quebramento do colmo, bom empalhamento e grãos dentados com coloração amarelo-intensa. 196 progênies de meios-irmãos dessa variedade foram obtidas no início do ano agrícola de 1996. Essas progênies deram seqüência ao programa de melhoramento em execução com essa variedade, desenvolvendo-se os ciclos X de seleção, em Nossa Senhora das Dores, Neópolis e Cruz das Almas (1996), o XI em Nossa Senhora das Dores e Umbaúba (1997) e o XII em Neópolis, Nossa Senhora das Dores e Umbaúba (1998). À exceção do município de Cruz das Almas, localizados nos tabuleiros costeiros da Bahia, os demais estão situados nos tabuleiros costeiros do Estado de Sergipe.

Nesses três ciclos de seleção, as 196 progênies de meios-irmãos foram avaliadas em látice simples 14 x 14. Cada parcela constou de uma fileira de 5,0m de comprimento, com espaços de 0,87m entre fileiras, e 0,20m entre covas dentro das fileiras. Foram colocadas 40 sementes por fileira, deixando-se 25 plantas/fileira, após o desbaste. As testemunhas utilizadas BR 106 (variedade) e BR 3123 (híbrido triplo) foram colocadas dentro dos blocos, totalizando sete parcelas com a variedade e sete parcelas com o híbrido, dentro de cada repetição. Após a realização dos ensaios, foi praticada uma intensidade de seleção de 10% entre as progênies. As progênies selecionadas foram recombinadas em lotes isolados por despendoamento, onde foram selecionadas 196 novas progênies, correspondendo a uma intensidade de seleção de 20% dentro das progênies, no mesmo ano agrícola, de modo a obter um ciclo/ano. Todos os ensaios e campos de recombinação receberam uma adubação de acordo com os resultados das análises de solo de cada área experimental.

Em todos os ensaios foram tomados os pesos de espigas, os quais foram ajustados para 15% de umidade. Não foi efetuada a correção para estande em virtude de as parcelas mostrarem número final de plantas bem próximo do ideal. A análise de variância por local foi efetuada de acordo com Cochran e Cox (1957). Em seguida, procedeu-se a análise de variância conjunta, a partir das médias ajustadas de progênies. Os quadrados médios das análises de variância por local e conjunta foram ajustados para indivíduos, obtendo-se todas as variâncias expressas em $(g/planta)^2$, conforme Vencovsky (1978). Embora as análises tenham sido feitas em látice, as estimativas dos componentes de variância foram baseadas nas esperanças dos quadrados médios para blocos casualizados, usando-se os quadrados médios de

tratamento ajustados e o erro efetivo do látice, conforme método descrito por Vianna e Silva (1978). Estima-se o coeficiente de herdabilidade no sentido restrito no nível de média de progênie (h^2_m) pela relação

$$\frac{\sigma_p^2}{\sigma_F^2} \text{ em que } \sigma_p^2 \text{ é a variância genética entre progênies}$$

de meios-irmãos e σ_F^2 é a variância fenotípica entre médias de progênies. O coeficiente de herdabilidade em nível de planta (h^2) foi estimado pela relação

$$\frac{\sigma_A^2}{\sigma_F^2}, \text{ em que } \sigma_A^2 \text{ é a variância aditiva e } \sigma_F^2$$

é a variância fenotípica, conforme apresentado por Santos e Naspolini Filho (1986). O índice de variação (b) é dado pelo quociente CV_g/Cv_e , em que $C.V_g$ é o coeficiente de variação genético e Cv_e é o coeficiente de variação ambiental.

Foram estimados os ganhos de seleção, de acordo com Vancovsky (1978), apresentado por Santos e Naspolini Filho (1986):

$$G_s = K' \frac{\left(\frac{1}{4}\right) \sigma_A^2}{\sigma_F} + k'' \frac{\left(\frac{3}{8}\right) \sigma_A^2}{\sigma_d}, \text{ sendo:}$$

G_s : progresso genético esperado com a seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos;

K_1 : diferencial de seleção standardizado, correspondente a uma intensidade de seleção de 10% ($K_1=1,755$);

K'' : diferencial de seleção standardizado, correspondente a uma intensidade de seleção de 20% ($K''=1,3998$);

σ_F : desvio-padrão fenotípico entre médias de progênies de meios-irmãos;

σ_d : desvio-padrão fenotípico dentro de diferentes progênies de meios-irmãos.

Resultados e Discussão

Nos três ciclos de seleção foram detectadas diferenças significativas ($P<0,01$) entre as progênies, evidenciando a presença de variabilidade genética entre elas (Tabela 1). A interação progênies x locais, (Tabela 1), foi também significativa ($P<0,01$) nesses três ciclos de seleção,

mostrando comportamento diferenciado das progênies nos locais. A importância da interação progênies x locais vem sendo detectada por diversos autores, em várias populações: Pacheco (1987), com o ciclo I da população CMS 39, em dois locais; Carvalho et al., (1994, 1995 e 1998 b), com os ciclos I das variedades BR 5033, BR 5028 e BR 5011, em dois locais; Carvalho et al., (1998 a), com os ciclos VIII e IX da variedade BR 5028 – São Francisco, em dois locais. Os coeficientes de variação experimental oscilaram de 9,3% a 10,2%, revelando a boa precisão dos ensaios (Scapim et al., 1995). Uma maior precisão dos ensaios de avaliação de progênies é desejável, uma vez que, à medida em que ela aumenta, melhor será a resposta e o progresso obtido por seleção.

As produtividades médias de espigas obtidas nas progênies avaliadas foram de 6.833kg/ha, 5.817kg/ha e 6.619kg/ha, nos ciclos X, XI e XII, respectivamente, Tabela 2, revelando a alta capacidade produtiva da variedade BR 5028 – São Francisco. Essas produtividades médias corresponderam a +1%, +6% e +11%, em relação às produtividades obtidas com a variedade testemunha BR 106, nos ciclos X, XI e XII, respectivamente. Em relação à testemunha BR 3123 (híbrido triplo), essas produtividades foram de -15%, -13% e -8%, respectivamente, nos ciclos X, XI e XII. As progênies selecionadas superaram a variedade BR 106 em 20%, 29% e 29%, respectivamente, nos ciclos X, XI e XII. Essas progênies superaram também o híbrido triplo BR 3123 em 1%, 5% e 7%, respectivamente, nos ciclos X, XI e XII. Algumas progênies chegaram a produzir 14% e 12% mais que o híbrido triplo BR 3123, nos ciclos XI e XII, respectivamente, revelando uma melhoria considerável na variedade em estudo.

Tabela 1. Quadrados médios das análises de variância conjunta (g/planta), médias de produção (g/planta), coeficientes de variação (%). Ciclo X, Neópolis, N. Sra. das Dores e Cruz das Almas, 1996. Ciclo XI, N. Sra. das Dores e Umbaúba, 1997. Ciclo XII, Neópolis, N. Sra. das Dores e Umbaúba, 1998.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Ciclo X 1996	Ciclo XI 1997	Ciclo XII 1998
		Neópolis N. Sra. das Dores Cruz das Almas	N. Sra. das Dores Umbaúba	N. Sra. das Dores Neópolis Umbaúba
Local	1 (2) ^a	47.467,82**	42.677,73**	202.085,48**
Tratamentos	195	597,47**	359,86**	1.029,6**
Interação (TxL)	195	436,63**	257,23**	559,7**
Erro efetivo médio	390 (585) ^a	165,27	103,37	151,2
Médias		125,34	108,13	132,7
C.V. (%)		10,2	9,4	9,3

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

^a Refere-se aos graus de liberdade dos ciclos X e XII, realizados em três locais.

As estimativas dos parâmetros genéticos estão na Tabela 3, ressaltando-se que as avaliações das progênes foram realizadas em três locais (ciclos X e XII) e dois locais (ciclo XI), tornando as estimativas obtidas menos influenciadas pelo componente da interação progênes x locais, à semelhança do ocorrido em outros trabalhos de melhoramento (Hallauer and Miranda Filho, 1988; Carvalho et al., 1994, 1995 e 1998 b e Carvalho et al., 1998 a).

As estimativas da variância aditiva nos ciclos X e XI, Tabela 3, foram de 321,7 (g/planta)² e 313,3 (g/planta)², sendo de magnitudes semelhantes àquelas relatadas por Ramalho (1977), Carvalho et al., (1998b) e Pacheco (1987). A estimativa obtida no ciclo XI [102,6 (g/planta)²], foi de magnitude semelhante àquela obtida por Carvalho et al. (2000) e de magnitude superior àquela relatada por Carvalho et al. (2000b), obtidas também na média de dois locais. Verificou-se, também, que a variação detectada na variância genética entre progênes acompanhou a mostrada na variância genética aditiva, registrando-se valores compatíveis com as obtidas por Carvalho et al. (2000a), nos ciclos VIII e X de seleção, realizados em dois locais.

As magnitudes da variância aditiva obtidas evidenciam o potencial dessa variedade na continuidade do programa de melhoramento e, segundo Paterniani (1968), é do máximo interesse que essa variância permaneça tão alta quanto possível, para permitir progressos substanciais

por seleção. O autor comenta, ainda, que o método de seleção entre e dentro de progênes de meios-irmãos reduz muito essa variância no primeiro ciclo de seleção, mas, apesar dessa redução, no decorrer dos ciclos de seleção, têm-se observado ganhos altamente satisfatórios, a exemplo dos obtidos por Sawazaki (1979), Carvalho et al. (1998a, 2000a e 2000b).

As magnitudes da variância da interação progênes x locais (Tabela 3) mostraram comportamento diferenciado das progênes entre os locais. Hallauer and Miranda Filho (1988) comentam que este componente da variância pode atingir mais de 50% do valor da estimativa da variância genética entre progênes e que as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos obtidas em apenas um local são superestimadas, em razão da existência do componente de variação resultante da interação progênes x local, que não pode ser isolado. Diversos autores têm focado a importância de se avaliar as progênes em mais de um local, em razão de melhorar a eficiência do processo seletivo e permitir à obtenção de estimativas mais consistentes dos componentes da variância, a exemplo dos resultados relatados por Pacheco (1987), Bigoto (1988), Carvalho et al. (1994, 1995, 1998a, 2000a e 2000b).

Ainda na Tabela 3 observa-se que os valores dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito com médias de progênes (h^2_m) oscilaram entre 28,5% (ciclo XI) a 80,8% (ciclo X), superando os valores expressos para a herdabilidade a nível de plantas individuais (h^2), os quais variaram de 11,4% (ciclo XI) a 22,0% (ciclo XIII), evidenciando que a seleção entre progênes de meios-irmãos deve ser mais eficiente que a seleção individual para o presente caso e concorda com os resultados relatados por Sawazaki (1979), Bigoto (1988), Carvalho et al. (1994, 1995, 1998a, 2000a e 2000b). Os valores encontrados para os coeficientes de variação genética refletiram uma menor variabilidade entre as progênes do ciclo XI. Os índices b apresentaram as mesmas tendências observadas para os coeficientes de variação genética e suas magnitudes expressaram também a variabilidade genética exibida pela variedade em estudo, cujos valores superaram aqueles relatados por Carvalho et al. (1994, 1995 e 1998b).

Tabela 2. Comparação das produtividades médias das progênes avaliadas e selecionadas nos ciclos X, XI e XII de seleção com as testemunhas BR 106 (variedade) e BR 3123 (híbrido triplo).

Ciclo	Materiais	Produtividades Médias Kg/ha	Porcentagem em relação às testemunhas	
			BR 106	BR 3123
X	BR 106	6739	100	-
	BR 3123	8013	-	100
	Média das progênes selecionadas	8093	120	101
	Média das progênes avaliadas	6833	101	85
	Progênie menos produtiva	5223	77	65
	Progênie mais produtiva	8412	125	105
XI	BR 106	5490	100	-
	BR 3123	6710	-	100
	Média das progênes selecionadas	7067	129	105
	Média das progênes avaliadas	5817	106	87
	Progênie menos produtiva	4019	73	60
	Progênie mais produtiva	7652	139	114
XII	BR 106	5960	100	-
	BR 3123	7180	-	100
	Média das progênes selecionadas	7678	129	107
	Média das progênes avaliadas	6619	111	92
	Progênie menos produtiva	5111	86	71
	Progênie mais produtiva	8067	135	112

Tabela 3. Estimativas obtidas referentes à variância genética entre progênes ($\hat{\sigma}^2_p$), variância genética aditiva ($\hat{\sigma}^2_A$), variância da interação ($\hat{\sigma}^2_{pxl}$), coeficientes de herdabilidade no sentido restrito de médias de progênes (h^2_m) e quanto à seleção massal (h^2), coeficiente de variação genética (CVg), índice de variação (b) e ganhos genéticos* entre e dentro de progênes de meios-irmãos (Gs), considerando o caráter peso de espigas nos ciclos X, XI e XII.

Ciclos	$\hat{\sigma}^2_p$	$\hat{\sigma}^2_A$	$\hat{\sigma}^2_{pxl}$	h^2_m	h^2	CVg	b	Gs		Gs	
	g/planta			%				g/planta	%	g/planta	%
X	80,4	321,7	135,7	80,8	21,5	7,2	0,7	14,1	11,2	6,2	4,9
XI	25,7	102,6	76,9	28,5	11,4	4,7	0,5	4,8	4,4	2,5	2,3
XII	78,3	313,2	204,2	45,6	22,0	6,7	0,7	10,4	7,8	5,1	3,8

* Para cálculo dos ganhos considerou-se $\hat{\sigma}^2_d = 10 \hat{\sigma}^2_c$, conforme Gardner (1961).

Os ganhos estimados com a seleção entre e dentro de progênes de meios-irmãos foram de 11,2% e 4,9%, totalizando 16,1%, 4,4% e 2,3%, totalizando 6,7%, 7,8% e 3,8%, totalizando 11,6%, nos ciclos X, XI e XII, respectivamente, e são da mesma magnitude daqueles valores relatados por Carvalho et al. (1994 e 1995), na média de dois locais, com os ciclos I das variedades BR 5028 e BR 5033 e superior àqueles relatados por Bigoto (1988) e Carvalho et al. (1998b). Tais valores expressam, juntamente com as altas magnitudes dos demais parâmetros genéticos e as altas médias de produtividade das progênes, a variabilidade presente na variedade BR 5028-São Francisco. Segundo Santos e Napolini Filho (1986), inúmeros trabalhos têm apresentado progressos esperados com a seleção entre e dentro de progênes de meios-irmãos e uso de sementes remanescentes, sendo, porém um ciclo completado em dois anos (Webel and Lonquist, 1967; Paterniani, 1968; Segovia, 1976). Os resultados encontrados neste trabalho foram concordantes aos encontrados pelos autores citados, destacando-se, ainda, a superioridade quando são feitas comparações de um ano para dois anos. Vale ressaltar também que os ganhos encontrados com a seleção entre progênes foram maiores que aqueles encontrados com a seleção massal, evidenciando uma maior eficiência com a seleção entre progênes, o que é concordante com os relatos de Santos e Napolini Filho (1986), Carvalho et al. (1994, 1995, 1998a, 2000a e 2000b). Considerando a variabilidade detectada a partir das estimativas dos parâmetros genéticos e o fato de essa variedade apresentar alto potencial para a produtividade, acredita-se que substanciais progressos poderão advir com a continuidade do programa de melhoramento.

Conclusões

1 – As magnitudes das estimativas dos parâmetros genéticos ao final do ciclo XII de seleção, associadas às

altas médias de produtividades de espigas das progênes são indicadoras do grande potencial genético da variedade BR 5028 – São Francisco.

2 – A estimativa da variância da interação progênes x local evidencia a importância de se realizar a seleção em mais de um local, para melhorar a adaptação da variedade e a eficiência do processo seletivo.

3 – A variedade BR 5028 – São Francisco pode ser amplamente recomendada para as condições do Nordeste brasileiro.

4 – Após a realização do ciclo XII de seleção a variedade BR 5028-São Francisco ainda apresenta uma quantidade apreciável de variabilidade genética.

Literatura Citada

- BIGOTO, C. A. 1988. Estudo da população ESALQ PB1 de milho (*Zea mays* L.) em cinco ciclos de seleção recorrente. Tese de Mestrado. Piracicaba, ESALQ/USP. 12p.
- CARVALHO, H. W. L. de, MAGNAVACA, R. e LEAL, M. de L. da S. 1992. Estabilidade de cultivares de milho no Estado de Sergipe. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 27(7):1037-1082.
- CARVALHO, H.W. L. de, et al. 1994. Três ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos na população de milho BR 5028, no Nordeste brasileiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 29 (11):1727-1733.
- CARVALHO, H. W. L. de, et al. 1995. Potencial genético da população de milho (*Zea mays* L. "CMS 33") para fins de melhoramento no Nordeste brasileiro. Ciência e Prática (Brasil)19 (1) :37-42.
- CARVALHO, H.W. L. de, et al. 1998a. Melhoramento genético da variedade de milho BR 5028-São Francisco no Nordeste brasileiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira 33 (4): 441-448.
- CARVALHO, H.W. L. de, et al. 1998b. Três ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos na população de milho BR 5011 no Nordeste brasileiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira 33 (5): 713-720.
- CARVALHO, H.W.L. de, et al. 1998b. Estabilidade de cultivares de milho no Nordeste brasileiro no ano de 1996. Revista científica Rural (Brasil) 3(2): 20-26.

- CARVALHO, H.W.L. de, et al. 2000a. Potencial genético da cultivar de milho BR 5011-Sertanejo nos Tabuleiros Costeiros do Nordeste brasileiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira 35(6): 1169-1176.
- CARVALHO, H.W.L. de, et al. 2000b. Melhoramento genético da cultivar de milho BR 5033-Asa Branca nos Tabuleiros Costeiros do Nordeste brasileiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira 35 (7):1417-1425.
- COCHRAN, W. G. and COX, C. M. 1957. Experiment designs. 2.ed. New York, J. Wile. 611p.
- COMPTON, W. A. and BAHADUR, K. 1977. Ten cycles of progress from modified ear-to-row selection in corn. Crop Science 17: 378-380.
- GARDNER, C.O. 1961. An evolution of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons yield of corn. Crop Science 1:241-245.
- HALLAUER, A.R. and MIRANDA FILHO, J.B. 1988. Quantitative genetics in maize breeding. 2^a. ed. Ames, Iowa State University Press. 468p.
- PACHECO, C.A.P. 1987. Avaliação de progênies de meios-irmãos na população de milho CMS 39 em diferentes condições de ambiente – 2^o ciclo de seleção. Tese de Mestrado. Lavras, ESAL. 109p.
- PATERNIANI, E. 1968. Avaliação de métodos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no melhoramento de milho (*Zea mays L.*) Tese de Mestrado. Piracicaba, ESALQ. 92p.
- RAMALHO, M. A. P. 1977. Eficiência relativa de alguns processos de seleção intrapopulacional no milho baseado em famílias não-endógamas. Tese de Doutorado. Piracicaba, ESALQ. 122p.
- SANTOS, M.X. dos e NASPOLINI FILHO, V. 1986. Estimativas de parâmetros genéticos em três ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no milho (*Zea mays L.*) Dentado Composto Nordeste. Revista Brasileira de Genética 9: 307-319.
- SAWAZAKI, E. 1979. Treze ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos para a produção de grãos de milho IAC-Maya. Tese de Mestrado. Piracicaba: ESALQ/USP. 99p.
- SCAPIM, C.A., CARVALHO, C.G.P. de e CRUZ, C. D. 1995. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. Pesquisa Agropecuária Brasileira 30 (5): 683-686.
- SENTZ, J.C. 1971. Genetic variances in a synthetic variety of maize estimated by two mating. Crop Science 11:234-238.
- SEGOVIA, R.T. 1976. Seis ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no milho (*Zea mays L.*) Centralmex. Tese de Doutorado. Piracicaba, USP-ESALQ. 88p.
- VENCOVSKY, R. 1978. Herança quantitativa. In Paterniani, E. Melhoramento e produção do milho no Brasil. Campinas: Fundação Cargill, p.122-201.
- VIANNA, R.T., e SILVA, J.C. 1978. Comparação de três métodos estatísticos de análise de variância em experimentos em “látice” em milho (*Zea mays L.*). Experimentiae (Brasil) 24: 21-41.
- WEBEL, O.D. and LONQUIST, J. M. 1967. An evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn (*Zea mays L.*). Crop Science 7: 651-655.

