

ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS GENÉTICOS NAS VARIEDADES DE MILHO CMS 47 E BR 5039 ¹

Milton José Cardoso², Hélio Wilson Lemos de Carvalho³
Maria de Lourdes da Silva Leal³ e Manoel Xavier dos Santos⁴

RESUMO: Com o objetivo de elevar a frequência de alelos favoráveis e estimar os parâmetros genéticos e fenotípicos da característica peso de espiga, as variedades de milho CMS 47, de ciclo superprecoce, e BR 5039, de ciclo semi-tardio, foram submetidas ao ciclo inicial de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, em duas localidades, no Estado do Piauí, no ano agrícola de 1999/2000. As 196 progênies de cada variedade foram avaliadas em blocos ao acaso, com duas repetições, realizando-se as recombinações das progênies selecionadas dentro do mesmo ano agrícola, de modo a se obter um ciclo/ano. As magnitudes das estimativas dos parâmetros genéticos mostraram certa similaridade na variabilidade das variedades CMS-47 e BR-5039. Os valores dessas magnitudes, associadas às altas médias de produtividades de espigas das progênies e aos ganhos esperados com a seleção entre e dentro de progênies, evidenciam o grande potencial das variedades CMS-47 e BR-5039 em responder à seleção para aumento da produtividade de espigas, o que permitirá a obtenção de materiais melhores adaptados às condições edafoclimáticas do Estado do Piauí.

Palavras-chave: Ganho genético, métodos de melhoramento, seleção, progênies de meios-irmãos, *Zea mays*

ESTIMATES OF GENETIC PARAMETERS IN CMS 47 AND BR 5039 CORN VARIETIES

ABSTRACT: This study aimed to increase the frequency of favorable alleles and to estimate the genetical and phenotypical parameters linked to the ear weight in the corn varieties CM 47 (very early cycle) and BR 5039 (semi-late cycle type). These varieties received the initial cycle of selection among and inside the half-sib progenies, in two environments, in at Piauí State, during the 1999/2000 cropping season. The randomized blocks experimental design, with two replications was used, being evaluated 196 progenies from each variety. The recombination of the selected progenies were carried out in the same cropping year, in the way to be obtained one cycle/year. The estimates of the genetic parameters showed a degree of similarity in the variability of the CMS-47 and BR-5039 varieties. The variability degree associated to the high ear productivity and to the gain expected from the within and among progenies selection comprise the great potential of the CMS-47 and BR-5039 varieties to answer to the selection for the increased ear productivity. This will allow the achievement of materials well adapted to the edaphoclimatical conditions of the Piauí State.

Key words: Genetic gain, improvement methods, selection, half-sib progenies, *Zea mays*

¹Trabalho apresentado no I congresso brasileiro de melhoramento de plantas, Goiânia, GO, 2001. Financiado com recursos da Embrapa

²Eng.-Agr., D. Sc., Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 01, CEP 64.006-220, Teresina, PI. E-mail: milton@cpamn.embrapa.br

³Eng. Agr., M. Sc., Embrapa Tabuleiros Costeiros, Caixa Postal 44, CEP 49001-970, Aracaju, SE. E-mail: helio@cpac.embrapa.br

⁴Eng.-Agr., D. Sc., Embrapa Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, CEP 35.701-970, Sete Lagoas, MG. E-mail:

xavier@cnpmc.embrapa.br

INTRODUÇÃO

A recomendação de cultivares de milho com características agronômicas desejáveis, como resistência ao acamamento, baixo porte de plantas e baixa inserção de espigas, adaptadas às condições edafoclimáticas do Estado do Piauí, tem sido fundamentada na estabilidade fenotípica, conforme ressaltam CARDOSO *et al.* (1997) e CARVALHO *et al.* (2000 a). Nesses trabalhos ficaram demonstradas diferenças genéticas entre os genótipos, destacando-se, entre eles, os BR 5039-São Vicente, de porte normal, ciclo semi-tardio, e o CMS-47, de porte baixo e ciclo superprecoce, tornando-os de interesse para a agricultura estadual. Por essa razão, esses genótipos foram selecionados para serem submetidos a um programa de melhoramento intrapopulacional, visando a obtenção de variedades melhoradas. Sabe-se que as variedades melhoradas podem aumentar substancialmente o rendimento da cultura, além das sementes dessas variedades se constituírem em insumos baratos e acessíveis para os pequenos e médios produtores e serem tecnologias de fácil adoção.

Utilizou-se o método de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, que vem sendo praticado com sucesso conforme assinalam PATERNIANI (1967, 1968), SAWAZAKI (1979) e HALLAUER & MIRANDA FILHO (1988), que em um levantamento realizado no exterior envolvendo 99 trabalhos, comprovaram a eficiência desse método de seleção, concluindo que ele é capaz de manter suficiente variabilidade genética para propiciar ganhos no decorrer dos ciclos subsequentes de seleção. Outros trabalhos têm demonstrado a eficiência desse método, enfocando os ganhos genéticos com vistas à produtividade de grãos e à variância genética aditiva (PATERNIANI, 1967; PACHECO, 1987; CARVALHO *et al.* 2000b, 2000c e 2000d).

Com relação aos ganhos genéticos com vistas à produtividade de grãos, PATERNIANI (1967) obteve um progresso médio de 13,6% por ciclo, após três ciclos de seleção, utilizando a população de milho Dente Paulista. WEBEL & LONQUIST (1967) obtiveram progresso médio de 9,4% por ciclo, após quatro ciclos de seleção para produtividade na população de milho Hays Garden. Esse resultado foi considerado pelos autores como satisfatórios, em razão da uniformidade do milho utilizado. Dados mais recentes encontrados

por CARVALHO *et al.* (2000b, 2000c 2000d e 2000e) revelaram progressos médios de 12,6%, 12,3%, 29,7% e 11,6%, por ciclo de seleção, para produtividade nas cultivares BR 5011-Sertanejo, CMS 52, BR 5033-Asa Branca e CMS 453, respectivamente. Dentro desses materiais foram praticados três ciclos de seleção (CMS 52 e CMS 453) e cinco ciclos de seleção (BR 5011 e BR 5033).

No tocante à variância genética aditiva, RAMALHO (1977) realizou uma extensa revisão de literatura com relação a característica peso da espiga, em experimentos desenvolvidos no Brasil até 1977. Trabalhos posteriores geralmente vem confirmando valores para a variância genética aditiva dentro do intervalo de 41,0 (g/planta)² até 758,0 (g/planta)² levantado por aquele autor (PACHECO, 1987; CARVALHO *et al.* 2000b ,2000c, 2000d e 2000e). No exterior, em um levantamento envolvendo 99 trabalhos, HALLAUER & MIRANDA FILHO (1988) encontraram um valor médio de 469,1 (g/planta)². Valores mais expressivos dessa variância genética aditiva têm sido encontrados em apenas um local, conforme relatados por LORDELLO (1982), com as populações Piranão VD-2 e Piranão VF-1, na ordem de 1.995,0 (g/planta)² e 1.725,8 (g/planta)², respectivamente, e por CARVALHO *et al.* (1988 a) que obtiveram 1.827,1 (g/planta)² e 1.213,4 (g/planta)², nos ciclos V1 e V11, respectivamente, com a cultivar BR 5028 - São Francisco. HALLAUER & MIRANDA FILHO (1988) comentam que as estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos obtidas em apenas um local podem estar superestimadas, por serem inflacionadas pela interação progênies x locais.

O trabalho teve por objetivo avaliar os parâmetros genéticos das variedades CMS 47 e BR 5039- São Vicente submetidas ao ciclo inicial de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos.

MATERIAL E MÉTODOS

Em maio de 1998, a Embrapa Meio-Norte recebeu uma amostra representativa da variedade CMS 47, da Embrapa Milho e Sorgo visando iniciar um programa de melhoramento genético dessa variedade para as condições edafoclimáticas do Estado do Piauí. Trata-se de uma variedade de polinização aberta, de ciclo superprecoce, com 42 dias para atingir

a floração feminina. A estatura média das plantas está entre 160 cm e 180 cm e a altura de inserção da primeira espiga, entre 80cm e 90cm. Possui bom empalhamento e os seus grãos são semi-duros de coloração amarelo-laranja. A variedade BR 5039-São Vicente, de bom comportamento produtivo no Estado do Piauí (CARDOSO *et al.*, 1997), foi incorporada também ao programa de melhoramento intrapopulacional para o referido Estado. Trata-se de uma variedade de polinização aberta, com 50 dias para atingir a floração masculina. A estatura média das plantas está entre 210 cm a 230 cm e a altura de inserção da primeira espiga entre 105 cm e 115 cm. Possui bom empalhamento de espigas e os seus grãos são semiduros, de coloração amarelo-laranja. No ano de 1998 foram semeadas duas áreas de 2.000 m² com as variedades CMS 47 e BR 5039-São Vicente, no município de Teresina, obtendo-se 196 progênies de meios-irmãos, de cada material, as quais foram selecionadas, observando-se os aspectos de competitividade, uniformidade de estatura de planta e de altura de espiga, prolificidade, precocidade, empalhamento, coloração de grãos e produtividade. A seguir, foi realizado o ciclo original de seleção de cada variedade, nos municípios de Teresina e Parnaíba, no ano agrícola de 1999/2000, com semeaduras realizadas em dezembro de 1999.

As 196 progênies de cada variedade foram avaliadas em blocos ao acaso, com duas repetições. Cada parcela constou de uma fileira de 5,0 m de comprimento, com espaços de 0,90 m entre fileiras e 0,20 m entre covas, nas fileiras. Foram colocadas três sementes por cova, deixando-se duas plantas por cova, após o desbaste. Foi praticada a intensidade de seleção de 10% tanto entre quanto dentro de progênies, no mesmo ano agrícola. As progênies selecionadas foram recombinadas em lotes isolados, por despendoamento, sendo as fileiras femininas (despendoadas) representadas pelas progênies selecionadas, e as masculinas, representadas pela mistura dessas progênies.

Nos ensaios foram avaliados os pesos de espigas. Não foi feita a correção de estande, em razão das parcelas mostrarem número final de plantas bem próximo do ideal. Realizou-se, inicialmente, a análise de variância por local, obedecendo-se ao delineamento em blocos ao acaso. Após a análise de variância de cada experimento, procedeu-se a análise de variância

conjunta, obedecendo ao critério de homogeneidade dos quadrados médios residuais. Os quadrados médios das análises de variância, tanto a nível de local quanto conjunta, foram ajustadas para o nível de indivíduos, obtendo-se, assim, todas as variâncias nesse nível, expressas em (g/planta)², Tabela I, conforme VENCOVSKY (1978). As estimativas da variância genética aditiva (s²A), da variância fenotípica nas próprias plantas (s²F) e entre médias de progênies (s²F-), dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito nas médias das progênies (h²m) e de plantas (h²) foram obtidas pelas seguintes expressões (VENCOVSKY & BARRIGA, 1992).

$$\sigma_A^2 = 4 \sigma_p^2,$$

$$\sigma_F^2 = \sigma_p^2 + \sigma_e^2 + \sigma_d^2,$$

$$\sigma_{F^-}^2 = \sigma_p^2 + \sigma_e^2 / r + \sigma_d^2 / nr,$$

$$h_m^2 = \sigma_p^2 / \sigma_{F^-}^2 e$$

$$h^2 = \sigma_A^2 / \sigma_F^2$$

O índice de variação b foi determinado pelo quociente C.Vg/C.Ve, em que C.Vg = sp / x é o coeficiente de variação genotípico e o C.Ve é o coeficiente de variação experimental.

O progresso esperado, quando se utiliza a seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, dentro do mesmo ano agrícola, foi estimado pela fórmula:

$$G_s = K_1 \cdot \sigma_p^2 / \sigma_F^2 + K_2 \cdot (3/8) \sigma_A^2 / \sigma_d^2, \text{ em que,}$$

K 1: diferencial de seleção standardizado, que depende da intensidade de seleção entre progênies = 10 % (1,755);

K 2: diferencial de seleção standardizado, que depende da intensidade de seleção dentro de progênies = 10 % (1,755);

sd: desvio padrão fenotípico dentro de progênies de meios-irmãos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram detectadas diferenças significativas entre as progênies de ambas as variedades, nesse ciclo inicial de seleção, o que revela a presença de variabilidade genética entre elas (Tabela I). Detectou-se também a

Tabela I. Quadrados médios das análises de variância por local e conjunta e coeficientes de variação nos ciclos originais de seleção de progênies das variedades CMS-47 e BR-5039 São Vicente. Teresina e Parnaíba, Estado do Piauí, 1999/2000

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados médios					
		CMS - 47			BR - 5039		
		Teresina	Parnaíba	Análise conjunta	Teresina	Parnaíba	Análise conjunta
Progênies	195	510,76**	306,47**	426,24**	721,97**	294,06**	551,93**
Progênies X locais	195	-	-	359,49**	-	-	464,10**
Erro	195	95,59	111,90	-	217,04	98,45	-
Erro médio		-	-	100,83	-	-	157,74
Médias		87,32	91,64	89,52	115,88	87,26	101,56
C.V.(%)		11,19	11,54	11,31	12,71	11,37	12,36

presença significativa da interação progênies x locais, mostrando assim comportamento diferenciado das progênies de CMS-47 e BR 5039 nos ambientes. Resultados semelhantes foram observados em trabalhos similares de melhoramento (CARVALHO *et al.* 2000b, 2000c e 2000d). Os valores dos coeficientes de variação ambientais, tanto nas análises de variância por local quanto conjuntas foram baixos, o que confere boa precisão aos ensaios (SCAPIM *et al.*, 1995). Uma

melhor precisão nos ensaios de avaliação é desejável, uma vez que, à medida que ela aumenta, melhor será a resposta e o progresso obtido por seleção.

As progênies avaliadas e selecionadas da variedade CMS 47 apresentaram produtividades médias de grãos de 4.406 kg ha⁻¹ e 5.325 kg ha⁻¹, respectivamente, o que evidencia bom potencial para a produtividade de grãos (Tabela II). Essas progênies

Tabela II. Produtividade média de grãos das progênies de milho avaliadas e selecionadas e das testemunhas BR 5033, BR 5028, BR 3123 e BR 106 e porcentagem em relação às testemunhas

Ciclo	Material	Produtividade média (kg ha ⁻¹)	Porcentagem em relação às Testemunhas	
			BR 5033	BR 5028
			CMS-47	
Original	BR 5033	5382	100	-
	BR 5028	5465	-	100
	Progênies avaliadas	4406	82	81
	Progênies selecionadas	5325	99	97
	Variação	2955 a 5609		
Original	BR 5039			
	BR 3123	5920	100	-
	BR 106	5540	-	100
	Progênies avaliadas	5078	86	91
	Progênies selecionadas	6124	103	110
Variação	3457 a 6934			

produziram - 18 e - 1% em relação à testemunha BR 5033 e, -19% e - 3% em relação à testemunha BR 5028. As progênies avaliadas e selecionadas da variedade BR 5039, respectivamente, 5.078 kg.ha-1 e 6.124 kg.ha-1, o que mostra boa adaptação dessa variedade na região (Tabela II). As progênies avaliadas e selecionadas dessa última variedade mostraram produtividades relativas de - 14% e + 3% em relação ao híbrido triplo BR 3123, e - 9% e + 10% em relação à variedade BR 106.

As estimativas dos parâmetros genéticos, para a característica peso de espigas, dessas variedades, encontram-se na Tabela III. Nota-se que os valores das estimativas encontrados para as duas variedades são de magnitudes semelhantes, evidenciando uma mesma variabilidade genética nesse ciclo inicial de seleção. Nota-se também que as estimativas obtidas a nível de local encontram-se aumentadas pela interação progênies x locais, ao contrário daquelas encontradas nas análises conjuntas, as quais estão pouco influenciadas por essa interação. Fato semelhante tem sido observado em diversas oportunidades por SANTOS & NASPOLINI FILHO (1986), CARVALHO *et al.* (1998a, 1998b, 2000b e 2000c), os

quais enfatizaram 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 da variância.

A variância genética entre progênies foi diferente entre os locais, obtendo-se para a variedade CMS 47, valores de 207,98 (g/planta)², em Teresina, 97,28 (g/planta)², em Parnaíba e, 16,76 (g/planta)², na média dos dois locais (Tabela III). Para a variedade BR 5039 esses valores foram de 252,46 (g/planta)² em Teresina, 97,80 (g/planta)², em Parnaíba e 21,96 (g/planta)², na média dos dois locais (Tabela III). Os valores encontrados na média dos dois locais são inferiores quando comparados com as estimativas obtidas por CARVALHO *et al.* (2000b, 2000c e 2000e), no ciclo original de seleção com as variedades BR 5011, CMS-52 E CMS-453.

A variância genética aditiva explica as variações fenotípicas e o ganho esperado com a seleção. A variação registrada para essa variância foi semelhante àquela observada para a variância genética entre progênies e está dentro do limite do levantamento realizado por RAMALHO (1977), em diversas

Tabela III. Estimativas dos parâmetros genéticos do caráter peso de espigas (g/planta) das variedades CMS-47 e BR 5039. Teresina e Parnaíba, Piauí, 1999/2000

Estimativas	CMS-47			BR 5039-São Vicente		
	Teresina	Parnaíba	Análise conjunta	Teresina	Parnaíba	Análise Conjunta
σ_p^2 (g/pl) ²	208,6	97,8	16,8	252,5	97,8	22,0
σ_A^2 (g/pl) ²	830,4	389,2	678,2	1010,0	391,2	88,0
σ_{pxl}^2 (g/pl) ²	-	-	129,3	-	-	153,2
h_m^2 (%)	81,3	63,5	15,7	69,9	66,5	15,9
H^2 (%)	81,8	37,5	6,8	48,7	42,3	5,9
C. Vg. (%)	16,5	10,8	4,6	13,7	11,3	4,6
b	1,5	0,9	0,4	1,1	1,0	0,4
Gs* entre (g/pl)	22,8	13,8	2,8	22,2	14,2	3,3
Gs entre (%)	26,1	15,1	3,1	19,2	16,2	3,2
Gs dentro (g/pl)	4,1	2,3	1,3	9,3	9,4	1,0
Gs dentro (%)	4,6	2,5	1,4	8,0	10,8	0,9
Gs total (% 9)	30,7	17,6	4,6	27,2	27,0	4,2

I s_{2p}: variância genética entre progênies; s_{2A}: variância genética aditiva; s_{2pxl}: variância da interação; h_{2m}: coeficiente de herdabilidade no sentido restrito considerando as médias das progênies; h₂: coeficiente de herdabilidade no sentido restrito considerando o indivíduo; C.Vg.; coeficiente de variação genético; b: índice de variação; Gs: ganhos entre e dentro de progênies de meios-irmãos; Gs: ganho total por ciclo/ano.

populações de milho brasileiras e ressalta a variabilidade genética presente nas variedades CMS-47 e BR 5039. Segundo PATERNIANI (1968), é do máximo interesse que a variância genética aditiva permaneça tão alta quanto possível, para permitir progressos substanciais por seleção. O autor comenta, ainda, que o método de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos reduz muito essa variância no primeiro ciclo de seleção, mas, apesar dessa redução, em ciclos posteriores de seleção, têm-se observado ganhos altamente satisfatórios. As estimativas da variância da interação progênies x locais nas variedades CMS-47 e BR 5039 foram 7,71% e 6,97% maiores que as respectivas estimativas das variâncias genéticas entre progênies, o que evidencia a grande divergência do comportamento das progênies entre os locais (Tabela III). HALLAUER & MIRANDA FILHO (1988) salientam que este componente da variância pode atingir mais de 50% do valor da estimativa da variância genética entre progênies, e os valores das estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos obtidos em apenas um local são superestimados, pela existência do componente da variação resultante da interação progênie x local, que não pode ser isolado.

Os coeficientes de herdabilidade, no sentido restrito, na média das progênies de meios-irmãos (h^2_m) estimados nas duas variedades foram mais elevados que os valores expressos para indivíduos (h^2), tanto a nível de local quanto na média dos dois locais, indicando que a seleção entre as progênies de meios-irmãos deve ser mais eficiente que a seleção individual, para o presente caso, e concorda com os resultados obtidos por CARVALHO *et al.* (1998b, 2000d e 2000e). Os valores dos coeficientes de variação genética refletem uma boa variação entre as progênies das duas variedades, apesar de ser mais relevante no âmbito local. Os coeficientes de variação b retratam uma situação mais favorável para a seleção no âmbito local, para ambas as variedades e suas magnitudes poderão possibilitar a obtenção de ganhos genéticos com o decorrer de novos ciclos de seleção.

Na população CMS-47, os ganhos estimados com a seleção entre e dentro das progênies, na média dos dois locais, foram de 3,18% e 1,42%, totalizando 4,60%. Na variedade BR 5039 esses valores foram de 3,22% e 0,93%, totalizando 4,15%. Essas estimativas foram inferiores às registradas por CARVALHO *et*

al. (2000c, 2000d e 2000e), também no ciclo inicial de seleção e, estão dentro do limite do levantamento realizado por RAMALHO (1977). Segundo SANTOS & NASPOLINI FILHO (1986), inúmeros trabalhos têm apresentado progressos esperados com a seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos e uso de sementes remanescentes, sendo, porém, um ciclo completado em dois anos. Os resultados obtidos nesse trabalho foram concordantes com os detectados por SEGÓVIA (1976), devendo-se, no entanto, chamar a atenção para a sua superioridade quando são feitas comparações de um ano para dois anos.

Associando-se, então, o bom potencial para a produtividade das progênies das variedades CMS-47 e BR 5039 às magnitudes das estimativas dos parâmetros genéticos obtidos, percebe-se que há grandes possibilidades de obter respostas à seleção para aumento da produtividade de grãos das espigas, com o desenvolver de novos ciclos de seleção entre e dentro de progênies meios-irmãos.

1. A alta capacidade produtiva das variedades CMS-47 e BR 5039 e as magnitudes dos parâmetros genéticos evidenciam as respostas dessas variedades à seleção para aumento da produtividade de grãos.
2. A variedade CMS-47, por ser superprecoce, constitui-se em alternativa importante para a região semi-árida do Estado do Piauí.
3. A variedade BR 5039 pode melhorar substancialmente os sistemas de produção dos pequenos e médios produtores rurais.
4. Os ganhos médios esperados com a seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos foram de 4,60% para a variedade CMS-47 e de 4,15% para a variedade BR 5039.
5. As variedades CMS-47 e BR 5039 possuem variabilidade genética suficiente para continuar em programas de melhoramento.

REFERÊNCIAS

- CARDOSO, M.J.; CARVALHO, H.W.L. de; PACHECO, C.A.P.; SANTOS, M.X. dos; LEAL, M. de L. da S. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho no Estado do Piauí, no biênio 1993/94. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.2, n.1, p.35.44, 1997.

- CARVALHO, H.W.L. de; PACHECO, C.A.P.; SANTOS M.X. dos; GAMA, E.E.G.; MAGNAVACA, R. Três ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos na população de milho BR 5011 no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.5, p.713-720, 1998 a.
- CARVALHO, H.W.L. de; SANTOS M.X. dos; LEAL, M. de L. da S.; CARVALHO, P.C.L. de. Melhoramento genético da cultivar de milho BR-5033 Asa Branca no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.7, p.1417-1425, 2000..
- CARVALHO, H.W.L. de; SANTOS M.X. dos; LEAL, M. de L. da S.; PACHECO, C.A.P. Melhoramento genético da variedade de milho BR-5028 São Francisco Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.4, p.441-448, 1998 b.
- CARVALHO, H.W.L. de; LEAL, M. de L. da S.; GUIMARÃES, P.E. de O.; SANTOS M.X. dos; CARVALHO P.C.L. de. Três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos na população de milho CMS-52. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.1621-1628, 2000c.
- CARVALHO, H.W.L. de; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS M.X. dos; MONTEIRO, A.A.T.; CADDOSO, M.J.; CARVALHO, B.C.L. de. Estabilidade de cultivares de milho em três ecossistemas do Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.9, p.1773-1781, 2000a.
- CARVALHO, H.W.L. de; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS M.X. dos; PACHECO, C.A.P. Potencial genético da cultivar de milho BR 5011-Sertanejo nos tabuleiros costeiros do Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1169- 1176, 2000b.
- CARVALHO, H.W.L. de; GUIMARÃES, P.E. de O.; LEAL, M. de L. da S.; CARVALHO, P.C.L. de; SANTOS, M.X. dos. Avaliação de progênies de meios-irmãos da população de milho CMS-453 no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.1577-1584, 2000e.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2. Ed. Ames: Iowa State University Press, 1998. 468p.
- LORDELLO, J.A.C. Parâmetros genéticos das populações de milho Piranão VD-2 e Piranão VF-1. Piracicaba, ESALQ, 1982. 70p. **Dissertação de Mestrado**.
- PACHECO, C.A.P. Avaliação de progênies de meios-irmãos da população de milho CMS-39 em diferentes condições ambientais: 2º ciclo de seleção. Lavras: ESAL, 1987. 100P. **Dissertação de Mestrado**.
- PATERNIANI, E. Avaliação de métodos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no melhoramento de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba: ESALQ, 1968. 92P. **Dissertação de Mestrado**.
- PATERNIANI, E. Selection among and within half-sibs families in a Brazilian population of maize (*Zea mays* L.). **Crop Science**, Madison, v.7, n.3, p.212-216, 1967.
- RAMALHO, M.A.P. Eficiência relativa de alguns processos de seleção intrapopulacional no milho baseados em famílias não-endógamas. Piracicaba: ESALQ, 1977. 122p. **Dissertação de Mestrado**.
- SANTOS, M.X. dos; NASPOLINI FILHO, W. 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**, Ribeirão Preto, v.9, p.307-315, 1986.

- SAWAZAKI, E. Treze ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no milho (*Zea mays* L.) I.A.C. Piracicaba: ESALQ, 1979. 98p. **Tese de Doutorado.**
- SCAPIM, C.A.; CARVALHO, C.G.P. de; CRUZ, C.D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.5, p.683-686, 1995.
- SEGOVIA, R.T. Seis ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no milho (*Zea mays* L.) Centralmex. Piracicaba, ESALQ, 1976. 74 p. **Dissertação de Mestrado.**
- VENCOVSKY, R. Herança quantitativa. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Melhoramento e produção de milho no Brasil**. Piracicaba, 1978. Cap. 5, p.122-201.
- VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.
- WEBEL, O.D.; LONQUIST, J.H. An evaluation of modified ear-to-row selection in a population of corn (*Zea mays* L.) **Crop Science**, Madison, v.7, p.651-655, 1967.