

TRÊS CICLOS DE SELEÇÃO ENTRE E DENTRO DE PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS NA POPULAÇÃO DE MILHO BR 5028 - SÃO FRANCISCO, NO NORDESTE BRASILEIRO¹

HÉLIO WILSON L. CARVALHO², CLESO A.P. PACHECO³, MANOEL XAVIER SANTOS, ELTO EUGENIO GOMES E GAMA e RICARDO MAGNAVACA⁴

RESUMO - Entre os anos de 1985 e 1988 foram efetuados três ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos na população de milho CMS 28 nos municípios de Gararu, Propriá e Poço Verde, em Sergipe, tendo por objetivo desenvolver uma cultivar mais produtiva e adaptada para esta região. As famílias foram avaliadas em dois látices simples 10x10, obtendo-se um ciclo de seleção por ano. As estimativas da variância genética obtidas nos ciclos original e I variaram de 405,00 a 625,10 (g/pl)², enquanto que no ciclo II foram bem baixas devido ao estresse de umidade. O progresso genético médio estimado quanto a peso de grão com os três ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos foi de 10,60%. As magnitudes das estimativas e os altos valores dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito e dos coeficientes de variação genética mostraram a variabilidade existente na população para continuidade do programa de melhoramento.

Termos para indexação: melhoramento de milho, parâmetros genéticos.

THREE CYCLES OF SELECTION AMONG AND WITHIN HALF-SIB FAMILIES ON MAIZE POPULATION BR 5028 - SÃO FRANCISCO IN THE BRAZILIAN NORTHEAST.

ABSTRACT - Between 1985 and 1988, at Gararu, Propriá and Poço Verde in Sergipe, Brazil, three cycles of selection among and within half-sib families were realized on the maize population CMS 28, aiming to obtain a better yielding and more adaptative material to this region. The families were evaluated using two simple lattices 10x10 obtaining one cycle selection year. The estimates of additive genetic variance obtained in original and I cycles varied from 405,00 to 625,10 (g/pl)², while in cycle II were lower due water stress. The estimated mean gain for weight kernel with the three cycles of selection was 10,60%. The magnitude of the estimates and the high values for narrow sense heritability and genetic variation coefficients expressed the variability of this population to continue a breeding program.

Index terms: maize breeding, genetic parameters.

INTRODUÇÃO

Tem-se verificado, nos últimos anos, um incremento considerável da cultura do milho no

¹ Aceito para publicação em 1º de agosto de 1994.

² Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, lotado no CPATC, Caixa Postal 44, CEP 49025-040 Aracaju, SE.

³ Eng. - Agr., M.Sc., EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, Caixa Postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG.

⁴ Eng. - Agr., Ph.D., EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo.

Nordeste brasileiro, em razão, principalmente, do crescente aumento da demanda, originado da exploração de pequenos animais. As cultivares de milho predominantes na região apresentam características de porte alto das plantas e das espigas, ciclo tardio, e bastante tendência ao acamamento e quebraimento, o que, associado à ausência de aplicação de tecnologia, constitui as principais causas da baixa produtividade do milho no Nordeste.

O desenvolvimento de novas cultivares de porte mais baixo das plantas e das espigas, resistentes ao acamamento, de ciclo precoce a semitardio, e de alto potencial produtivo, poderão substituir as cultivares locais, proporcionando

melhoria da produtividade. Neste contexto, surge a cultivar de milho BR 5028-São Francisco, de ciclo precoce e porte baixo da planta e da espiga, com bom potencial produtivo e adaptação na região, conforme detectado por Santos et al. (1986), em Pernambuco, Carvalho & Serpa (1987) e Carvalho (1988), em Sergipe.

Entre os esquemas de seleção intrapopulacional, o método entre e dentro de progênies de meios-irmãos tem-se mostrado eficiente, pois sua facilidade de condução e sua eficiência em incrementar a frequência de alelos favoráveis nas populações têm permitido a obtenção de progressos de forma mais rápida, em virtude de se fazerem duas gerações/ano e estimar a variância genética aditiva.

No Brasil, esse esquema de seleção vem sendo utilizado com sucesso, há alguns anos (Paterniani, 1967; Zinsly, 1969; Lima, 1977). Resultados recentes apresentados por Aguiar (1986) evidenciaram valores para a variância genética aditiva, que variaram de 118,4 a 750,0 (g/planta)², com média de 296,6 (g/planta)², com progênies do ciclo original do composto CMS-39. Pacheco (1987), trabalhando com progênies do ciclo I dessa população, obteve valores referentes à variância genética aditiva compatíveis aos encontrados por Aguiar (1986), obtendo, mesmo assim, um ganho esperado entre famílias de meios-irmãos.

O presente trabalho teve por objetivo obter uma variedade de milho mais produtiva e adaptada às condições edafoclimáticas da região Nordeste do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

A população de milho CMS-28 foi introduzida do CIMMYT, através do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Relatório... 1986), tendo como principais características a cor branca dos grãos, reduzida altura de planta e da espiga, e tipo de grão semi-dentado. Em 1978/79, passou por um ciclo de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos, e em 1980/81 foi submetida a um ciclo de seleção com famílias de irmãos germanos. Na época da colheita do campo de recombinação, observou-se que dentro da população ocorria a segregação para grãos amarelos. Esses grãos foram selecionados para dar início à formação da população

CMS 28, com coloração amarela. Após a recombinação, em lote isolado de despendoamento, uma amostra representativa destas sementes amarelas foi enviada ao Centro Nacional de Pesquisa de Coco para início de um programa de melhoramento.

No ano de 1984, foi plantada, em Garuru, SE, uma área de 2.000 m², efetuando-se no momento da colheita a seleção de 200 progênies competitivas, prolíficas, bem empalhadas, com baixa altura da planta e da inserção da espiga, grãos semi-dentados e amarelos. A seguir, foram realizados três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos nessa população, nos anos agrícolas de 1985/86, em Garuru, e em 1986/87 e 1987/88, nos municípios de Propriá e Poço Verde, localizados na zona semi-árida do Estado de Sergipe.

Essas progênies foram avaliadas em dois látices simples 10x10, sendo as progênies de 1 a 100 colocadas no ensaio A, e de 101 a 200, no ensaio B. Cada parcela constou de uma fileira de 5,0 m de comprimento, com espaços de 1,0 m e 0,5 m entre covas dentro das fileiras. Foram colocadas três sementes/cova, deixando-se duas plantas/cova, após o desbaste.

Após a realização dos ensaios, foi praticada uma intensidade de seleção de 10%. As progênies selecionadas foram recombinadas em lotes isolados de despendoamento, utilizando-se para isto o método irlandês modificado. A irrigação por sulcos foi suspensa após a maturação fisiológica, selecionando-se dentro de cada linha-fêmea 10% das melhores espigas, reconstruindo-se, desta maneira, as 200 famílias para avaliação no próximo ciclo.

Todos os ensaios e os campos de recombinação receberam uma adubação de N e P, usando-se 80 kg/ha de N e 80 kg/ha de P₂O₅, nas formas de uréia e superfosfato simples, respectivamente. Todo o P foi aplicado na época do plantio, no fundo dos sulcos, e o N, em cobertura, na terceira e quinta semana, após o plantio.

Em todos os ensaios foram tomados os pesos de grãos, os quais foram ajustados para o nível de 15% de umidade. Realizou-se, inicialmente, a análise individual para cada experimento, e em seguida efetuou-se a análise combinada. Nos anos em que a avaliação foi efetuada em dois locais, após a análise combinada procedeu-se à análise conjunta, segundo as recomendações de Pimentel-Gomes (1978) e Cochran & Cox (1957). Ponderando-se os quadrados médios de progênies, da interação progênies x locais e dos erros combinados das análises conjuntas, obteve-se a análise agrupada. A partir dos resultados das análises de variância e considerando todos os efeitos como sendo aleatórios, foram obtidas as estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, segundo o método apresentado por Vencovsky (1978).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As progênies do ciclo original apresentaram comportamento diferenciado nos ensaios A e B, obtendo-se médias de produção de grãos de 123,10 e 132,10 g/planta, respectivamente, o que mostra o bom comportamento produtivo desses materiais, uma vez que são equivalentes à produtividades de 4.924 kg/ha e 5.284 kg/ha. Os coeficientes de variação foram baixos, e conferem boa precisão aos ensaios. Na análise de variância combinada, observou-se também a significância para tratamentos a 1% de probabilidade (Tabela 1), evidenciando a presença de variabilidade genética entre as progênies avaliadas.

No ciclo I, em Propriá, foram observadas diferenças significativas entre as progênies, em ambos os ensaios, encontrando-se produções de 124,90 e

127,30 g/planta, nos ensaios A e B, respectivamente. Em Poço Verde, onde as produções médias dos ensaios foram superiores em relação a Propriá, sendo de 157,90 e 152,80 g/planta, nos ensaios A e B, respectivamente, as progênies comportaram-se de forma semelhante no ensaio A, e de forma diferenciada no ensaio B. Os coeficientes de variação obtidos variaram de 14,10% a 20,10%, conferindo boa precisão aos ensaios (Tabela 2).

No ano agrícola 86/87, os resultados das análises de variância combinadas dentro de cada local mostraram diferenças significativas entre as progênies aos níveis de 1% e 5%, pelo teste F, em Poço Verde e Propriá, respectivamente, o que evidencia a presença de variação entre elas.

Na Tabela 3, constam os resultados da análise de variância agrupada sobre os dois locais. Foram detectadas diferenças significativas a 1% e 5%,

TABELA 1. Quadrados médios das análises de variância dos ensaios A e B e da análise combinada (g/planta)², médias de produção dos ensaios (g/pl) e coeficiente de variação experimental. Ciclo original, Gararu, SE, 1985/86.

F.V.	G.L.	Ensaio A	Ensaio B	Análise combinada
Tratamentos (ajust.)	99 (198) ^a	11.824,70**	9.157,70**	10.491,20**
Erro efetivo	171 (342)	4.557,90	4.578,20	4.568,00
Médias (g/pl)		123,10	132,10	126,80
C.V. (%)		12,30	11,80	12,00

** Significativo a 1% de probabilidade

* Os valores entre parênteses referem-se aos G.L. da análise combinada

TABELA 2. Quadrados médios das análises de variâncias dos ensaios A e B em Propriá e Poço Verde e das análises combinadas (g/plantas)² para cada local, médias de produção (g/pl) e coeficientes de variação experimental. Ciclo I, Propriá, SE e Poço Verde, SE, 1986/1987.

F.V.	G.L.	Propriá		Poço Verde		Análises combinadas	
		Ensaio A	Ensaio B	Ensaio A	Ensaio B	Propriá	Poço Verde
Tratamentos (Ajust.)	99 (198) ^a	12.940,60*	14.205,80**	22.406,80 ^{ns}	23.265,80*	13.570,20**	22.832,90*
Erro efetivo	81 (162)	8.178,50	6.263,30	18.566,80	14.488,30	7.224,30	16.543,30
Médias		124,90	127,30	157,90	152,80	126,10	155,40
C.V. (%)		16,30	14,10	20,10	18,50	15,30	19,40

** Significativo a 1% de probabilidade

* Significativo a 5% de probabilidade

^a Os valores entre parênteses referem-se aos G.L. das análises combinadas

pelo teste F, para os efeitos de locais e tratamentos, e ausência de efeito significativo quanto à interação tratamentos x locais, o que revela que os locais e as progênies apresentaram comportamento diferenciado e que as progênies mostraram o mesmo comportamento em face das variações ambientais.

As progênies do ciclo II foram avaliadas em 1987/88, nos mesmos locais de teste do ciclo anterior. Em Propriá, as produções médias foram de 118,20 e 115,50 g/planta nos ensaios A e B, respectivamente, enquanto que em Poço Verde as produções médias foram 32,00 e 30,00 g/planta. Esta diferença acentuada em produção de um local para outro é explicada pela escassez de chuvas,

TABELA 3. Análise de variância agrupada nos dois locais em (g/pl)², com média de produção em (g/pl) e coeficiente de variação experimental em %. Ciclo I, Propriá, SE e Poço Verde, SE, 1986/87.

F.V.	G.L.	Q.M.
Locais (L)	1	1423187,40**
Tratamentos (T)	198	23932,80*
Interação (L x T)	198	12148,30ns
Erro	324	11720,60
Média		140,80
C.V. (%)		17,80

** Significativo a 1% de probabilidade

* Significativo a 5% de probabilidade

TABELA 4. Quadrados médios das análises de variâncias dos ensaios A e B em (g/pl)², médias dos ensaios em (g/pl) e coeficientes de variação experimental considerando cada local e análises combinadas. Ciclo II, Propriá, SE e Poço Verde, SE, 1987/88.

F.V.	G.L.	Propriá		Poço Verde		Análises combinadas	
		Ensaio A	Ensaio B	Ensaio A	Ensaio B	Propriá	Poço Verde
Tratamentos (Ajust.)	99 (198) ^a	6.552,20*	6.824,10**	1.789,30 ^{ns}	2.048,90*	6.688,10**	1.919,90*
Erro efetivo	81 (162)	4.311,40	3.978,30	1.226,50	1.316,60	4.144,80	1.271,50
Médias		118,20	115,50	32,00	30,00	116,85	31,00
C.V. (%)		12,60	12,40	24,80	25,70	12,50	25,70

ns Não-significativo

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade

* Os valores entre parênteses referem-se aos G.L. das análises combinadas

tendo-se verificado uma redução de produtividade de 79% em relação ao ano agrícola anterior, de 1986/87, em Poço Verde. Estes valores podem ser observados na Tabela 4, podendo-se verificar também que os coeficientes de variação em Propriá foram baixos (12,60% e 12,40%), conferindo boa precisão aos ensaios. Em Poço Verde, no entanto, em decorrência do estresse de umidade, os coeficientes foram altos (24,80% e 25,70%). Nas análises de variância combinadas, observaram-se diferenças entre as progênies a 1% e 5% de probabilidade, pelo teste F, em Propriá e Poço Verde, respectivamente, o que indica a presença de variação entre elas. Na Tabela 5 constam os resultados da análise de variância agrupada referentes aos dois locais. Foram detectadas diferenças significativas a 1%, pelo teste F, para todos os efeitos, o que revela comportamento diferenciado entre progênies e locais e a existência de diferenças entre as progênies em face das variações ambientais.

As estimativas das variâncias genéticas entre progênies e das variâncias aditivas dos ciclos originais I e II, são mostradas na Tabela 6, podendo-se averiguar valores mais altos para o primeiro ciclo de seleção, mesmo considerando que no ciclo original estas estimativas foram obtidas em um só local. Isto não é esperado, pois resultados relatados por diversos autores têm mostrado uma redução do ciclo original em relação ao ciclo I, com posterior estabilização nos demais ciclos (Cunha, 1968; Silva, 1969 e Cunha, 1976).

Os valores das variâncias genéticas entre pro-

gênies e aditiva foram de 101,25 e 405,00 (g/planta)², respectivamente, sendo superiores aos encontrados por Aguiar (1986), com progênies do ciclo original da população CMS-39, na média de três locais. As estimativas dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito em progênies de meios-irmãos (56,50%) e na seleção massal (22,40%), foram altos, o que mostra a potencialidade da população BR 5028, e justifica sua importância na continuidade do programa de melhoramento. Vale ressaltar, também, que as estimativas dos ganhos esperados com a seleção entre

(10,50%) e dentro (4,90%) dessas progênies foram altos, correspondendo a um ganho ciclo/ano de 15,40%.

No ciclo original quanto no primeiro ciclo de seleção, pode-se verificar que as estimativas da herdabilidade no sentido restrito com médias de famílias de meios-irmãos foram superiores às obtidas com seleção massal, obtendo-se no ciclo I os valores de 46,80%, 27,60% e 49,20%, em Propriá, Poço Verde e na análise agrupada dos dois locais, respectivamente. Isto evidencia que a seleção com famílias de meios-irmãos deve ser mais eficiente que a seleção massal. Os índices b obtidos foram 0,70, 0,40 e 0,50 em Propriá, Poço Verde e na análise agrupada, respectivamente, o que indica que a variação genética foi de 70, 40 e 50% da variação do erro experimental observada (Tabela 6).

Na literatura, resultados de diversos trabalhos demonstraram a presença de variabilidade em várias populações, capaz de conseguir progressos com a seleção. As estimativas obtidas sobre as variâncias genéticas aditivas, conforme levantamentos realizados por Ramalho (1977) e Santos (1985), e as encontradas por Aguiar (1986) e Pacheco (1987), variaram de 41,00 a 758,00 (g/planta)², e no tocante aos coeficientes de herdabilidade, elas oscilaram de 2,20 a 28,90%. As

TABELA 5. Análise de variância agrupada nos dois locais em (g/planta)², média de produção em (g/pl) e coeficiente de variação experimental. Ciclo II, Propriá, SE e Poço Verde, SE, 1986/87.

F.V.	G.L.	Q.M.
Locais (L)	1	355.076,00**
Tratamentos (T)	198	4.396,90**
Interação (L x T)	198	4.210,00**
Erro	324	2.708,10
Média		73,90
C.V. (%)		16,00

** Significativo a 1% de probabilidade

TABELA 6. Estimativas obtidas para cada local e para a análise agrupada referentes à variância genética entre famílias (σ_p^2), variância genética aditiva (σ_A^2), variância da interação famílias x local (σ_{pl}^2), coeficiente de herdabilidade no sentido restrito ao nível de médias de famílias (h_p^2), coeficiente de herdabilidade para seleção massal (h_m^2), coeficiente de variação genética (CVg), índice de variação (b) e ganhos* genéticos entre e dentro de famílias de meios-irmãos (Gs), considerando o caráter peso de grãos.

Locais	Anos	σ_p^2	σ_A^2	σ_{pl}^2	h_p^2	h_m^2	CVg	b	GS entre		GS dentro	
		(g/plant) ²			%				g/planta	%	g/planta	%
Gararu	1985/86	101,25	405,00	-	56,50	22,40	7,90	0,70	13,30	10,50	6,30	4,90
Propriá	1986/87	162,60	650,40	-	46,80	22,80	10,10	0,70	15,30	12,10	8,00	6,40
Poço Verde	1986/87	172,90	691,60	-	27,60	10,40	8,40	0,40	12,10	7,80	5,60	3,60
An. agrupada	1986/87	156,30	625,10	11,30	49,20	13,50	8,90	0,50	15,40	11,00	6,10	4,30
Propriá	1987/88	65,70	262,80	-	38,00	16,20	6,90	0,60	8,80	7,50	4,30	3,70
Poço Verde	1987/88	16,70	66,80	-	33,70	13,60	13,20	0,50	4,20	13,40	2,00	6,40
An. agrupada	1987/88	2,40	9,60	38,80	4,20	1,00	2,10	0,10	0,60	0,80	0,20	0,30

* Para cálculo dos ganhos considerou-se a relação $\sigma_d^2 = 10 \sigma_e^2$

estimativas dos coeficientes de variação genética e dos índices de variação oscilaram de 3,37 a 15,31% e 0,22 a 0,88, respectivamente. Os autores mencionados consideraram as populações como potencialmente promissoras, tendo em vista a quantidade da variabilidade genética que foi exibida. As estimativas obtidas com as progênies dos ciclos original e I estão acima da média das relatadas na literatura, o que, associado à produtividade média das progênies, evidencia o potencial desta cultivar e sua importância na continuidade do programa de melhoramento.

Para o ciclo I, o ganho esperado com a seleção entre as progênies, considerando uma intensidade de seleção de 10% e com base no desempenho das progênies nos dois locais, foi de 11,00%, o que equivale a 15,40 g/planta. Entre os locais, os ganhos obtidos foram de 12,10 e 7,80% em Propriá e Poço Verde, respectivamente. Esses valores podem ser considerados elevados, se comparados com os obtidos por Paterniani (1967), Cunha (1976), Torres Segovia (1976), Lima (1977) e Pacheco (1987). Dentro de progênies, considerando a mesma intensidade de seleção e a análise agrupada de locais, a média foi de 4,30%, o que, somado ao ganho entre progênies, totaliza um ganho por ciclo/ano de 15,30%, semelhante ao encontrado no ciclo original. A magnitude desta estimativa e a magnitude das estimativas dos outros parâmetros genéticos evidenciam a alta variabilidade exibida por essa cultivar (Tabela 6).

As estimativas dos parâmetros genéticos referentes ao ciclo II de seleção são também mostradas na Tabela 6. Pode-se verificar que as variâncias genéticas entre famílias e as aditivas foram drasticamente reduzidas em relação aos ciclos original e I, bem como quando se considerou a análise de variância agrupada. A maior estimativa obtida em 1987/88 foi em Propriá, quando a variância genética aditiva apresentou um valor de $262,90 \text{ (g/pl)}^2$, bastante inferior ao encontrado por Aguiar (1986) e Pacheco (1987). Isto pode ser explicado pela escassez de chuvas durante o período experimental, principalmente em Poço Verde, onde se registrou maior redução. Pode-se ainda constatar que a variância da interação progênies x locais foi de $38,80 \text{ (g/planta)}^2$, 1.608% superior à variância de progênies de meios-irmãos, o que

evidencia grande divergência entre os locais e um comportamento diferencial das progênies nesses locais. Essa divergência, ocasionada principalmente pelas diferenças nas condições pluviométricas, fez aumentar a diferença em relação a Propriá, prejudicando seriamente a seleção das progênies na média dos dois ambientes (Tabela 6).

A herdabilidade no sentido restrito referente a progênies de meios-irmãos, à semelhança dos ciclos anteriores, alcançou valores superiores ao grau de herdabilidade no sentido restrito referente à seleção massal, nos dois locais e na média deles, o que indica, mais uma vez, que a seleção entre progênies de meios-irmãos deve ser mais eficiente que a seleção massal, o que concorda com os resultados obtidos por Pacheco (1987). Os valores locais obtidos no tocante aos coeficientes de variação genética variaram muito – de 6,90 e 13,20% em Propriá e Poço Verde, respectivamente –, não se correlacionando com as estimativas obtidas a respeito da variância genética entre progênies. Foi verificado que em Poço Verde, tanto a produtividade média como a variância genética entre progênies foram menores, mas neste local, o coeficiente de variação genética foi maior, o que evidencia que a manifestação genética entre as progênies foi maior. Na média dos locais, o valor deste coeficiente foi de 2,10%, menor que o limite inferior relatado por Ramalho (1977).

O ganho esperado com a seleção entre as progênies, praticando-se a intensidade de seleção semelhante à realizada nos ciclos anteriores, foi de 7,50 e 13,40%, o que corresponde a 8,80 e 4,20 g/planta, em Propriá e Poço Verde, respectivamente. Considerando a média dos locais, obteve-se uma estimativa bastante baixa (0,80%), que inviabilizou a seleção nessas condições. Resultado semelhante foi obtido com a seleção dentro de progênies, tendo sido encontradas estimativas de ganho de 3,70%; 6,40 e 0,30% em Propriá, Poço Verde e na média dos locais, respectivamente.

CONCLUSÕES

1. Detectou-se, através das estimativas dos parâmetros genéticos, suficiente variabilidade para

continuidade com o programa de melhoramento na população de milho CMS 28.

2. A estimativa do progresso médio obtido com os três ciclos de seleção foi de 10,60%, o que evidencia o potencial genético da população para aumento da produção.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, P.A. de. **Avaliação de progênies de meios-irmãos da população de milho CMS-39 em diferentes condições de ambiente.** Lavras: ESAL, 1986. 68p. Tese de Mestrado.
- CARVALHO, H.W.L. de. **Avaliação de cultivares de milho no Estado de Sergipe. II - Ensaio de rendimento, 1986 e 1987.** Aracaju: EMBRAPA-CNPq, 1988. 27p. (EMBRAPA-CNPq. Boletim de Pesquisa, 3).
- CARVALHO, H.W.L. de; SERPA, J.E.S. **Comportamento de cultivares de milho no Estado de Sergipe. I - Ensaio estaduais de rendimento, 1982, 1984 e 1985.** Aracaju: EMBRAPA-CNPq, 1987. 32p. (EMBRAPA-CNPq. Boletim de Pesquisa, 1).
- COCHRAN, G.W.; COX, C.M. **Experimental designs.** 2. ed. New York: J. Wiley, 1957. 611p.
- CUNHA, M.A.P. **Avaliação do método de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no melhoramento de milho (*Zea mays* L.).** Piracicaba: ESALQ, 1968. 92p. Tese de Mestrado.
- CUNHA, M.A.P. **Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos de milho (*Zea mays* L.) ESALQ HV-1.** Piracicaba: ESALQ, 1976. 84p. Tese de Doutorado.
- LIMA, M. **Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos na população de milho (*Zea mays* L.) ESALQ VD-2.** Piracicaba: ESALQ, 1977. 71p. Tese de Mestrado.
- PACHECO, C.A.P. **Avaliação de progênies de meios-irmãos da população de milho CMS-39 em diferentes condições de ambiente - 2º ciclo de seleção.** Lavras: ESAL, 1987. 109p. Tese de Mestrado.
- PATERNIANI, E. **Selection among and within half-sib families in a Brazilian population of maize (*Zea mays* L.).** *Crop Science*, v.3, p.212-216, 1967.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental.** 8. ed. São Paulo: Nobel, 1978. 450p.
- RAMALHO, M.A.P. **Eficiência relativa de alguns processos de seleção intra-populacional no milho baseados em famílias não endogamas.** Piracicaba: ESALQ, 1977. 122p. Tese de Doutorado.
- RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPq, v.3, p.21-132, 1986.
- SANTOS, M.X. dos. **Estudo do potencial genético de duas raças brasileiras de milho (*Zea mays* L.) para fins de melhoramento.** Piracicaba: ESALQ, 1985. 186p. Tese de Doutorado.
- SANTOS, J.P.O.; ARAÚJO, M.R.A. de; MACIEL, G.A.; LIRA, M. de A. **Comportamento de genótipos de milho no Estado de Pernambuco. I - Estabilidade de produção e correlação.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MILHO E SORGO, 16., 1986, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: [s.n.], 1986. p.71-72.
- SILVA, S. **Seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no milho Cateto Colombia Composto.** Piracicaba: ESALQ, 1969. 74p. Tese de Mestrado.
- TORRES SEGOVIA, R. **Seis ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos no milho (*Zea mays* L.) centralmex.** Piracicaba: ESALQ, 1976. 98p. Tese de Doutorado.
- VENCOVSKY, R. **Herança quantitativa.** In: PATERNIANI, E., (Ed.). **Melhoramento e produção de milho no Brasil.** Piracicaba: ESALQ, 1978. cap. 5, p.122-201.
- ZINSLY, S.R. **Estudo comparativo entre a seleção massal e a seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos em milho (*Zea mays* L.).** Piracicaba: ESALQ, 1969. 88p. Tese de Doutorado.