

# TRÊS CICLOS DE SELEÇÃO ENTRE E DENTRO DE PROGÊNIES DE MEIOS-IRMÃOS NA VARIEDADE DE MILHO BRS ASSUM PRETO

Hélio Wilson Lemos de Carvalho<sup>1</sup>, Maria de Lourdes da Silva Leal<sup>1</sup>  
e Manoel Xavier dos Santos<sup>2</sup>

**RESUMO:** Durante os anos agrícolas de 1998, 1999 e 2000 foram praticados três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos na variedade de milho BRS Assum Preto, no Nordeste brasileiro, com o intuito de se obter uma variedade melhor adaptada às condições edafoclimáticas da região. As avaliações das 196 progênies de meios-irmãos, de cada ciclo, foram feitas em blocos ao acaso com duas repetições. A parcela constou de uma fileira de 5,0 m de comprimento, com espaços de 0,9 m entre fileiras e 0,2 m entre covas dentro, das fileiras. A variabilidade genética manteve-se constante nos ciclos III e IV, mas aumentou no ciclo IV para o ciclo V. As magnitudes da variância genética aditiva, dos coeficientes de herdabilidade e de variação genética, associadas às altas médias de produtividades das progênies, são indicadoras do grande potencial dessa variedade em um programa de melhoramento. O ganho médio esperado com a seleção entre e dentro de progênies, por ciclo de seleção, também expressa essa variabilidade, sendo de 20,2 % ciclo/ano.

**Palavras-chave:** *Zea mays* L., melhoramento intrapopulacional, progresso genético.

## THREE SELECTION CYCLES AMONG AND WITHIN HALF SIB FAMILIES IN THE MAIZE VARIETY BRS ASSUM PRETO

**ABSTRACT:** During the agricultural years of 1998, 1999 and 2000 were carried out three selection cycles among and within half sib families in the maize variety BRS Assum Preto with the objective of obtaining a better variety with adaptation to the edafoclimatic conditions of the Northeast Brazilian region. The 196 half sib families from each cycle were evaluated in the randomized blocks design with two replications. The experimental plot was formed by one line with 5 m of length spaced with 0,9 m among lines and with 0,20m between plants within lines. The genetic variability stayed constant in the cycles III and IV, and it was observed an increment of that variability from the cycle IV for the cycle V. The magnitudes of the additive genetic variance and the heritability coefficients associated to high means productivities of the families are indicative of the big potential for breeding purposes for this population. The expected mean genetic gain with the selection among and within the families, for each selection cycle, expressed also the genetic variability being 20.2% by cycle/year.

**Key-words:** *Zea mays* L., intrapopulational improvement, genetic progress.

<sup>1</sup>Eng. Agr., M.Sc. pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Av. Beira-Mar, 3250, Caixa Postal 44, CEP 49001-970, Aracaju, SE. E-mail: helio@cpac.embrapa.br

<sup>2</sup>Eng. Agr., M.Sc. pesquisador da Embrapa Mandioca e Sorgo. E-mail: xavier@cnpm.embrapa.br

## INTRODUÇÃO

As áreas de domínio do semi-árido do Nordeste brasileiro, com uma extensão de 754.6000 km<sup>2</sup>, cobrem 49% das terras dessa região (AGUIAR *et al.*, 1981), sendo caracterizadas, entre outros fatores, pelas baixas precipitações pluviométricas, com distribuição irregulares de chuvas, o que, com certa frequência, provoca as frustrações de safras. Os sistemas de produção em uso no semi-árido se caracterizam por uma agricultura de subsistência, em que a produção agrícola visa essencialmente a alimentação familiar, sendo o milho amplamente consumido na alimentação humana e animal. Aliado a esses fatores, a difícil situação sócio-econômica dos pequenos e médios produtores rurais dessa região, onde a limitação de capital exerce importância expressiva na não adoção de tecnologias de produção, faz com que a produtividade média do milho seja baixa no semi-árido nordestino.

Nesse contexto, é de extremo interesse o desenvolvimento de variedades de milho adaptadas às condições de clima e solo da região e dotadas de atributos agronômicos desejáveis, como a superprecocidade, para fins de recomendação. Outro fato importante a ser considerado no Nordeste brasileiro é o estado de desnutrição de grande parte da população de baixa renda, provocada por um déficit protéico. Assim sendo, a utilização de variedades de ciclo curto e de alta qualidade protéica trará benefícios para a região, pela produção de alimentos de melhor balanço nutricional e formulação de rações mais baratas, com menor suplementação de concentrados protéicos (GAMA *et al.*, 1999).

Apesar de inúmeros trabalhos comprovarem o maior valor nutricional na alimentação humana e de animais monogástricos das variedades de milho opaco-2, estas não foram bem aceitas pelos agricultores, por serem mais leves, apresentarem menor produtividade, terem grãos com textura farinácea, serem mais susceptíveis às pragas e doenças de grãos armazenados (Mertz, 1994, citado por PACHECO *et al.*, 1999). Superados os problemas associados ao opaco-2, por meio da introdução de genes modificadores de endosperma e seleção contínua para grãos vítreos (Vasal *et al.*, 1980, citados por PACHECO *et al.*, 1999), novas variedades de milho denominadas de alta qualidade protéica foram

desenvolvidas. Essas variedades reúnem as boas qualidades de grãos vítreos e de maior densidade do milho comum com a qualidade protéica de grãos de milho opaco, ou seja, a alta produtividade com proteína de maior valor biológico (PACHECO *et al.*, 1999).

Dentre elas, a variedade de milho Assum Preto associa as características de superprecocidade e de alta qualidade protéica, tendo, portanto, considerável importância para o semi-árido do Nordeste brasileiro. A boa adaptação dessa variedade nessa região tem sido destacada por CARVALHO *et al.* (2000a), em setenta e cinco ambientes do Nordeste brasileiro. Aliada a essa característica, CARVALHO *et al.*, (2000b) concluíram, após praticar três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, que essa variedade apresenta grande potencial em responder à seleção para aumento da produtividade de espigas, com o desenvolver de novos ciclos de seleção. Dessa forma, deu-se continuidade ao programa de melhoramento com essa variedade, utilizando-se o método de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos.

O sucesso desse método vem sendo assinalado por diversos autores quanto à variância genética aditiva e ao progresso esperado por seleção para a produtividade de grãos. Trabalhos realizados no Brasil (SEGOVIA, 1976; SAWAZAKI, 1979; SANTOS e NASPOLINI, 1986; PACHECO 1987 e 1998; CARVALHO *et al.*, 1998 a, 1998b e 2000c) mostraram a existência de variabilidade genética após sucessivos ciclos de seleção, e a presença de ganhos genéticos contínuos com o uso desse método. RAMALHO (1977), em um levantamento realizado no Brasil, até 1976, mostrou que os valores referentes à variância genética aditiva, do caracter peso de grãos, oscilaram de 41,0 (g/planta)<sup>2</sup> a 758,0 (g/planta)<sup>2</sup>, com média de 420,0 (g/planta)<sup>2</sup>, e enfatiza que esta é a parte herdável da variância genética, a única aproveitável na seleção. HALLAUER & MIRANDA FILHO (1988), em um levantamento feito no exterior, também comprovaram a eficiência desse método de seleção, comentando que ele é capaz de manter suficiente variabilidade genética para propiciar progressos no decorrer dos ciclos de seleção.

Dessa forma, desenvolveu-se este trabalho visando estimar parâmetros genéticos em três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos na variedade de milho BRS Assum Preto, a fim de

verificar o comportamento da variabilidade genética para a característica peso de espiga e obter informações quanto a tomada de decisão sobre a possibilidade de adotar ou não o método.

## MATERIAL E MÉTODOS

Após ser submetida a três ciclos de seleção entre e dentro de progênies de meios-irmãos, no período de 1995 a 1997 (CARVALHO *et al.*, 2000 b), no Nordeste brasileiro, deu-se continuidade ao programa de melhoramento intrapopulacional com a variedade Assum Preto. No início do ano agrícola de 1998, 196 progênies de meios-irmãos dessa variedade foram retiradas de um campo de recombinação. Essas progênies deram seqüência ao programa de melhoramento, desenvolvendo-se o ciclo III, em Neópolis e Umbaúba (1998), o ciclo IV em Neópolis e Nossa Senhora das Dores (1999) e o ciclo V (2002), em Nossa Senhora das Dores. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com duas repetições. Cada parcela constou de uma fileira de 5,0 m de comprimento, a espaços de 0,9 m entre fileiras e 0,2 m entre covas, nas fileiras. Foram colocadas três sementes por cova, deixando-se após o desbaste, uma planta por cova. A variedade BRS033 Asa Branca foi utilizada como testemunha nos ensaios. Após a realização dos ensaios, dentro de cada ano agrícola, as quarenta progênies com melhores produtividades de espigas foram submetidas a análise de laboratório, na Embrapa - CNPMS, para determinação dos teores de triptofano e lisina e selecionadas vinte progênies a cada ciclo, considerando os teores de aminoácidos essenciais e produtividade média de grãos, correspondendo a uma intensidade de seleção de 10% entre progênies. As progênies selecionadas foram recombinadas em lotes isolados por despendoamento, dentro do mesmo ano agrícola, onde foram selecionadas 196 novas progênies de meios-irmãos para iniciar o ciclo seguinte com a mesma intensidade de seleção dentro de progênies. Todos os ensaios e campos de recombinação receberam adubação de acordo com os resultados das análises de solo das áreas experimentais.

Em todos os ensaios, foram tomados os pesos de espigas, os quais foram ajustados para o nível de 15% de umidade. Realizou-se, inicialmente, a análise por local, obedecendo ao modelo em blocos ao acaso.

A seguir, efetuou-se a análise de variância conjunta, obedecendo ao critério de homogeneidade dos quadrados médios residuais. Os quadrados médios da análise de variância foram ajustados para o nível de indivíduos, e obtiveram-se todas as variâncias nesse nível e expressas em  $(g/planta)^2$ , conforme VENCOVSKY (1978).

Para a estimação dos componentes da variância foram consideradas as esperanças dos quadrados médios. Estimou-se o coeficiente de herdabilidade no sentido restrito no nível de médias de progênies ( $h^2_m$ ) pela relação  $\sigma_p^2/\sigma_F^2$ , em que  $\sigma_p^2$  é a variância genética entre progênies de meios-irmãos e  $\sigma_F^2$  é a variância fenotípica entre médias  $\sigma_A^2/\sigma_P^2$ , em que  $\sigma_A^2$  é a variância genética aditiva e  $\sigma_P^2$  equivale à soma das variâncias genotípica entre progênies e fenotípica dentro de progênies, sendo esta última correspondente a  $\sigma_d^2 = 10\sigma_e^2$ . O índice  $b$  é dado pelo quociente  $CVg/CVe$ , em que  $CVg$  é o coeficiente de variação genética e  $CVe$  é o coeficiente de variação experimental.

A estimativa do progresso genético esperado em cada ciclo de seleção foi feita pela fórmula

$$Gs = i \left( (0,25 \sigma_A^2 / \sigma_F^2 + P (0,75 \sigma_A^2 / \sigma_d^2)) \right)$$

Sendo  $i = 1,755$  e  $p = 0,5$ . Considerou-se também a relação  $\sigma_d^2 = 10 \sigma_e^2$  por não se dispor de dados de plantas individuais (WEBEL & LONQUIST, 1967)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela I apresenta os resultados das análises de variância conjuntas (ciclos III e IV) e por local (ciclo V), podendo-se constatar diferenças significativas entre as progênies, dentro de cada ciclo de seleção, revelando a presença de variabilidade entre elas. Os valores dos coeficientes de variação encontrados conferem boa precisão aos experimentos (SCAPIM *et al.*, 1995). Obteve-se também evidência da interação progênies x locais nesses ciclos de seleção, o que indica comportamentos diferenciados das progênies em face das variações ambientais. A importância dessa interação tem sido relatada em diversos trabalhos similares de melhoramento (SANTOS *et al.*, 1998; PACHECO *et al.*, 1998; CARVALHO *et al.*, 2000c e 2000d).

As produtividades médias obtidas com as 196 progênies avaliadas foram de 4.856 k/ha, no ciclo III, 5.288 k/ha, no ciclo IV e 4.996 k/ha, no ciclo, o que

**Tabela I** - Quadrados médios das análises de variância e coeficientes de variação em três ciclos de seleção de progênes da população de milho CMS-52. Região Nordeste do Brasil, de 1998 a 2000

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios		
		Ciclo III	Ciclo IV	Ciclo V
Progênes	195	682,0**	635,0**	617,6**
Progênes X local	195	392,2**	351,3**	-
Erro residual	195	-	-	130,4**
Erro médio	390	93,6	144,4	-
Médias		94,7	105,1	93,7
C. V. (%)		10,2	11,4	12,2

<sup>1</sup> Ciclo III: Umbaúba e Neópolis, 1998; ciclo IV: N. Sra. das Dores e Neópolis, 1999 e ciclo V: N. Sra. das Dores, 2000.

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

atesta a alta capacidade produtiva da variedade BRS Assum Preto (Tabela II). Nota-se também que as produtividades relativas a testemunha BR 106 foram de - 4%, no ciclo III, - 2%, no ciclo IV e -4%, no ciclo V. As progênes selecionadas superam a testemunha em 10%, 19% e 18%, respectivamente, nos ciclos III, IV e V. O ciclo V apresentou produtividade relativa semelhante ao encontrado no ciclo III. Entretanto, a superioridade do ciclo V em relação ao ciclo III, pode ser notada pela comparação entre as produtividades médias obtidas com as progênes selecionadas.

As estimativas dos parâmetros genéticos referentes a todos os ciclos de seleção são mostrados na Tabela III. Nota-se que as magnitudes dessas estimativas mantiveram-se constantes nos ciclos III e IV, registrando-se um acréscimo da variabilidade genética do ciclo IV para o ciclo V. Ressalta-se que as estimativas obtidas nos ciclos III e IV provêm da média de dois locais, estando, portanto, pouco influenciadas pela interação progênes x locais. As estimativas encontradas no ciclo V, provenientes de apenas um local, podem estar superestimadas pelo fato do

**Tabela II** - Produtividade média das progênes avaliadas e selecionadas nos ciclos III, IV e V e da testemunha BR 5033. Região Nordeste do Brasil, 1998 a 2000

Ciclo <sup>1</sup>	Material	Produtividade média	Porcentagem em relação
		(k/ha)	À testemunha
III	BR 5033	5.070	100
	Progênes avaliadas	4.856	96
	Progênes selecionadas	5.563	110
IV	BR 5033	5.390	100
	Progênes avaliadas	5.288	98
	Progênes selecionadas	6.396	119
V	BR 5033	5.180	100
	Progênes avaliadas	4.996	96
	Progênes selecionadas	6.154	118

<sup>1</sup> Ciclo III- Neópolis e Umbaúba, ciclo IV- Nossa Senhora das Dores e Neópolis e ciclo V- Nossa Senhora das Dores.

**Tabela III.** Estimativas obtidas referentes às variâncias genéticas entre progênes ( $\sigma_p^2$ ), aditiva ( $\sigma_A^2$ ) e da interação progênes X locais ( $\sigma_{pxl}^2$ ), coeficientes de herdabilidade no sentido restrito com médias de progênes ( $h_m^2$ ), para a seleção massal ( $h^2$ ) e de variação genética (C.Vg) e ganhos genéticos entre e dentro de progênes de meios-irmãos (Gs)<sup>2</sup>, considerando o caracter peso de espigas, para a população de milho BRS Assum Preto. Região Nordeste do Brasil, 1998 a 2000

Ciclo <sup>1</sup>	$\sigma_p^2$	$\sigma_A^2$	$\sigma_{pxl}^2$	$H_m^2$	$H_m^2$	C.Vg	b	Gs <sup>2</sup> entre		Gs dentro	
	.....(g/pl) <sup>2</sup> .....			.....%.....				G/pl	%	G / pl	%
III	72,4	289,6	149,3	42,4	31,0	8,9	0,8	6,3	6,6	7,5	7,9
IV	70,9	283,6	103,5	44,7	22,4	11,4	0,7	9,7	9,2	5,9	5,6
V	243,6	974,4	-	78,9	78,1	16,6	1,4	17,1	18,2	12,1	12,9

<sup>1</sup>Ciclo III: Umbaúba e Neópolis; ciclo IV: Neópolis e N. Sra. das Dores; ciclo V: N. Sra. das Dores.

<sup>2</sup>Para cálculo dos ganhos, considerou-se a relação  $s2d = 10s2e$ .

componente de variância devido a interação progênes x local não poder ser isolado (HALLAUER & MIRANDA FILHO, 1988. PACHECO (1987) e CARVALHO *et al.*, (1998b e 2000c) também obtiveram valores mais expressivos de estimativas de parâmetros genéticos nas avaliações realizadas em um local. Verificou-se que a variação detectada na variância genética aditiva acompanhou a detectada para a variância genética entre progênes, registrando-se valores mais elevados no ciclo V, quando a seleção foi efetuada em um local. Os valores encontrados para a variância genética aditiva nos ciclos III e IV, estão dentro dos limites do intervalo levantado por RAMALHO (1977), e são compatíveis com aqueles relatados por PACHECO (1987) e CARVALHO *et al.* (1998 a, 1998b, 2000b e 2000c), na média de dois locais, e retratam a variabilidade genética da cultivar BRS Assum Preto. Apesar de se constatar na literatura uma redução nas estimativas dessas variâncias do ciclo original para os demais ciclos de seleção (WEBEL & LONQUIST, 1967; PATERNIANI, 1968; SEGOVIA, 1976; SAWAZAKI, 1979; SANTOS & NASPOLINI FILHO, 1986 e CARVALHO *et al.*, 1998 a, 1998b), RAMALHO (1977) ressalta que a ocorrência desse fato é devida a utilização máxima da variabilidade livre existente no ciclo inicial de seleção e que corresponde à segregação entre blocos poligênicos. A partir do primeiro ciclo é utilizada a variabilidade latente, presente dentro de blocos poligênicos e que vai sendo liberada progressivamente através de permuta genética. Segundo PATERNIANI (1968), apesar desse método reduzir muito a variância aditiva, sobretudo no primeiro ciclo de seleção, tem-se observado ganhos altamente satisfatórios no decorrer dos ciclos de seleção, a

exemplo dos obtidos por WEBEL & LONQUIST (1967), SANTOS & NASPOLINI FILHO (1986) e CARVALHO *et al.*, 1998 a, 2000c e 2000d).

A magnitude da variância da interação progênes x locais evidencia divergência entre os locais, nos ciclos III e IV (Tabela III). Segundo HALLAUER & MIRANDA FILHO (1988), esse componente das variâncias pode atingir mais de 50% do valor da estimativa da variância genética entre progênes.

Os valores dos coeficientes de herdabilidade no sentido restrito para médias de progênes de meios-irmãos ( $h_m^2$ ) em todos os ciclos de seleção, foram mais elevados que os valores expressos para a seleção massal ( $h^2$ ), (Tabela III), evidenciando que a seleção na média de progênes de meios-irmãos deve ser mais eficiente que a seleção massal para o presente caso, concordando com os resultados obtidos por PACHECO (1987) e CARVALHO *et al.* (2000b e 2000 c). Os valores dos coeficientes de variação genética refletem boa variação entre as progênes, sendo mais expressiva no ciclo V. Os valores dos índices b revelam boa condição para a seleção de genótipos superiores, conforme sugere VENCOVSKY (1978).

Os ganhos estimados com a seleção entre e dentro de progênes de meios-irmãos foram de 6,6% e 7,9%, totalizando 14,5%, no ciclo III; 9,2% e 5,6%, totalizando 14,8%, no ciclo IV e 18,2% e 12,9%, totalizando 31,1%, no ciclo V. Supõe-se que as diferenças nos ganhos esperados nos ciclos III e IV, em relação ao ciclo V, deveu-se, principalmente, ao fato de o ciclo V ter sido realizado em um local,

capitalizando a interação progênies x locais. Os valores encontrados nos ciclos III e IV, na média de dois locais, superaram aqueles relatados por CARVALHO *et al.* (1998b, 2000c e 2000d), também obtidos na média de dois locais.

## CONCLUSÕES

As estimativas dos parâmetros genéticos das progênies nos três ciclos de seleção associadas as produtividades médias de espigas nas progênies e aos ganhos genéticos obtidos ressaltam o potencial da variedade BRS Assum Preto e sua importância na continuidade do programa de melhoramento, bem como a eficiência da seleção recorrente fenotípica entre e dentro de progênies de meios-irmãos em aumentar o rendimento

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, P.A.A.; MENEZES, E.A.; SANTOS, M.X. dos. **Breve caracterização da Região Nordeste do Brasil principais sistemas produtivos da região semi-árida** Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1981. 17 p.
- 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, 2000 b.
- CARVALHO, H.W.L. de; LEAL, M. de L. da S.; SANTOS M.X. dos; MONTEIRO, A.A.T.; CARDOSO, 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, 2000 a.
- 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, 2000 c.
- 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, 2000d.
- 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 no Nordeste brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.4, p.441-448, 1998b.
- GAMA, E.E.G.; MEIRELES, W.F.; PARENTONI, S.N.; PACHECO, C.A.P.; SANTOS, M.X. dos; CORREIA, L.A. A situação atual da cultura do milho no Brasil- Produção e Pesquisa. In: REUNION LATINOAMERICANA DEL MAIZ, 28º, 1999, Sete Lagoas, M.G. **Memórias ...Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo/ CIMMYT**, 1999. p.27-34.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA FILHO, J.B. **Quantitative genetics in maize breeding**. 2. Ed. Ames: Iowa State University Press; 1988., 468 p.
- 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. 100p. **Dissertação de Mestrado**.
- PACHECO, C.A.P.; GAMA, E.E.G.; GUIMARÃES, P.E. de O.; SANTOS, M.X. dos.; FERREIRA, A. de S. Estimativas de parâmetros genéticos nas populações CMS 42 e CMS 43 de milho pipoca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.12, p.1995-2001, 1998.

- PACHECO, C.A.P.; GUIMARÃES, P.E. de O.; PARENTONI, S.N.; LOPES, M.A.L.; SANTOS, M.X. dos; GAMA, E.E.G.; VASCONCELOS, M.J.V.; CORREIA, L.A.; MEIRELES, W.F. O desenvolvimento de milho de alta qualidade nutricional no Brasil. In: REUNION LATINOAMERICANA DEL MAIZ, 28°, 1999, Sete Lagoas, M.G. **Memórias...Sete Lagoas: Embrapa milho e Sorgo/CIMMYT**, 1999. p.13-25.
- 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.**
- 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.; GUIMARÃES, P.E. de O.; PACHECO, C.A.P.; FRANÇA, G.E.; PARENTONI, S.; GAMA, E.E.G.; LOPES, M.A. Melhoramento intrapopulacional no Sintético Elite NT para solos pobres em nitrogênio. I. Parâmetros genéticos de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.1, p.55-61, 1998.
- 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, n.2, p.307-319, 1986.
- SAWAZAKI, E. Treze ciclos de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos para a produção de grãos no milho IAC-Maya. Piracicaba: ESALQ, 1979. 99p. **Dissertação de Mestrado.**
- 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.
- SEGÓVIA R.T. 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, 1978. Cap. 5, p.122-201.
- 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.