

## EFEITO DA SELEÇÃO GAMÉTICA NO DESEMPENHO DO MILHO

EDUARDO AUGUSTO BIGNOTTO<sup>1</sup>, MAGNO ANTONIO PATTO RAMALHO<sup>2</sup>, PEDRO HÉLIO ESTEVAM RIBEIRO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agr., M. S., Depto de Biologia, Universidade Federal de Lavras. Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG. E-mail: eduardo.bignotto@bayerseeds.com.br (autor para correspondência)

<sup>2</sup>Professor., Dr., Depto de Biologia, Universidade Federal de Lavras. Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG.

<sup>3</sup>Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo. Caixa Postal 151, CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG.

*Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.2, n.2, p.82-89, 2003*

**RESUMO** - Com o objetivo de verificar se a posição da semente na espiga afeta diferentemente a produtividade e outros caracteres da planta e se essa diferença pode ser ampliada por meio de ciclos seletivos, foi conduzido o presente trabalho. Para isto, na safra 1995/1996, foram semeadas, em lote isolado, cerca de 3.000 plantas da população CMS-39 e, por ocasião da colheita, tomadas 300 espigas ao acaso. De cada espiga, foram coletadas sementes das extremidades e, posteriormente, as sementes da ponta de cada espiga foram misturadas e o mesmo foi realizado com as sementes da base. Esse procedimento foi repetido de modo análogo por cinco ciclos seletivos. As dez subpopulações, cinco da ponta e cinco da base, foram avaliadas em experimentos conduzidos nas safras 2000/2001 e 2001/2002. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com seis repetições, segundo esquema de parcelas subdivididas. Os tratamentos nas parcelas foram os cinco ciclos seletivos e, nas subparcelas, a origem das sementes, ponta ou base. Foram considerados os caracteres número de dias para o florescimento masculino e feminino, altura de espiga e produtividade de grãos. Constatou-se que a origem da semente da ponta ou da base não alterou a expressão de vários caracteres avaliados e não foi possível, com a precisão experimental obtida, detectar efeito da seleção indireta para o vigor de pólen pela posição dos grãos na espiga, em todos os caracteres considerados.

**Palavras chaves:** seleção gamética, ganho com seleção, desempenho.

## EFFECT OF GAMETAL SELECTION ON CORN PERFORMANCE

**ABSTRACT** - If the kernels from the base of the ear are selected, the most vigorous pollens are indirectly being selected, considering that seeds placed at the base of the ear will have a better genetic constitution, because they are pollinated by more vigorous gametes. The length of the silk from the embryo sacs at the base is longer, compared to the length of those placed in the apex of the ear since each inflorescence receives thousands of pollen grains that certainly compete against each other. To test this hypothesis, the objective of the present work was to verify if the position of the kernel in the ear affected the grain yield and other traits of the plant differently and if that difference could be enlarged among the selective cycles. For this, in 1995/1996, 3.000 plants of the CMS-39 population were sowed in isolation and 300 ears were selected randomly. From each ear, kernels were collected from approximately three centimeters of the extremities. The ones from the apex were mixed and the same was done with those from the base. This procedure was repeated in five selective cycles in a similar way. The 10 subpopulations, five from the apex and five from the base, were evaluated in trials carried out in

2000/2001 and 2001/2002. The experimental design used randomized blocks with six replications in a split-plot scheme. The plots constituted the five selective cycles and the sub-plots the origin of the kernels, apex or base. The traits evaluated were the number of days for male and female flowering, ear height and grain yield. It was verified that the origin of the kernels from apex or base did not alter the expression of the evaluated traits. It was not possible, from the experimental precision obtained, to detect among all the considered traits, the effect of the indirect selection on the pollen vigor based on the position of the kernels in the ear.

**Key-words:** gametal selection, gain by selection, performance.

A planta de milho apresenta características anatômicas e morfológicas que possibilitam a aplicação de inúmeras alternativas de processos seletivos. Em função desse fato, os melhoristas, ao longo do tempo, têm utilizado a capacidade criativa para desenvolver vários métodos de seleção (Paterniani & Campos, 1999; Souza Junior, 2001). Na literatura, são encontrados muitos resultados de sucesso com esses diferentes métodos aplicados por algumas gerações (Coors, 1999). Contudo, novas alternativas devem ser pesquisadas, procurando associar facilidade de condução do processo e ganhos genéticos expressivos.

Uma opção que ainda tem sido relativamente pouco explorada é utilizar, como unidade seletiva, os grãos de pólen. Isso porque alguns genes se expressam na fase haplóide, permitindo a seleção por meio do pólen (Ottaviano *et al.*, 1982; Landi *et al.*, 1989; Frascaroli *et al.*, 1994). Uma grande vantagem dessa seleção deve-se ao fato de que, com o gameta haplóide, não há possibilidade de os alelos recessivos serem encobertos pelos heterozigotos, quando houver dominância (Frascaroli *et al.*, 1994; Landi *et al.*, 1989). Além do mais, devido ao grande número de grãos de pólen produzidos em cada planta, há possibilidade de manusear milhões de indivíduos (gametas) por geração, ocupando o mínimo espaço. Com base nessas informações, na década de 1970, foi sugerida a utilização da seleção gamética ou seleção de pólen (Hormaza & Herrero, 1992). Essa estratégia já foi utilizada algumas vezes

com sucesso na seleção para tolerância a patógenos (Shivanna & Sawhney, 1993; Darakov, 1995; Hodgkin, 1990) e herbicidas como chlorsulfuron, alachlor e acetochlor (Sari-Gorla *et al.*, 1989; Sari-Gorla *et al.*, 1994; Frascaroli *et al.*, 1995).

Outra opção de condução do processo seletivo utilizando indiretamente os grãos de pólen seria por meio da posição das sementes na espiga. A inflorescência feminina do milho (boneca) apresenta estilos-estigmas de diferentes comprimentos ao longo da espiga, sendo os mais curtos situados na ponta e os mais longos, na base. Sabe-se também que, em média, uma inflorescência é polinizada por algumas centenas de milhares de grãos de pólen e há evidentemente uma forte competição entre eles, pois apenas uma minoria tem sucesso na fertilização. Há estimativas de que, para cada óvulo fertilizado, a planta produz de 9.000 a 50.000 grãos de pólen (Eastham e Sweet, 2002). É esperado, então, que os grãos de pólen mais vigorosos sejam aqueles que fecundem as oosferas da base da inflorescência. Alguns estudos já foram conduzidos visando à comprovação desse fato, mas os resultados não foram conclusivos (Ottaviano *et al.*, 1980; Ottaviano, *et al.*, 1982; Landi & Frascaroli, 1986; Ottaviano *et al.*, 1988; Landi *et al.*, 1989).

Vale salientar que esses estudos foram realizados utilizando cultivares temperadas, que possuem pendão relativamente menor, quando comparadas às cultivares tropicais. Nas cultivares brasileiras que possuem o pendão maior e, conseqüentemente,

maior produção de pólen, a competição entre os grãos de pólen para atingir a fertilização deve ser ainda mais acentuada. Dessa forma, foi realizado o presente trabalho, com os objetivos de verificar se a origem da semente, da ponta ou da base da espiga, afeta diferentemente a produtividade e outros caracteres, e se essa diferença se acentua por meio dos ciclos seletivos.

### Material e Métodos

O material utilizado foi o Composto Nacional CMS 39, desenvolvido pela Embrapa Milho e Sorgo, a partir do intercruzamento de 55 materiais, incluindo híbridos simples, duplos, intervarietais e variedades de polinização aberta, identificados como promissores em ensaios nacionais de cultivares de milho, ao longo de alguns anos (Aguiar, 1986).

A condução dos ciclos seletivos e a avaliação dos experimentos foram realizadas no campo experimental do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras, MG, com altitude de 910 m, latitude de 21°14' S e longitude de 45° 00 W. O solo é classificado como latossolo vermelho distrófico, fase cerrado.

A seleção começou no ano agrícola de 1995/1996, quando foram semeadas, em lote isolado, cerca de 3.000 plantas da população CMS-39 e, por ocasião da colheita, tomadas aproximadamente 300 espigas ao acaso. Posteriormente, foram retiradas as sementes de aproximadamente três centímetros da extremidade de cada espiga (ponta ou base), que originaram as populações referentes ao primeiro ciclo de seleção de sementes da ponta e primeiro ciclo de seleção de sementes da base. Parte dessas sementes foi utilizada na semeadura, para a obtenção do ciclo seguinte e o restante, armazenado em câmara fria.

Na obtenção do segundo ciclo, o procedimento foi semelhante ao anterior, as sementes de cada população foram semeadas em lotes isolados,

com aproximadamente 3.000 plantas. Na colheita, foi realizada a amostragem de aproximadamente 300 espigas por campo. Novamente, da população proveniente de sementes da ponta, foram retiradas as sementes de 3 cm da extremidade superior. Procedimento semelhante foi adotado com a população da base. Parte da semente foi armazenada e o restante utilizado para a obtenção do ciclo seguinte. O terceiro, quarto e quinto ciclos foram obtidos adotando-se o mesmo procedimento.

Utilizando as sementes recém-multiplicadas das dez populações, cinco ciclos da ponta e cinco da base, foram realizadas avaliações em experimentos conduzidos nas safras de 2000/2001 e 2001/2002. Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, segundo esquema de parcelas subdivididas, com seis repetições, sendo que os tratamentos das parcelas foram os ciclos seletivos e das subparcelas, a origem das sementes (ponta ou base). As subparcelas eram constituídas por duas linhas de cinco metros lineares. Em ambos os anos, a semeadura foi efetuada na primeira quinzena do mês de novembro e nos dois experimentos foi adotado o sistema de plantio direto.

As características avaliadas nos dois anos foram número de dias para o florescimento masculino, número de dias para o florescimento feminino, altura média da espiga e peso de grãos.

Para verificar se a resposta aos ciclos seletivos foi linear, procedeu-se à decomposição da fonte de variação ciclos, mesmo para os casos em que o teste de F dessa fonte de variação foi não-significativo, utilizando o método dos quadrados mínimos (Ramalho *et al.*, 2000).

### Resultados e Discussão

O resumo da análise da variância conjunta dos dois anos para todos os caracteres está apresentado na Tabela 1. Observa-se que a fonte de

variação anos foi significativa para os caracteres número de dias do florescimento masculino e feminino e produtividade de grãos. Observa-se também que o efeito de ciclos foi significativo apenas para o caráter número de dias para florescimento masculino ( $P < 0,10$ ). Já a interação anos e ciclos só foi significativa para a produtividade de grãos ( $P < 0,05$ ), evidenciando que, para esse caráter, o comportamento dos ciclos seletivos não foi coincidente nos dois anos de avaliação. Para todos os caracteres, a decomposição da fonte de variação ciclos não foi significativa, exceto para o número de dias para florescimento masculino, em que o efeito de ciclos, na base da espiga, foi significativo ( $P \leq 0,04$ ).

A primeira hipótese deste trabalho era verificar se a produtividade de grãos e outros caracteres

da planta eram afetados pela origem da semente, da ponta ou base. Isso porque é esperado que os grãos de pólen que fertilizam as oosferas situadas na base da espiga, por terem que percorrer uma maior distância e vencer a competição mais intensa, sejam os mais vigorosos (Ottaviano, *et al.*, 1982; Landi & Frascaroli, 1986; Ottaviano *et al.*, 1988; Landi *et al.*, 1989). Observa-se, na Tabela 2, que, na média dos ciclos seletivos, o desempenho foi semelhante. Andrade *et al.* (1974) obtiveram, também em Lavras, resultados semelhantes. Verificaram que o desempenho de plantas de um híbrido duplo comercial não diferiram em função de suas sementes e não foi constatada diferença significativa do efeito do tamanho da semente, exceto que as plantas oriundas de sementes maiores foram mais precoces.

**TABELA 1.** Resumo da análise da variância conjunta dos caracteres número de dias para florescimento masculino (FM), florescimento feminino (FF) altura de espiga em metros (AE) e produtividade de grãos em  $t\ ha^{-1}$  (PG), realizada nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002.

FV	GL	QM							
		FM	P <sup>1</sup>	FF	P	AE	P	PG	P
Ano (A)	1	300,833	(0,00)	258,133	(0,00)	0,004		14,321	(0,00)
Rep/A	10	20,703	(0,00)	23,317	(0,00)	0,254	(0,00)	1,900	(0,03)
Ciclo (C)	4	2,979	(0,10)	0,596		0,006		0,961	(0,34)
<b>Ciclos/ponta</b>	<b>4</b>	<b>1,458</b>	<b>(0,26)</b>	<b>0,733</b>		<b>0,003</b>		<b>0,915</b>	<b>(0,20)</b>
Linear	1	2,133	(0,16)	2,133	(0,32)	0,004	(0,51)	0,111	(0,67)
Desvio	3	1,233	(0,33)	0,267		0,002		1,184	(0,12)
<b>Ciclos/base</b>	<b>4</b>	<b>2,792</b>	<b>(0,04)</b>	<b>0,125</b>		<b>0,019</b>	<b>(0,10)</b>	<b>0,354</b>	<b>(0,67)</b>
Linear	1	6,075	(0,02)	0,075		0,032	(0,07)	0,020	
Desvio	3	1,697	(0,20)	0,142		0,015	(0,21)	0,465	(0,51)
A x C	4	1,979	(0,25)	5,112	(0,16)	0,002		2,133	(0,05)
Erro a	40	1,424		2,904		0,012		0,818	
Posição (P)	1	3,333	(0,04)	4,033	(0,09)	0,007		0,019	
A x P	1	0,300		0,133		0,001		0,664	(0,19)
C x P	4	1,271	(0,15)	0,262		0,016	(0,09)	0,308	
A x C x P	4	0,821	(0,35)	0,696		0,007		0,644	(0,15)
Erro b	50	0,720		1,340		0,008		0,369	
Média		67,67		70,35		1,78		7,36	
CV a (%)		1,76		2,42		6,08		12,29	
CV b (%)		1,25		1,65		4,98		8,25	

<sup>1</sup>Valores entre parênteses representam o nível de significância para o teste de F.

**TABELA 2.** Médias dos ciclos de seleção para os caracteres número de dias para florescimento masculino (FM), número de dias para florescimento feminino (FF), altura de espiga em metros (AE), e produtividade de grãos, em t ha<sup>-1</sup> (PG), obtidas nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002.

Ciclo	FM		FF		AE		PG	
	Ponta	Base	Ponta	Base	Ponta	Base	Ponta	Base
1	67,83	68,00	70,67	70,17	1,79	1,77	7,55	7,50
2	68,42	67,83	70,83	70,33	1,79	1,74	7,00	7,09
3	67,67	67,50	70,50	70,08	1,81	1,73	7,70	7,38
4	67,75	66,75	70,50	70,08	1,77	1,78	7,40	7,26
5	67,50	67,42	70,17	70,17	1,77	1,83	7,20	7,48
Média	67,83	67,52	70,53	70,17	1,79	1,77	7,37	7,34

Verificou-se também que a fonte de variação posição, isto é, que avalia o contraste entre o desempenho médio das plantas provenientes de sementes da ponta ou da base da espiga, só foi significativa para os caracteres número de dias para florescimento masculino ( $P < 0,04$ ) e feminino ( $P < 0,09$ ). Essas observações são comprovadas por meio dos resultados médios apresentados na Tabela 2.

Na Tabela 2 estão os resultados médios dos ciclos de seleção e na Tabela 3 estão apresentadas as estimativas dos ganhos genéticos, considerando a média dos dois anos. Considerando a produtividade de grãos, verificou-se que a resposta aos ciclos seletivos nas populações derivadas de grãos da base foi positiva ( $b = 0,13$  t ha<sup>-1</sup>), com uma estimativa do ganho anual de 0,17%, ao passo que, com grãos da ponta, o mesmo não foi observado. É preciso salientar que a estimativa do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de pequena magnitude e, portanto, o ajustamento dos dados à equação não foi perfeito.

Na literatura, foi encontrado apenas um relato de trabalho realizado de modo semelhante, com a cultura do milho. Nesse trabalho, foram avaliados também cinco ciclos seletivos, utilizando uma população  $F_2$  e sendo considerada uma amostra de 25 sementes da ponta e igual número da base de 100 espigas da população. Também não foi constatada resposta expressiva na produtividade de grãos,

embora fossem detectadas diferenças em outros caracteres (Landi *et al.*, 1989).

É oportuno salientar que o maior interesse era verificar se a diferença na manifestação fenotípica dos vários caracteres das plantas oriundas da ponta ou da base se ampliaria com os ciclos seletivos. Como já comentado, o efeito dos ciclos seletivos não foi eficaz (Tabela 3). Na literatura, há vários relatos de sucesso da seleção dos grãos de pólen (Sari-Gorla & Rovida, 1980; Hormaza & Herrero, 1992; Tejaswini & Ganeshiah, 2001). Mercer (2001); por exemplo, verificou que o pólen proveniente de outra linhagem foi mais eficiente na polinização e no desenvolvimento dos grãos do que aqueles da própria linhagem.

Uma das explicações da não resposta à seleção, nesse trabalho, seria a ausência de variabilidade genética na população. Essa hipótese é pouco provável, haja vista que em várias oportunidades tem sido detectada acentuada variância genética aditiva nessa população, para produtividade de grãos e outros caracteres (Pacheco, 1987; Arriel, 1991; Alves, 2002).

Uma segunda hipótese é que as diferenças a serem observadas em cada ciclo seletivo seriam reduzidas, e com pequena chance, serem detectadas com a precisão experimental obtida. Alguns trabalhos na literatura indicam, principalmente utilizando simulação, que, para se detectarem diferenças

**TABELA 3.** Estimativas dos ganhos genéticos com os ciclos seletivos, para os caracteres número de dias para florescimento masculino (FM), número de dias para florescimento feminino (FF), altura de espiga em metros (AE) e produtividade de grãos em t ha<sup>-1</sup> (PG), obtidas nos anos agrícolas de 2000/2001 e 2001/2002.

Parâmetro	FM		FF		AE		PG	
	Ponta	Base	Ponta	Base	Ponta	Base	Ponta	Base
$\hat{m}$	68,23	68,17	70,93	70,24	1,80	1,72	7,46	7,30
G	-0,133	-0,224	-0,133	-0,025	-0,006	0,016	-0,030	0,013
R <sup>2</sup> (%)	36,57	54,40	72,43	15,00	39,19	42,14	3,04	1,39
g (%)	-0,20	-0,33	-0,19	-0,04	-0,34	0,90	-0,40	0,17

de, por exemplo, 25% ou mais entre a média do melhor tratamento e a testemunha, em experimentos com coeficiente de variação de 15%, seria necessária a utilização de no mínimo, de 12 repetições (Conagin & Zimmermann, 1990, Pimentel Gomes, 2000). Se for considerado o coeficiente de variação estimado neste trabalho, para a produtividade de grãos de 12,3%, em que foram avaliados cinco tratamentos (cinco ciclos seletivos) com seis repetições, só seria possível detectar diferença acima de 25%. Ou seja, só seria possível detectar respostas se o efeito da seleção fosse muito acentuado, acima de 5% por ciclo. Do exposto, mesmo havendo efeito da seleção, com precisão experimental normalmente existente nos experimentos com a cultura do milho, só seria possível detectar diferença se fosse avaliado um maior número de ciclos seletivos, para acentuar a diferença dos últimos ciclos em relação aos primeiros e, mesmo assim, com grande número de repetições no momento da avaliação dos mesmos.

#### Literatura Citada

AGUIAR, P. A. de. **Avaliação de progênies de meios-irmãos da população de milho CMS 39 em diferentes condições de ambiente.** 1986. 69f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.

ALVES, G. F. **Alterações nas propriedades genéticas da população CMS-39 submetida à**

**seleção massal para a prolificidade.** 2002. 69f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

ANDRADE, M. A. de; RAMALHO, M. A. P.; MIRANDA, P. H. N. Influência do tamanho da semente na população de plantas, floração e produção de milho (*Zea mays* L.). **Agros**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 3-10, 1974.

ARRIEL, E. F. **Avaliação de famílias de meios-irmãos da população de milho CMS 39 em duas densidades de semeadura.** 1991. 121f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CONAGIN, A.; ZIMMERMANN, F. J. P. Seleção de materiais nos trabalhos de melhoramento de plantas. II. Poder discriminativo de diferentes testes estatísticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 10, p. 1415-1428, out. 1990.

COORS, J. G. Selection Methodology and heterosis. In: COORS, J. G. E.; PANDEY, S. (Ed.). **The genetics and exploitation of heterosis in crops.** Madison: (ASA / Crop Science Society of American), 1999. p. 225-245.

DARAKOV, O. B. Gametophyte selection of tomatoes for resistance to early blight disease. **Sexual Plant Reproduction**, Berlin, v. 8, n. 1, p. 95-98, 1995.

- EASTHAM, K.; SWEET, J. Genetically modified organisms (GMOs): The significance of gene flow through pollen transfer. Copenhagen: European Environment Agency, 2002. p.38-42. (Environmental Issue Report, 28).
- FRASCAROLI, E.; GALLETTI, S.; LANDI, P. Haplo-diploid gene expression and pollen selection for tolerance to acetochlor in maize. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 88, p. 780-784, 1994.
- FRASCAROLI, E.; LANDI, P.; VILLA, M.; SARI-GORLA, M. Effect of pollen selection for alachlor tolerance in maize. **Crop Science**, Madison, v.35, n.5, p. 1322-1326, Sept./Oct. 1995.
- HODGKIN, T. In vitro pollen selection in *Brassica napus* L. for resistance to phytotoxic compounds from *Alternaria brassicicola* (Schw) Wilts. **Sexual Plant Reproduction**, Berlin, v. 3, p. 116-120, 1990.
- HORMAZA, J. I.; HERRERO, M. Pollen selection. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 83, p. 663-672, 1992.
- LANDI, P.; FRASCAROLI, E. Response to recurrent gametophytic selection. **Maize Genetics Cooperation Newsletter**, Columbia, v. 60, n. 1, p. 28-29, 1986.
- LANDI, P.; FRASCAROLI, E.; TUBEROSA, R.; CONTI, S. Comparison between responses to gametophytic and sporophytic recurrent selection in maize (*Zea mays* L.) **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 77, v.3, p. 761-767, 1989.
- MERCER, J. **Implicações do fenômeno xênia nos programas de melhoramento de milho**. 2001. 53f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- OTTAVIANO, E.; SARI-GORLA, M.; MULCAHY, D. L. Pollen tube growth rates in *Zea mays*: implications for genetics improvement of crops. **Science**, Washington, v. 210, p. 437-438, Oct. 1980.
- OTTAVIANO, E.; SARI-GORLA, M.; PE, E. Male gametophytic selection in maize. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 63, n. 1, p. 249-254, 1982.
- OTTAVIANO, E.; SARI-GORLA, M.; VILLA, M. Pollen competitive ability in maize: within population variability and response to selection. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 76, p. 601-608, 1988.
- PACHECO, C. A. P. **Avaliação de famílias de meios-irmãos da população de milho CMS 39 em diferentes condições de ambiente - 2º ciclo de seleção**. 1987. 109p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras.
- PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. Melhoramento do milho. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 1999. p. 429-485.
- PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14.ed. Piracicaba: Nobel, 2000. 477 p.
- RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. de. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 326p.
- SARI-GORLA, M.; ROVIDA, E. Competitive ability of maize pollen. Intergametophytic effects. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 57, n. 1, p. 37-41, 1980.

- SARI-GORLA, M.; FERRARIO, S.; FRASCAROLI, E.; FROVA, C.; LANDI, P.; VILLA, M. Sporophytic response to pollen selection foralachlor tolerance in maize. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 88, p. 812-817, 1994.
- SARI-GORLA, M.; OTAVIANO, E.; FRASCAROLI, E.; LANDI, P. Herbicide-tolerant corn by pollen selection. **Sexual Plant Reproduction**, Berlin, v. 2, n. 1, p. 65-69, 1989.
- SHIVANNA, K. R.; SAWHNEY, V. K. Pollen selection for Alternaria resistance in oilseed brassicas: Responses of pollen grains and leaves to a toxin of *A. brassicae*. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v. 86, n. 2, p. 339-344, 1993.
- SOUZA JUNIOR, C. L. Melhoramento de espécies alógamas. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 159-199.
- TEJASWINI; GANESHAIAH, K. N. Pollen competition as a plant breeding tool to realise vigorous progeny: testing the feasibility in *Dianthus chinensis* Linn. **Journal of Genetics and Breeding**, Rome, v. 55, n. 1, p. 119-123, 2001.