



Bragantia

ISSN: 0006-8705

editor@iac.sp.gov.br

Instituto Agronômico de Campinas

Brasil

Perito Amorim, Edson; de Souza, João Cândido
Híbridos de milho inter e intrapopulacionais obtidos a partir de populações s0 de híbridos simples
comerciais
Bragantia, vol. 64, núm. 4, 2005, pp. 561-567
Instituto Agronômico de Campinas
Campinas, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90864405>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

HÍBRIDOS DE MILHO INTER E INTRAPOPULACIONAIS OBTIDOS A PARTIR DE POPULAÇÕES S_0 DE HÍBRIDOS SIMPLES COMERCIAIS ⁽¹⁾

EDSON PERITO AMORIM ⁽²⁾; JOÃO CÂNDIDO DE SOUZA ⁽³⁾

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade de se produzir híbridos inter e intrapopulacionais a partir de populações S_0 de híbridos simples comerciais. Foram utilizadas três populações S_0 oriundas dos híbridos simples comerciais P30F45, Dow657 e DKB333B, sendo obtidos 163 híbridos (110 interpopulacionais e 53 intrapopulacionais). A avaliação dos híbridos, em relação à produtividade de grãos, foi realizada no ano agrícola 2003/2004, nos municípios de Lavras e Lambari (MG), em delineamento látice simples 13 x 13, utilizando-se como testemunhas os três híbridos comerciais e suas populações S_0 . Os dados foram submetidos à análise de variância individual e conjunta. A partir das esperanças dos quadrados médios foram estimados alguns parâmetros genéticos e fenotípicos. A depressão por endogamia dos híbridos comerciais também foi estimada. Foram identificados híbridos S_0 interpopulacionais superiores, tanto aos híbridos simples comerciais quanto a suas gerações S_0 , em ambos os locais. Por outro lado, não se identificou nenhum híbrido intrapopulacional superior à média dos híbridos comerciais, devido, em parte, ao número de híbridos intrapopulacionais avaliados, 53 contra 110 híbridos S_0 interpopulacionais. No entanto, foram identificados híbridos S_0 intrapopulacionais com produtividade média de grãos superior a 10 t ha⁻¹. De acordo com os resultados é possível obter híbridos, a partir de populações S_0 de híbridos simples comerciais, com maior produtividade de grãos. Verificou-se também, que híbridos simples comerciais são excelente alternativa para a extração de linhagens, já que, em gerações iniciais de endogamia, a obtenção de híbridos superiores já é viável.

Palavras-chave: *Zea mays*, híbridos, linhagens, rendimento.

ABSTRACT

EVALUATION OF INTER AND INTRAPOPULATIONAL MAIZE HYBRIDS FROM S_0 PROGENIES OF COMMERCIAL SINGLE CROSS HYBRIDS

This work was carried out with the objective of evaluating inter and intrapopulation maize hybrids from S_0 progenies of commercial single cross hybrids. Three S_0 populations from single cross hybrids (P30F45, Dow657 and DKB333B) were used, and 163 hybrids (110 inter and 53 intrapopulational crosses) were obtained. Hybrids were evaluated in Lavras and Lambari (MG), Brazil in relation to the grain yield, using the commercial hybrids and their S_0 as checks in two replicate lattice design (13 x 13). Data were submitted to individual and combined ANOVA. Genotypic and phenotypic parameters were estimated

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 14 de fevereiro de 2005 e aceito em 10 de outubro de 2005.

⁽²⁾ Centro de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Grãos e Fibras, Instituto Agronômico (IAC), Caixa Postal 28, 13001-970 Campinas (SP). E-mail: epamorim@iac.sp.gov.br

⁽³⁾ Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras (UFLA). Campus Universitário, Caixa Postal 776, 37200-000 Lavras (MG). E-mail: cansouza@ufla.br

from expected mean squares. Inbreeding depression in the commercial hybrids were estimated. Some interpopulational hybrids outyielded both commercial hybrids they originated from and their S_0 used as checks, in the two locations. However, yields of all intrapopulation hybrids were lower than the hybrid checks, probably due to the lower number of intrapopulation hybrids (53) as compared to interpopulation hybrids (110). Intrapopulation hybrids of high productivity with average yield of 10 t ha⁻¹ were identified, this demonstrating the possibility of obtaining high yielding hybrids from S_0 populations of single cross hybrids. Single cross hybrids are an excellent alternative for developing inbreds, provide it is possible to obtain superior hybrids from early inbreeding generations.

Key words: *Zea mays*, inbred, grain yield.

1. INTRODUÇÃO

Várias são as opções de populações que podem ser utilizadas para a extração de linhagens para a produção de híbridos. A mais viável, no entanto, parece ser a utilização de híbridos simples comerciais, pois têm a vantagem de já terem sido testados em vários ambientes, associando, dessa forma, alta produtividade com grande proporção de locos favoráveis já fixados.

LIMA et al. (2000) avaliaram 169 famílias $S_{0:1}$, as gerações F_1 , S_0 e S_1 dos híbridos DKB333B, Z8392 e AG1051. Os autores relatam que a variação para produtividade oscilou entre 3,64 t ha⁻¹ para o híbrido Z8392 a 6,51 t ha⁻¹ para o híbrido AG1051. Para os autores, boas linhagens poderiam ser obtidas a partir do híbrido AG1051.

Um trabalho semelhante foi realizado por BISON et al. (2003), avaliando o potencial dos híbridos simples comerciais AG9012 e DKB333 como fontes para a extração de linhagens. Os autores avaliaram 169 famílias $S_{0:1}$ obtidas a partir desses dois híbridos comerciais. Em função das estimativas de média, herdabilidade e ganhos esperados com a seleção, concluiu-se que as duas populações são ótimas alternativas para a extração de linhagens.

Do exposto, pode-se inferir que os híbridos simples comerciais são germoplasmas prioritários para a extração de linhagens em um programa de melhoramento, já que foram extensivamente melhorados, tendo acumulados vários alelos desejáveis.

Recentemente tem sido proposta, com vantagem, a utilização de linhagens com endogamia intermediária ($0 < F < 1$) para a obtenção de híbridos (CARLONE e RUSSEL, 1988; SOUZA JUNIOR., 1995; ARAÚJO, 2000; CARVALHO et al., 2003). Esse método tem como objetivo reduzir os problemas relacionados com a depressão por endogamia que ocorre com as sucessivas gerações de autofecundação, conduzindo à redução no vigor e à queda na produtividade (SOUZA JUNIOR, 2001).

Os híbridos de linhagens parcialmente endogâmicas são uma alternativa aos híbridos tradicionais, uma vez que, por não ser necessária a condução das linhagens até a homozigose completa, o tempo dispensado para a obtenção de sementes é sensivelmente reduzido, possibilitando com isso o fornecimento de sementes de qualidade a um custo mais acessível para pequenos produtores rurais que hoje não têm acesso a híbridos de qualidade, em função do seu alto custo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade de se produzir híbridos inter e intrapopulacionais a partir de populações S_0 de híbridos simples comerciais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas três populações S_0 oriundas dos híbridos simples comerciais P30F45, Dow657 e DKB333B.

Esses híbridos foram autofecundados na área experimental do Departamento de Biologia (DBI), localizado no Campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), MG obtendo-se as três populações S_0 .

As populações S_0 dos três híbridos comerciais foram semeadas na área experimental do DBI/UFLA, no ano agrícola de 2002/2003. As populações foram codificadas como população A (P30F45), população B (Dow657) e população C (DKB333B). Os cruzamentos para a obtenção dos híbridos, a partir das populações S_0 , foram realizados no esquema interpopulacional e intrapopulacional aos pares, sem repetição de plantas. As plantas S_0 de cada população foram intercruzadas duas a duas, obtendo-se os híbridos intrapopulacionais. Foram obtidos também os híbridos interpopulacionais, cada um a partir do cruzamento de uma planta de cada par de populações.

A codificação inter AB, inter BC e inter AC foi utilizada para descrever os híbridos obtidos a partir do intercruzamento, aos pares, entre plantas das

populações A, B e C. Da mesma forma, as codificações intra A, intra B e intra C referem-se ao intercruzamento, aos pares, de plantas dentro de cada população.

A avaliação dos híbridos foi realizada no ano agrícola 2003/2004 nos municípios de Lavras e Lambari, MG.

Foram avaliados 110 híbridos S_0 interpopulacionais (34 AB, 48 AC e 28 BC) e 53 híbridos S_0 intrapopulacionais (17 A, 17 B e 19 C), totalizando 163 híbridos S_0 . Utilizaram-se como testemunhas os três híbridos comerciais e suas respectivas populações S_0 . O delineamento experimental utilizado foi um látice simples 13 x 13. A característica avaliada foi a produtividade de grãos, expressa em $t\ ha^{-1}$.

Cada parcela foi constituída de uma linha de dois metros, no espaçamento de 0,90 m. Foram semeadas oito sementes/metro linear, a fim de garantir a densidade final desejada de cinco plantas/metro, após o desbaste realizado aos 15 dias após a emergência, deixando-se 10 plantas/parcela. Os tratos culturais foram os normalmente empregados na cultura do milho.

Tanto as análises individuais quanto a análise conjunta foram realizadas por meio do software SAS v. 8,1 (SAS INSTITUTE, 2000).

A partir das esperanças dos quadrados médios para a análise conjunta foram estimados alguns parâmetros genéticos e fenotípicos para o caráter produtividade de grãos, por meio do software GENES (CRUZ, 2004). Para as estimativas, as testemunhas foram excluídas da análise. A estimativa do erro associado à herdabilidade foi obtida por meio de método proposto por KNAPP et al. (1985).

Foi estimada a depressão por endogamia entre os híbridos comerciais e suas populações S_0 , por meio da seguinte expressão:

$$D = \frac{(\bar{F}_1 - \bar{S}_0)}{\bar{F}_1} * 100$$

em que: D : depressão por endogamia; \bar{F}_1 : média do híbrido comercial; \bar{S}_0 : média da população S_0 do híbrido comercial.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância conjunta para produtividade de grãos ($t\ ha^{-1}$) está apresentada na Tabela 1. O coeficiente de variação foi alto para a característica (23,92%) e a média ficou em $8,53\ t\ ha^{-1}$.

Ocorreu efeito significativo ($P \leq 0,01$) para a fonte de variação locais, concluindo-se que esses ambientes não são semelhantes. Não se observou efeito significativo para a fonte de variação híbridos x locais, revelando que o comportamento dos híbridos foi consistente nos dois ambientes.

Tabela 1. Resumo da análise de variância conjunta para produtividade de grãos dos híbridos inter e intrapopulacionais

FV	GL	QM
Blocos(locais)	2	0,96 ns
Locais	1	565,47 **
Híbridos	168	23,36 **
Intra x Inter	1	1632,95 **
Inter AB	33	13,97 **
Inter AC	47	8,99 **
Inter BC	27	11,98 **
Intra A	16	12,12 **
Intra B	16	19,81 **
Intra C	18	5,20 ns
Hib. x Test.	1	17,98 *
Entre Inter	2	45,65 **
Entre Intra	2	8,63 ns
Entre Test.	5	48,84 **
Híbridos x Locais	168	4,45 ns
Resíduo	336	4,09
Média ($t\ ha^{-1}$)	-	8,53
CV (%)	-	23,92

Inter: híbridos interpopulacionais. Intra: híbridos intrapopulacionais. Hib: híbridos inter + intrapopulacionais. Test: testemunhas. **: significativo a 5% e 1% pelo teste F. ns: não significativo.

Foi detectado efeito significativo para a fonte de variação híbridos ($P < 0,01$), sugerindo variação para produtividade de grãos dos híbridos. Devido à significância, procedeu-se a decomposição dessa fonte de variação.

Excluindo-se os contrastes intra C e entre intra, em todos ocorreram efeitos significativos, indicando variação para produtividade de grãos, tanto nos híbridos S_0 interpopulacionais quanto nos intrapopulacionais.

Na Tabela 2 estão apresentadas as médias para produtividade de grãos ($t\ ha^{-1}$) dos híbridos S_0 interpopulacionais, intrapopulacionais e das testemunhas, assim como a variação para cada um dos seis grupos de híbridos.

Tabela 2. Número de cruzamentos, produtividade média de grãos ($t\ ha^{-1}$) e variação para produtividade de grãos ($t\ ha^{-1}$) dos híbridos inter e intrapopulacionais, com base na análise conjunta

Tipo	Nº	Produtividade de grãos	Variação
Total	163	8,53	2,99 a 13,14
A X B	34	9,78	4,92 a 13,14
A X C	48	10,03	6,25 a 12,84
B X C	28	8,91	5,56 a 12,01
A X A	17	5,85	2,99 a 9,31
B X B	17	6,55	3,48 a 10,29
C X C	19	6,09	3,43 a 8,82
P30F45 (A)	-	11,11	-
Dow657 (B)	-	9,02	-
DKB333B (C)	-	14,23	-
Média F_1	-	11,45	-
Test. S_0 A	-	4,54	-
Test. S_0 B	-	6,53	-
Test. S_0 C	-	7,11	-
Média S_0	-	6,06	-

Test: testemunhas; S_0 : populações.

A média dos híbridos comerciais utilizados como testemunhas foi de $11,45\ t\ ha^{-1}$ e das populações S_0 de $6,06\ t\ ha^{-1}$. Para o total de híbridos obtidos a partir das três populações S_0 , a variação para produtividade de grãos foi de $2,99\ t\ ha^{-1}$ a $13,14\ t\ ha^{-1}$. Alguns híbridos obtidos a partir das populações S_0 de híbridos simples comerciais foram superiores a essas. Maior número de híbridos superou a população S_0 em comparação com os híbridos comerciais. A média para produtividade de grãos nos cruzamentos interpopulacionais foi 36,5% superior à dos cruzamentos intrapopulacionais, ficando em $9,7\ t\ ha^{-1}$ contra $6,16\ t\ ha^{-1}$ (Tabela 2).

Resultado semelhante foi obtido por CARVALHO (2004), avaliando 90 híbridos S_2 . O autor observou alguns híbridos superiores aos híbridos comerciais utilizados como testemunhas, destacando o potencial dos híbridos S_2 em produzir genótipos superiores a híbridos comerciais com ampla aceitação comercial.

Geralmente, em todos os cruzamentos interpopulacionais vêem-se híbridos S_0 superiores à média dos híbridos comerciais e das populações S_0 originais. Nesse trabalho, de um total de 163 híbridos S_0 , 11,65% superaram a média dos híbridos comerciais utilizados como testemunhas, sendo sete inter AB, dois inter BC e dez inter AC. O híbrido S_0 com maior produtividade de grãos foi identificado no cruzamento inter AB ($13,14\ t\ ha^{-1}$).

Alguns trabalhos avaliando híbridos obtidos a partir de linhagens parcialmente endogâmicas (S_2 ou S_3) têm encontrado resultados que corroboram com os do presente trabalho. Ao avaliar 90 progênies S_2 das populações de milho BR106 e IAPAR-26, ARAÚJO (2000) verificou que a maior média de um híbrido S_2 foi 15,6% superior à média do híbrido P3041 utilizado como testemunha e 35,1% superior à média das populações parentais. Da mesma forma, CARVALHO et al. (2003), avaliando 135 híbridos obtidos a partir de progênies S_2 , verificaram que 17% dos híbridos S_2 x S_2 superaram o híbrido simples DKB333B utilizado como testemunha, enquanto 46% superaram a média do híbrido simples comercial C-435.

SALIN-NETO et al. (2004) avaliaram oito híbridos de milho obtidos a partir de linhagens parcialmente endogâmicas (S_3) em nove municípios do Estado de Goiás, utilizando-se como testemunhas duas variedades (V), dois híbridos simples (HS), dois híbridos duplos (HD) e dois híbridos triplos (HT). A média dos híbridos S_3 x S_3 foi semelhante à média das testemunhas. Por outro lado, comparando-se a média dos três híbridos S_3 x S_3 mais produtivos verificou-se que foi superior em 7%, 16%, 21% e 27% em relação ao HS, HT, HD e V respectivamente.

Nesse trabalho não se identificou nenhum híbrido S_0 intrapopulacional superior à média dos híbridos comerciais utilizados como testemunhas. Foram identificados apenas três híbridos S_0 superiores

somente ao híbrido comercial B (Dow657), sendo um híbrido intra A e dois intra B. Uma possível explicação para esse fato pode estar associada ao número de híbridos S_0 intrapopulacionais avaliados, totalizando 53 contra 110 híbridos S_0 interpopulacionais. Além disso, as altas produtividades dos híbridos comerciais dependeram de elevados valores de heterose provenientes das combinações de linhagens de grupos heteróticos diferentes. O pequeno número de linhagens tomadas nas populações S_0 certamente eram recombinantes das genitoras e, provavelmente, menos contrastantes entre si.

Os híbridos S_0 foram obtidos a partir de três híbridos simples comerciais de empresas diferentes e, portanto, provavelmente, sem parentesco nas linhagens parentais. Para VASAL et al. (1999), é possível obter híbridos intrapopulacionais com desempenho superior, desde que se identifiquem linhagens com boa capacidade específica de combinação. Neste trabalho, devido ao fato de se ter obtido menor número de híbridos intrapopulacionais, a possibilidade de se identificar um híbrido superior ficou reduzida.

Em relação à média das populações S_0 utilizadas como testemunhas, 83,43% dos híbridos S_0 inter e intrapopulacionais apresentaram produtividade de grãos superior.

É interessante destacar que nenhum híbrido S_0 superou a produtividade de grãos do híbrido simples comercial C (DKB333B), que foi de 14,23 t ha⁻¹. Esse híbrido tem se destacado com alta produtividade de grãos em vários trabalhos desenvolvidos no Sul de Minas Gerais, podendo-se inferir que suas linhagens parentais tenham elevada complementaridade e capacidade específica de combinação, dificultando a identificação de novas combinações superiores, em gerações avançadas, deste híbrido (LIMA et al., 2000; SOUZA SOBRINHO, 2001; CARVALHO et al., 2003; CARVALHO, 2004).

Pelos resultados, observa-se ser possível obter híbridos, a partir de populações S_0 de híbridos simples comerciais, com maior produtividade de grãos. É conveniente destacar que híbridos S_0 interpopulacionais, ou seja, oriundos do cruzamento de plantas S_0 de dois híbridos simples diferentes, apresentaram produtividade média de grãos maior que os híbridos S_0 intrapopulacionais, que são obtidos a partir de plantas S_0 do mesmo híbrido comercial.

Verificou-se que híbridos simples comerciais são excelente alternativa para a extração de linhagens, já que, em gerações iniciais de endogamia a obtenção de híbridos superiores já é viável. Alguns trabalhos

têm comprovado a eficiência desse método (LIMA et al., 2000; RAPOSO, 2002; BISON et al., 2003; CARVALHO et al., 2003; CARVALHO, 2004).

As estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para a característica produtividade de grãos, considerando a análise conjunta, está apresentada na Tabela 3. É importante salientar que as estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos foram realizadas excluindo-se as testemunhas. Por meio da razão entre o coeficiente de variação genética e o ambiental maior que a unidade, pode-se perceber que o componente genético é superior, facilitando a seleção para essas características.

Tabela 3. Estimativa do coeficiente de variação genético (CV_g), variância genética (σ_g^2) variância fenotípica (σ_f^2) e herdabilidade (h^2) para produtividade de grãos dos híbridos inter e intrapopulacionais

Parâmetros	Estimativa
CV_g	25,25
CV_g / CV_e	1,05
σ_g^2	4,64
σ_f^2	5,68
h^2 (%)	81,69
LI (%)	76,30
LS (%)	87,03

LI: limite inferior e LS: limite superior para herdabilidade.

A herdabilidade para produtividade de grãos, no sentido amplo, foi de 81,69%, confirmado a diversidade genética entre os híbridos e a possibilidade de obtenção de alguns híbridos superiores. Resultados semelhantes foram encontrados por ANDRADE (1995) na avaliação de híbridos S1 das populações ESALQ-PB1 e SUWAN e por ARAÚJO (2000) avaliando híbridos S2 das populações BR-106 e IAPAR-26.

Esse fato reforça a aplicabilidade de se utilizar híbridos simples comerciais como fonte para a extração de linhagens já que, de acordo com BERNARDO (1991), a correlação entre o desempenho de um indivíduo em gerações precoces e do seu respectivo genótipo em gerações avançadas é função apenas da raiz quadrada da herdabilidade na geração precoce.

A depressão por endogamia entre os híbridos comerciais P30F45, Dow657 e DKB333B e suas populações S_0 está apresentada na Tabela 4. Constatou-se mais uma vez que a alta produtividade do híbrido DKB333B depende da alta complementariedade das linhagens que o geraram. Ao contrário desse híbrido, o Dow657, aparentemente não foi produzido por linhagens tão contrastantes, pelo menos para os genes que se expressaram nos ambientes utilizados e, certamente a partir desse híbrido, aparentemente houve maior chance de seleção de linhagens S_0 que melhor se complementaram.

Tabela 4. Depressão por endogamia dos híbridos comerciais P30F45, Dow657 e DKB333B

Híbridos	Depressão por endogamia
	%
P30F45 (A)	59,13
Dow657 (B)	27,60
DKB333B (C)	50,03

Assim, considerando o processo de seleção de linhagens para a obtenção dos híbridos simples comerciais e também as recombinações e segregações em S_0 , infere-se que maior número de linhagens deve ser utilizado para aumentar a chance de se encontrar combinações intrapopulacionais mais favoráveis.

Os valores observados neste trabalho estão de acordo com os obtidos por ARAÚJO e GERAGE (2002) utilizando nove híbridos comerciais de milho para estimar a depressão por endogamia. Esses nove híbridos e suas gerações S_0 foram avaliados quanto à produtividade de grãos em dois locais. Observaram-se valores de depressão por endogamia de 20% a 66% entre os híbridos.

Resultado semelhante também foi obtido por LOPES et al. (1998), avaliando o efeito da endogamia em gerações avançadas de híbridos simples (HS), híbridos duplos (HD) e híbridos triplos (HT). A redução média de produção de grãos, devido a efeitos depressivos da endogamia, foi de 24% a 67% para HS, de 21% a 55% para HT e de 11% a 51% para HD.

4. CONCLUSÕES

1. Foram identificados híbridos S_0 intrapopulacionais superiores à média dos híbridos comerciais e das populações S_0 utilizadas como testemunhas.

2. Não se observaram híbridos S_0 intrapopulacionais superiores à média dos híbridos comerciais utilizados como testemunhas.

3. Híbridos simples comerciais são excelente alternativa para a extração de linhagens.

4. É viável a obtenção de híbridos superiores em gerações iniciais de endogamia.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. A. C. **Dialelo parcial circulante interpopulacional em milho (*Zea mays L.*) com dois níveis de endogamia dos parentais.** 1995. 134f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- ARAÚJO, P. M. **Dialelo parcial circulante interpopulacional e cruzamento "Top-cross" na avaliação de linhagens parcialmente endogâmicas de milho (*Zea mays L.*)**. 2000. 170f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- ARAÚJO, P. M.; GERAGE, A. G. Capacidade de combinação e depressão por endogamia em híbridos e populações de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24, 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABMS, 2002. CD-ROM.
- BERNARDO, R. Correlation between testcross performance of lines at early and late selfing generations. **Theoretical and Applied Genetics**, Heidelberg, v. 82, n.1, p.17-21, 1991.
- BISON, O.; RAMALHO, M. A. P.; RAPOSO, F. V. Potencial de híbridos simples de milho para a extração de linhagens. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.2, p.348-355, 2003.
- CARLONE, M. R.; RUSSEL, W. A. Evaluation of S_2 maize lines reproduced from several generations by random mating within lines: II. Comparisons of testcross performance of original and advanced S_2 and S_8 lines. **Crop Science**, Madison, v.28, n.6, p.916-920, 1988.
- CARVALHO, A. D. F. **Capacidade de combinação de linhagens parcialmente endogâmicas obtidas de híbridos comerciais de milho.** 2004. 66f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CARVALHO, A. D. F.; SOUZA, J. C.; RIBEIRO, P. H. Desempenho de híbridos de linhagens parcialmente endogâmicas de milho em regiões dos Estados de Roraima e Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.8, p.985-990, 2003.
- CRUZ, C. D. Programa Genes - Versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Versão 2004.2.1. Viçosa: UFV, 2004.
- KNAPP, S. J.; STROUP, W. W.; ROSS, W. M. Exact confidence intervals for heretability on a progeny means basis. **Crop Science**, Madison, v.25, n.1, p.192-194, 1985.

- LIMA, M. W. O. P.; SOUZA, E. A.; RAMALHO, M. A. P. Procedimentos para a escolha de populações de milho para a extração de linhagens. *Bragantia*, Campinas, v.59, n.2, p.153-158, 2000.
- LOPES, M. T. G.; VIANA, J. M. S.; MATTA, F. P. Efeito depressivo da endogamia em três tipos genéticos de híbridos de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 12., 1998, Recife. *Anais...* Recife: ABMS, 1998. CD-ROM.
- RAPOSO, F. V. **Seleção recorrente recíproca em populações derivadas de híbridos simples de milho.** 2002. 106f. Doutorado (Tese em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- SALIN-NETO, A. A. M.; PEDRO, H. E.; RIBEIRO, J.; SOUZA, J. R.; SEBASTIÃO FILHO, N. R. Desempenho produtivo de híbridos de milho de endogamia parcial ($S_3 \times S_3$) em nove locais do Estado de Goiás. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25., 2004, Cuiabá. *Anais...* Cuiabá: ABMS, 2004. CD-ROM.
- SAS Institute. SAS language and procedures: Usage. Version 8.1. Cary NC: SAS: SAS Institute, 2000. CD-ROM.
- SOUZA JR., C. L. Avaliação de híbridos de linhagens S_3 de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 20., 1995, Goiânia. *Anais...* Goiânia: ABMS/ENGOPA/EMBRAPA/UFG/EMATER, 1995. p.95.
- SOUZA Jr., C. L. Melhoramento de espécies alógamas. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas.** Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p.159-199.
- SOUZA SOBRINHO, F. **Divergência genética de híbridos simples e alternativa para a obtenção de híbridos duplos de milho.** 2001. 96f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- VASAL, CORDOVA, H.; PANDEY, S.; SRINIVASAN, G. Tropical maize and heterosis. In: COORS, J. G.; PANDEY, S. **The genetics and exploitation of heterosis in crops.** Madison: ASA, 1999. p.363-373.