

POTENCIAL DE RENDIMENTO DE GRÃOS DE HÍBRIDOS COMERCIAIS SIMPLES, TRIPLOS E DUPLOS DE MILHO

BEATRIZ MARTI EMYGDIO¹, JOÃO CARLOS IGNACZAK² e ALBERTO CARGNELUTTI FILHO³

¹Pesquisadora, Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, CEP 96001-970 Pelotas, RS. E-mail: bemygdio@cpact.embrapa.br (autor para correspondência).

²Pesquisador, Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, CEP 99001-970 Passo Fundo, RS.

³Professor, UFRGS, Depto de Estatística. Av. Bento Gonçalves, 9500, Prédio 43-111 -Agronomia - Campus do Vale, CEP 91509-900 Porto Alegre, RS

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.6, n.1, p.95-103, 2007

RESUMO – No Rio Grande do Sul, 45% dos híbridos comerciais de milho são híbridos simples, 27% são híbridos triplos e 28% são híbridos duplos. Avaliar o desempenho comparativo e o potencial de rendimento de grãos de diferentes tipos de híbridos de milho foi o objetivo deste trabalho. Híbridos comerciais de milho, avaliados no RS, por meio da rede estadual de ensaios, nas safras 2002/03, 2003/04 e 2004/05, foram agrupados de acordo com o ciclo, em dois grupos de ensaios, precoces e superprecoces. Dentro de cada grupo de maturação, os híbridos foram agrupados, de acordo com o tipo, em híbridos simples (HS), híbridos triplos (HT) e híbridos duplos (HD). Utilizando-se o teste F, avaliaram-se os contrastes entre os tipos de híbridos (HS versus HT, HS versus HD e HT versus HD), para cada safra, dentro de cada grupo de maturação. Diferenças estatisticamente significativas foram encontradas entre os tipos de híbridos, no conjunto dos ambientes, para ambos os grupos de maturação. A superioridade média dos HS sobre os HD, para rendimento de grãos, foi de 12%, para o grupo de ciclo precoce e de 16%, para o grupo de ciclo superprecoce. Considerando o desempenho individual, do melhor e do pior híbrido dentro de cada grupo, a relação de superioridade entre os tipos de híbridos se alterou. Alguns híbridos duplos demonstraram potencial produtivo superior a determinados híbridos simples e triplos, indicando não ser apropriado generalizar inferências acerca do potencial produtivo de diferentes híbridos de milho com base no tipo de cruzamento.

Palavras-chave: *Zea mays* L., cultivares, tipos de híbridos de milho, desempenho comparativo.

YIELD POTENTIAL OF SINGLE, THREE-WAY AND DOUBLE CROSS COMMERCIAL HYBRIDS MAIZE

ABSTRACT – In Rio Grande do Sul state, 45% of the commercial maize cultivars are single cross, 27% are three-way cross and 28% are double cross hybrids. The purpose of this study was to evaluate comparative performance and yield potential of different types of maize hybrids. The study used commercial maize hybrids, evaluated at RS state in the regional maize testing network, and conducted in 2002/03, 2003/04 and 2004/05 cropping seasons. Hybrids were clustered according to the maturity period in two groups of trials,

i.e. early and extra-early. Inside each group, the hybrids were classified as the type of cross, in single cross (HS), three-way cross (HT) and double cross (HD). The F test was used to evaluate the contrasts among types of hybrids (HS versus HT, HS versus HD and HT versus HD), to each cropping season, inside both maturing groups. Averaged across environments, statistically significant differences were shown among types of hybrids in both maturing groups. The average superiority of the single crosses over the double crosses, in grain yield, was 12% to the early maturing group and 16% to the extra-early maturing group. In considering the individual performance of the highest-yielding and the lowest-yielding hybrid inside each group, the superiority relation between the different categories of hybrids changed. Some double hybrids out-yielded some single and three-way cross hybrids, indicating that it is unsuitable to generalize inferences about yield potential of different maize hybrids based on the type of cross.

Key words: *Zea mays* L, cultivars, types of maize hybrids, comparative performance.

O potencial produtivo de diferentes tipos de híbridos de milho vem sendo estudado e comparado desde a década de 30 (Doxtator & Johnson, 1936; Anderson, 1938). Grande parte dos trabalhos realizados tem revelado a tendência de superioridade média dos híbridos simples (HS) sobre os híbridos triplos (HT) e híbridos duplos (HD). Comparando HS, HT e HD, gerados a partir da combinação de quatro linhagens, Stringfield (1950) verificou uma redução de 3,5% no rendimento médio de grãos dos HD em relação aos HS. Eberhardt & Russel (1969), comparando a estabilidade e o potencial de rendimento de grãos de híbridos simples e duplos de milho, em 21 ambientes, verificaram uma superioridade média de 2,9% dos HS sobre os HD. Da mesma forma, ao comparar o desempenho, para rendimento de grãos, de 36 híbridos simples, 36 híbridos triplos e 36 híbridos duplos de milho, em quatro ambientes, Weatherspoon (1970) verificou a superioridade média dos HS sobre os HT e desses sobre os HD.

Malhi *et al.* (1993) compararam 10 HS e 18 HD de milho quanto ao rendimento de grãos e seus componentes. Os autores verificaram que o desempenho médio dos HS para rendimento

de grãos foi significativamente superior ao desempenho dos HD. Também observaram maior estabilidade dos HS em relação aos HD.

Guillen-Portal *et al.* (2003) compararam o potencial de rendimento de grãos e a estabilidade de HS e HD de milho em 12 ambientes. A média de rendimento de grãos dos HS foi superior à média dos HD em todos os ambientes, embora não estatisticamente significativa em alguns deles. Por outro lado, os HD se mostraram mais estáveis que os HS, por apresentarem uma menor variação de rendimento de grãos. Da mesma forma, Oliveira *et al.* (2003), estudando a interação genótipo ambiente em 36 híbridos de milho, em dez ambientes, verificaram alta correlação entre estabilidade de produção e o tipo de híbrido. Os HS apresentaram maior rendimento médio, enquanto os HD apresentaram maior estabilidade nos ambientes estudados.

A superioridade média de HS sobre HT e HD, no entanto, não se verifica de forma linear. Em algumas circunstâncias, híbridos triplos e/ou duplos podem produzir mais que híbridos simples ou não diferir estatisticamente.

Inúmeros fatores contribuem para que o desempenho dos diferentes tipos de híbridos seja

variável. Além do número de linhagens envolvidas no cruzamento, que define o tipo de híbrido, outros aspectos, como qualidade e adaptabilidade do germoplasma, potencial produtivo inerente a cada combinação híbrida, bem como nível tecnológico e práticas de manejo adotadas, contribuem para a definição do melhor ou pior desempenho dos diferentes tipos de híbridos quanto ao potencial de rendimento de grãos (Emygdio & Ignaczak, 2005).

Saleh et al. (2002), com o objetivo de comparar a performance de diferentes tipos de híbridos de milho, selecionaram 10 HS, 4 HT e 4 HD, oriundos de combinações entre nove linhagens. Os autores não verificaram diferença significativa entre os tipos de híbridos, para rendimento de grãos. Em valores absolutos, o maior rendimento de grãos foi obtido para um HD.

Silva et al. (2003) avaliaram o desempenho comparativo de um HS, um HD e uma variedade de polinização aberta sob quatro níveis de manejo (baixo, médio, alto e potencial). A diferença entre os níveis reside no aumento da população de plantas e da quantidade de adubo aplicada na base e em cobertura, à medida que se eleva o nível de manejo. Os três tipos de cultivares de milho não diferiram entre si para rendimento de grãos, sob baixo e médio nível de manejo. No entanto, para os níveis alto e potencial, o HS superou o HD e a variedade. De forma muito semelhante, Sangoi et al. (2004) avaliaram a influência do tipo de cultivar de milho sobre a rentabilidade de diferentes sistemas de produção, quanto ao nível de manejo. Para os níveis de médio e baixo manejo, o HS não diferiu do HD. Aquele passa a diferir deste à medida que se eleva o nível de manejo.

No Rio Grande do Sul, 86 cultivares de milho híbrido estão disponíveis para cultivo. Dessas, 45% são híbridos simples, 27% são hí-

bridos triplos e 28% são híbridos duplos, com predomínio de cultivares de ciclo precoce e superprecoce (Reunião, 2006). Avaliar o desempenho comparativo e o potencial de rendimento de grãos, entre diferentes tipos de híbridos comerciais de milho, no RS, foi o objetivo deste trabalho.

Material e Métodos

Para a condução das análises, foram usados dados de rendimento médio de grãos da rede de ensaios de competição de cultivares comerciais de milho, coordenada pela Fepagro, no Rio Grande do Sul, nas safras 2002/2003, 2003/2004 e 2004/2005. Em cada safra, os ensaios, conduzidos em diversos locais, foram classificados em dois grupos, conforme o ciclo das cultivares (ensaios de cultivares precoces e ensaios de cultivares superprecoces). Dentro de cada grupo de maturação (precoces e superprecoces), os híbridos foram agrupados, de acordo com o tipo de cruzamento, em híbridos simples, híbridos triplos e híbridos duplos. Todos os ensaios foram conduzidos em blocos casualizados, com três repetições. As unidades experimentais foram constituídas de duas fileiras com 5 m de comprimento, espaçadas em 0,80 m. As semeaduras foram realizadas a fim de se obterem populações finais de 55.000 e 65.000 plantas ha⁻¹, respectivamente, em relação aos ensaios de ciclo precoce e superprecoce.

Para a análise conjunta dos ensaios, usou-se o modelo de análise da variância simplificado, sugerido por Gomes (1960), para situações em que os locais de condução dos ensaios não são comuns a todos os anos. Em todas as análises, os graus de liberdade da interação ensaio genótipo e do erro médio foram corrigidos pelo método de Cochran (1954). Para avaliar o desempenho comparativo dos diferentes tipos de hí-

dos, agruparam-se híbridos simples, híbridos triplos e híbridos duplos, avaliados no conjunto de ensaios de cada safra, dentro de cada grupo de maturação. Os rendimentos de grãos obtidos foram corrigidos para 13% de umidade. Utilizando-se o teste F, avaliaram-se os contrastes entre os grupos de híbridos (HS versus HT, HS versus HD e HT versus HD), para cada safra. Para condução das análises conjuntas, foram agrupados somente os híbridos simples, triplos e duplos comuns aos ensaios conduzidos nas três safras. Os rendimentos médios de grãos do melhor e do pior híbrido de cada grupo, em cada safra, foram comparados pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio dos programas GENES (Cruz, 2001) e SAS (SAS Institute, 1996).

Resultados e Discussão

Para os ensaios de cultivares de ciclo precoce, o teste F revelou diferenças significativas entre o grupo de híbridos simples e os grupos de híbridos duplos e triplos, nas três safras (Tabela 1).

O grupo de híbridos duplos só diferiu do grupo de híbridos triplos na safra 2004/05. A análise conjunta das três safras confirma a superioridade média dos híbridos simples sobre os demais e indica a mesma superioridade para os híbridos triplos sobre os duplos. Os híbridos duplos e triplos produziram, na média dos 21 ambientes, 12% e 8% menos que os simples, respectivamente. A diferença média entre triplos e duplos foi de 5% (Tabela 1). Esses resultados corroboram a tese de que híbridos simples, de maneira geral, apresentam potencial produtivo superior aos demais tipos de híbridos. Guillen-Portal *et al.* (2003) também verificaram uma diferença de 11,5% entre simples e duplos, com superioridade para os primeiros. Já Weatherspoon (1970) encontrou uma diferença menor, tendo os híbridos duplos e triplos produzido, respectivamente, 7% e 5% menos que os híbridos simples.

Para o grupo de ensaios de cultivares de ciclo superprecoce, o teste F revelou diferenças significativas entre os três grupos de híbridos, nas três safras, com exceção dos híbridos simples, que não diferiram dos triplos, na safra 2002/2003

TABELA 1. Rendimento médio de grãos, a 13% de umidade, de grupos de híbridos de milho simples (HS), triplos (HT) e duplos (HD), avaliados na rede de ensaios de cultivares comerciais, de ciclo precoce, coordenada pela Fepagro no RS, através de contrastes, utilizando-se o teste F. Embrapa Clima Temperado, 2006.

Contraste	Rendimento médio de grãos (kg ha ⁻¹)/ safra						Análise conjunta
	2002/2003		2003/2004		2004/2005		
HS vs HD	7.965	vs 7.116**	8.060	vs 7.217**	5.210	vs 4.422**	7.295 vs 6.403**
HS vs HT	7.965	vs 7.275**	8.060	vs 7.344**	5.210	vs 4.929*	7.295 vs 6.735**
HT vs HD	7.275	vs 7.116 ^{ns}	7.344	vs 7.217 ^{ns}	4.929	vs 4.422**	6.735 vs 6.403*
Nº de ensaio	7		8		6		21

** : significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F; * : significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F; ns: não significativo.

(Tabela 2). A magnitude das diferenças entre híbridos simples e duplos e entre híbridos triplos e duplos, de ciclo superprecoce, na média dos 20 ambientes, foi superior àquela encontrada entre os mesmos grupos de ciclo precoce. Já a diferença média entre híbridos simples e triplos foi inferior àquela observada entre os mesmos grupos de ciclo precoce (Tabelas 1 e 2).

A maior variação observada foi na safra 2004/05, quando os duplos de ciclo precoce, produziram 15% menos que os simples e 10% menos que os triplos (Tabela 1). O mesmo verificou-se para os duplos de ciclo superprecoce, que produziram 19% e 10% menos que híbridos simples e triplos, respectivamente (Tabela 2). A safra 2004/05 foi marcada por forte estresse ambiental, ocasionado pela estiagem, com reflexos direto na redução do rendimento de grãos (Tabelas 1 e 2). Esses resultados, de certa forma, contrariam o pressuposto de que a menor uniformidade dos híbridos duplos, conferida pelo maior número de genótipos envolvidos na sua composição, confere a esses maior estabilidade de produção e maior chance de sucesso em condições subótimas de cultivo, a exemplo da safra 2004/2005. Nesse período de cultivo, justamente os híbridos duplos apresentaram os piores desempenhos em relação aos demais tipos de híbridos.

Esses resultados são extremamente importantes para os sistemas de recomendação e indicação de cultivares de milho, tendo em vista que a maior plasticidade e estabilidade, aliadas ao baixo custo da semente, atribuídas aos híbridos duplos, têm sido usadas como o principal argumento para recomendar esse tipo de cultivar para produtores que adotam pouca tecnologia e/ou para áreas consideradas marginais.

Uma possível explicação, que poderia justificar a estabilidade e o bom desempenho dos híbridos simples, mesmo em condições subóti-

mas de cultivo, reside no fato de que grande parte das empresas de melhoramento de milho tem dado maior ênfase ao desenvolvimento de híbridos simples. Esse fato, considerado numa perspectiva histórica, e aliado à maturidade técnica das empresas, à incorporação, aos programas de melhoramento genético, de novas técnicas de biologia molecular associadas a processos seletivos para tolerância a fatores bióticos e abióticos, certamente deve ter contribuído para o desenvolvimento de híbridos simples com alto potencial de rendimento, plasticidade e estabilidade de produção.

Por outro lado, analisando-se as variações de desempenho individuais de genótipos dentro de cada grupo de híbrido, verifica-se que as relações de superioridade entre os tipos de híbridos varia. As Tabelas 3 e 4 mostram o melhor e o pior desempenho, para rendimento de grãos, obtido para cada tipo de híbrido (HS, HT e HD), em ambos os grupos de maturação, em cada uma das três safras. É possível verificar que o melhor híbrido simples, de ciclo precoce, não difere, significativamente, do melhor híbrido triplo, de mesmo ciclo, nas safras 2003/04 e 2004/05 (Tabela 3). Da mesma forma, o melhor híbrido simples, de ciclo superprecoce, não difere do melhor triplo, nas safras 2002/03 e 2004/05 (Tabela 4).

Quando se comparam os piores desempenhos, verifica-se que os piores híbridos simples não diferem significativamente dos piores triplos, nas safras 2003/04 e 2004/05, para os de ciclo precoce e, 2002/03 e 2004/05, para os de ciclo superprecoce. Os piores híbridos simples também não diferem dos piores duplos, nas safras 2003/04 e 2004/05, respectivamente, para os híbridos de ciclo precoce e superprecoce (Tabelas 3 e 4). Esses resultados contrariam os resultados mostrados nas Tabelas 1 e 2, obtidos quando híbridos simples, triplos e duplos foram compa-

TABELA 2. Rendimento médio de grãos, a 13% de umidade, de grupos de híbridos de milho simples (HS), triplos (HT) e duplos (HD), avaliados na rede de ensaios de cultivares comerciais, de ciclo superprecoce, coordenada pela Fepagro no RS, através de contrastes, utilizando-se o teste F. Embrapa Clima Temperado, 2006.

Contraste	Rendimento médio de grãos (kg ha)/ safra			Análise conjunta
	2002/2003	2003/2004	2004/2005	
HS vs HD	8.209 vs 7.478 **	8.410 vs 7.023 **	5.388 vs 4.343 **	7.480 vs 6.309 **
HS vs HT	8.209 vs 7.999 ^{ns}	8.410 vs 7.503 **	5.388 vs 4.847 **	7.480 vs 7.080 **
HT vs HD	7.999 vs 7.478 *	7.503 vs 7.023 *	4.847 vs 4.343 *	7.080 vs 6.309 **
Nº de ensaio	6	8	6	20

** : significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F; * : significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F; ns: não significativo.

TABELA 3. Rendimento médio de grãos, a 13% de umidade, do melhor e do pior híbrido de milho simples (HS), triplo (HT) e duplo (HD), em cada grupo de híbridos avaliados na rede de ensaios de cultivares comerciais, de ciclo precoce, coordenada pela Fepagro no RS. Embrapa Clima Temperado, 2006.

Tipo de híbrido	Desempenho	Rendimento médio de grãos*/** (kg ha ⁻¹)/ safra		
		2002/2003	2003/2004	2004/2005
HS	Melhor	8.697 a	8.835 a	5.979 a
	Pior	7.040 kl	7.013 fgh	4.335 jkl
HT	Melhor	8.180 bcde	8.182 abcd	5.773 ab
	Pior	5.453 n	6.244 h	4.095 l
HD	Melhor	8.016 cdef	7.696 bcdefg	5.117 defgh
	Pior	6.356 m	6.189 h	3.575 m
Média geral		7.541	7.618	4.935
CV (%)		12,50	11,9	14,5
Nº de HS		12	11	15
Nº de HT		8	9	7
Nº de HD		7	6	8
Nº de ensaios		7	8	6

*: médias e classificação estatística extraídas do conjunto de híbridos avaliados no conjunto de ensaios de cada safra; **: médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

TABELA 4. Rendimento médio de grãos, a 13% de umidade, do melhor e do pior híbrido de milho simples (HS), triplo (HT) e duplo (HD), em cada grupo de híbridos avaliados na rede de ensaios de cultivares comerciais, de ciclo superprecoce, coordenada pela Fepagro no RS. Embrapa Clima Temperado, 2006.

Tipo de híbrido	Desempenho	Rendimento médio de grãos*/** (kg ha ⁻¹)/ safra		
		2002/2003	2003/2004	2004/2005
HS	Melhor	8.796 ab	9.070 a	5.987 a
	Pior	7.443 gh	7.578 ef	4.400 bc
HT	Melhor	8.954 a	8.816 b	5.727 a
	Pior	7.506 fgh	5.296 i	3.780 c
HD	Melhor	8.292 bcd	7.374 f	4.501 bc
	Pior	6.552 i	6.647 h	4.096 c
Média geral		7.936	7.810	4.946
CV (%)		10,37	11,54	13,39
Nº de HS		7	7	5
Nº de HT		5	3	3
Nº de HD		6	6	4
Nº de ensaio		6	8	6

*: médias e classificação estatística extraídas do conjunto de híbridos avaliados no conjunto de ensaios de cada safra; **: médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

rados em grupo. Wheatherspoon (1970), quando comparou os três tipos de híbridos em seus piores desempenhos, verificou que o pior híbrido duplo ainda produziu 13% mais que o pior triplo e 24% mais que o pior simples.

Outro resultado importante é o desempenho comparativo entre os melhores híbridos duplos e os piores híbridos simples. Dentre os grupos de ciclo precoce, os melhores híbridos duplos produziram 14%, 10% e 18% mais que os piores híbridos simples, respectivamente, nas safras 2002/03, 2003/04 e 2004/05. Mesmo desempenho tiveram os melhores híbridos duplos de ciclo superprecoce, nas safras 2002/03 e 2004/05, que produziram, respectivamente, 11% e 2% mais que os piores híbridos simples. Esses resultados demonstram a grande variabilidade existente, quanto à capacidade produtiva, dentre e entre tipos de híbridos, disponíveis para cultivo

no RS. Os resultados também chamam a atenção para o fato de que existem híbridos simples de muito baixo potencial produtivo sendo comercializados no estado.

Pacheco et al. (2006), comparando tipos de híbridos de milho, de ciclo precoce, nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, encontraram resultados muito semelhantes. O melhor híbrido duplo, para rendimento de grãos, superou o pior triplo e o pior simples em três tipos de ambientes, o que demonstra que a variação de potencial produtivo entre tipos de híbridos de milho não é uma peculiaridade de cultivares comercializadas no RS.

Os híbridos simples são os mais cultivados, estão disponíveis em maior número e, em tese, são reconhecidos por apresentar potencial produtivo superior aos híbridos triplos e duplos. A utilização de híbridos simples nos sistemas de

produção com alto investimento em manejo tem sido preconizada por Sangoi *et al.* (2004) como economicamente vantajosa, quando comparada com a utilização de híbridos duplos e variedades de polinização aberta. No entanto, com base nos resultados obtidos, é possível identificar híbridos duplos, disponíveis para cultivo, com potencial produtivo superior a determinados híbridos simples e triplos. De modo que é preciso ter cautela no momento de definir a cultivar mais adequada para cada situação. Quando, somado ao aspecto “potencial de rendimento”, é considerado o custo da semente dos diferentes tipos de híbridos, maior atenção deve ser dada ao processo de escolha da cultivar, pois, em algumas circunstâncias, optar por um híbrido duplo, de alto potencial de rendimento, pode ser mais vantajoso. O custo médio de um híbrido duplo é 46% inferior ao de um híbrido simples (considerando os preços médios praticados para os materiais da Embrapa disponíveis no mercado, na safra 2005/06) (Pacheco *et al.*, 2006). O processo de escolha da cultivar deve considerar, preponderantemente, o potencial de rendimento de grãos de cada híbrido, independente do tipo de cruzamento.

Conclusões

Os híbridos simples apresentam superioridade média de rendimento de grãos sobre os híbridos triplos e duplos.

Híbridos simples não apresentam indistintamente potencial produtivo superior aos demais tipos de híbridos, em comparações individuais entre materiais.

Existe grande variabilidade quanto ao potencial produtivo dentre e entre tipos de híbridos de milho comercializados no RS.

Não há como generalizar inferências acerca do potencial produtivo de híbridos de milho com base no tipo de cruzamento.

O potencial de rendimento de grãos é inerente a cada combinação híbrida e depende preponderantemente da qualidade do germoplasma usado e não do tipo de híbrido produzido.

Literatura Citada

ANDERSON, D. C. The relation between single and double cross yields in corn. **Journal of the American Society of Agronomy**, Geneva, v. 30, p. 209-211, 1938.

COCHRAN, W. G. The combination of estimates from different experiments. **Biometrics**, Washington, v. 10, p. 101-129, 1954.

CRUZ, C.D. **Programa GENES** – versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.

DOXTATOR, C. W.; JOHNSON, I. J. Prediction of double cross yields in corn. . **Journal of the American Society of Agronomy**, Geneva, v. 28, p. 460-462, 1936.

EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Yield and stability for a 10-line diallel of single-cross and double-cross maize hybrid. **Crop Science**, Madison, v. 9, p. 357-361, 1969.

EMYGDIO, B. M.; IGNACZAK, J. C. Teste de produtividade. **Cultivar**, Pelotas, v. 7, p.10-12, 2005.

REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 51.; REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 34., 2006, Passo Fundo. Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul: 2006/2007. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 184 p. Organizado por Beatriz Marti Emygdio e Mauro Cesar Celaro Teixeira.

- GOMES, P. F. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Livraria Nobel, , 1990. 467 p.
- GUILLEN-PORTAL, F. R.; RUSSELL, W. K.; BALTENSPERGER, D. D.; ESKRIDGE, K. M.; D'-CROZ-MASON, N. E. NELSON, L. A. Best types of maize hybrids for the western high plains of the USA. **Crop Science**, Madison, v. 43, p. 2065-2070, 2003.
- MALHI, N. S.; DHILLON, B. S.; SAXENA, V. K.; SHARMA, S. R. Relative performance of single and double cross hybrids in maize. In: SYMPOSIUM ON HETEROSIS BREEDING IN CROP PLANTS: THEORY AND APPLICATION, 1993, Ludhiana. **Short communication...** Ludhiana: Crop Improvement Society of India, 1993, p. 36-37.
- OLIVEIRA, J. P.; MOREIRA Jr, W. N.; DUARTE, J. B.; CHAVES, L. J.; PINHEIRO, J. B. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v.3, p.185-192, 2003.
- PACHECO, C. A. P.; GUIMARÃES, P. E. de O.; GARCIA, J. C.; GAMA, E. E. G.; MEIRELLES, W. F. Avaliação do efeito econômico da substituição de variedades por híbridos na região central do Brasil. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA-DO-CARTUCHO, SPODOPTERA FRUGIPERDA, 2.; SIMPÓSIO SOBRE COLLETOTRICHUM GRAMINICOLA, 1., 2006, Belo Horizonte. **Inovação para sistemas integrados de produção: resumos**. Sete Lagoas: ABMS: Embrapa Milho e Sorgo, 2006. p. 513.
- SALEH, G. B.; ABDULLAH, D.; ANUAR, A. R. Performance, heterosis and heritability in selected tropical maize single, double and three-way cross hybrids. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 138, p. 21-28, 2002.
- SANGOI, L.; da SILVA, P. R. S.; SCHWEITZER, C.; SCHIMITT, A.; GRACIETTI, M. A.; MOTTER, F.; MANTOVANI, A.; BIANCHET, P. A rentabilidade de sistemas de produção contrastantes quanto ao investimento em manejo dependente da base genética da cultivar de milho utilizada. REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO MILHO, 49., REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DO SORGO, 32., 2004, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: FEPAGRO: EMATER-RS, 2004. 1 CD ROM
- SAS INSTITUTE (Cary, NC). **The SAS-system for Windows release 6.11** (software). Cary, 1996. 1 CD-ROM.
- SILVA, A. A.; da SILVA, P. R. S.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; MINETTO, T.; BISOTTO, V.; RAMBO, L. FORSTHOFER, E. L.; SUHRE, E.; STRIEDER, M.L. Desempenho agrônômico e econômico de tipos de cultivares de milho em função de níveis de manejo. In: REUNIAO TECNICA ANUAL DO MILHO, 48.; REUNIAO TECNICA ANUAL DO SORGO, 31., 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: EMATER-RS: FEPAGRO, 2003. CD-ROM.
- STRINGFIELD, G. H. Heterozygosis and hybrid vigor in maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 42, p. 145-152, 1950.
- WHEATHERSPOON, J. H. Comparative yields of single, three-way, and double crosses of maize. **Crop Science**, Madison, v. 10, p. 157-159, 1970.