

Comunicados Técnicos | Notes

Contribuições de dez anos do Ensaio Elite Sul, com milho, na região subtropical do Brasil¹

Jane Rodrigues de Assis Machado², Adão Acosta³,
Paulo Evaristo Oliveira Guimarães⁴, Walter Fernandes Meirelles⁵,
Lauro José Moreira Guimarães⁶, Beatriz Marti Emygdio⁶

Resumo – A Embrapa desenvolve há mais de 30 anos o programa de melhoramento de milho para região subtropical. O presente trabalho tem por objetivo avaliar os resultados do Ensaio Elite Sul conduzido na região subtropical do Brasil na última década. Foram realizadas análises individuais e a análise conjunta dos locais nos anos, para as características produtividade de grãos (kg ha⁻¹), umidade de grãos na colheita (%), altura de planta (cm) e inserção da primeira espiga (cm) e observado o número de híbridos avaliados, número de híbridos experimentais, média dos híbridos comerciais, número de híbridos com produtividade acima da média dos híbridos comerciais, número de híbridos com produtividade abaixo da média dos híbridos comerciais. Nos últimos dez anos foram obtidos anualmente, em média, nove híbridos de elevada produtividade de grãos, onze mais precoces, 16 de menor estatura de planta e doze com inserção de espiga mais baixa, quando comparados com a média das testemunhas. Assim, pode-se afirmar que os esforços e os métodos empregados no programa de melhoramento de milho para região subtropical estão gerando produtos superiores.

Palavras-chave: melhoramento de milho, produtividade, híbrido

Results of ten years of the elite south assay in the Brazilian temperate region

Abstract – Embrapa had develop thirty years of the maize breeding program for temperate regions in Brazil. The objective of this study was to evaluate the results elite south experiment developed for temperate region of the Brazil, in last decade. It was made individual and joint analysis of the locations in years for characters yield grain, grain moisture at harvest, plant height, ear height. Then was observed number of hybrids evaluated, number of commercial hybrids, number the hybrids above of the medium of the commercial hybrids, number of hybrids below of the medium of the commercial hybrids. The data showed that last in the ten years was obtained, in medium, nine hybrids of high grain yield, eleven more early cycle, sixteen more low and twelve with insert ear low, when compared with commercial hybrids, therefore, these results confirm that the Embrapa maize breeding program for temperate region is generating superior hybrids in the last decade.

Key words: maize breeding, yield, hybrid

Introdução

Nos últimos cinco anos, a cultura do milho tem quebrado recordes de produção e consumo no Brasil. Para alcançar esses recordes, foram necessá-

rios o aumento da área plantada e a elevação dos níveis de produtividade (MOLINARI, 2010). Essas conquistas fizeram-se em longo prazo, envolvendo não só a pesquisa como também mudanças na maneira do produtor praticar agricultura.

¹ Manuscrito submetido em 30/06/2011 e aceito para publicação em 12/10/2011

² Eng. Agr. Dra. Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo/Embrapa Trigo - Rod BR 285, Km 294 S/N, 99001-970, Passo Fundo-RS. E-mail: jane@cnpt.embrapa.br

³ Eng. Agr. Dr. Embrapa transferência de Tecnologia - Passo Fundo-RS

⁴ Eng. Agr. Dr. Embrapa transferência de Tecnologia - Passo Fundo-RS

⁵ Eng. Agr. Dr. Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo - Sete Lagoas-MG

⁶ Bióloga Dra. Pesquisadora Embrapa Clima Temperado - Pelotas-RS

O nível tecnológico dos produtores mudou. Das tecnologias que deram certo, a utilização de híbridos foi a que mais impulsionou o aumento nas produtividades. Na safra 2009/10, 73 % das sementes comercializadas no Brasil foram de híbridos, destacando os híbridos simples e triplos, pelo seu potencial de rendimento (GUIMARÃES, 2010).

Em 2011, os produtores de milho têm experimentado uma situação diferente. O preço desse cereal se manteve em patamares elevados, com algumas pequenas variações. Tal fato ocorre devido a situações adversas ocorridas nas lavouras norte-americanas, influenciando os preços no Brasil. O aumento nas exportações, a possibilidade de manutenção do preço do milho em alta e a necessidade de rotação de cultura em algumas áreas, têm reanimado os produtores de todo país a plantar milho.

O Rio Grande do Sul representou, na safra 2010/11, a segunda maior área plantada com milho no Brasil, cerca de 1.099 mil hectares, com produtividade média de 5.160 kg ha⁻¹ e produção de 5.671,90 mil toneladas de grãos (CONAB, 2011). Esses dados mantêm o Rio Grande do Sul como importante fornecedor de matéria-prima para as agroindústrias brasileiras e, juntamente com as características climáticas, tornam a região atrativa para desenvolvimento de programas de melhoramento de milho. A Embrapa desenvolve há mais de 30 anos um programa de melhoramento de milho para a região subtropical. Nesse período, foram avaliados centenas de híbridos em ensaios preliminares, intermediários e elites que originaram dados importantes do comportamento desses híbridos na região (MACHADO et al., 2010a; MACHADO et al., 2010b), estudos de desempenho dos híbridos experimentais em função de espaçamento e adensamento de plantas (TEIXEIRA et al., 2005) e o lançamento de dois híbridos comerciais BRS 1015 e BRS 1002 ambos com elevado potencial de produção e adaptados as condições de clima temperado (EMYGDIO et al 2008; EMYGDIO et al 2007).

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a contribuição do Ensaio Elite Sul conduzido na última década, para o programa de melhoramento de milho na região subtropical do Brasil.

Material e Métodos

Foram avaliados dados do ensaio elite sul coordenado pela Embrapa Milho e Sorgo e conduzido no Rio Grande do Sul e no Paraná em parceria com a Embrapa Trigo no período de 2000/01 a 2010/11, constituídos de híbridos experimentais que passaram pelos ensaios preliminar e intermediário e que

se mostraram promissores. Houve variação no número de híbridos e locais por ano (Tabela 1). Os ensaios foram constituídos de parcelas de duas linhas de 4 m espaçadas de 80 cm com duas repetições, sendo área útil as duas linhas integralmente. Como os ensaios foram conduzidos em diferentes anos, foram utilizados em alguns anos o delineamento de blocos ao acaso e em outros o delineamento látice, sendo fator determinante para a escolha do delineamento o número de tratamentos. Os tratamentos culturais seguiram a recomendação para a cultura em cada local.

Foram realizadas análises de variância individuais e a análise conjunta dos locais no ano para as características produtividade de grãos (kg ha⁻¹), umidade de grãos na colheita (%), altura de planta (cm) e altura da inserção da primeira espiga (cm).

A partir dos resultados das análises, foi realizada a análise descritiva e obtida a média geral no ano, desvio padrão da média, média adicionada do desvio padrão e média subtraída do desvio padrão e realizado o resumo do número de híbridos avaliados, número de híbridos experimentais, média dos híbridos comerciais, número de híbridos com produtividade acima da média dos híbridos comerciais, número de híbridos com produtividade abaixo da média dos híbridos comerciais em cada ano e na média dos anos.

Nos últimos dez anos, o programa de melhoramento de milho para a região subtropical avaliou cerca de 29 híbridos experimentais e cinco comerciais (testemunhas) por ano em média de quatro locais, representativos das regiões produtoras (Tabela 2), considerando os últimos cinco anos o número de locais tem se mantido entre cinco e seis. Na safra 2010/11 o ensaio foi avaliado em oito locais, no entanto dois não retornaram os dados e um apresentou apenas os dados de produtividade, retratando uma das principais dificuldades para se trabalhar com maior número de ambientes. Na safra 2004/05 não foi possível estabelecer quais foram as testemunhas, devido a códigos diferenciados nos tratamentos que foram usados naquele ano.

Resultados e Discussão

As maiores médias de produtividades de grãos foram obtidas nas safras 2008/09 e 2010/11, sendo observada em 2010/11 maior dispersão entre as médias (10842 a 8551 kg ha⁻¹). A safra 2009/10 apresentou uma característica peculiar que foi a alta incidência de chuvas causando atraso no plantio e, posteriormente, o favorecimento da ocorrência de doenças como a ferrugem polissora, que,

Tabela 1 - Relação dos locais, safras, estados e altitude onde foram conduzidos os ensaios Elite Sul de milho no período de 2000/01 a 2010/11

Nome local	Safras	Estado	Altitude (m)
Ponta Grossa	05/06;07/08; 08/09; 09/10;10/11	PR	975
Panambi	02/03; 04/05; 05/06; 07/08; 08/09;10/11	RS	403
Pelotas	08/09; 09/10	RS	7
Passo Fundo	00/01; 01/02; 02/03; 03/04; 04/05; 07/08; 08/09; 09/10; 10/11	RS	687
Vacaria	03/04; 04/05; 05/06; 07/08; 08/09; 09/10; 10/11	RS	971
Londrina	05/06; 07/08; 08/09; 09/10; 10/11	PR	585
Pato Branco	01/02	PR	760
Palmeira das Missões	01/02	RS	639
Capão do Leão	05/06	RS	21

Tabela 2 - Número de híbridos avaliados (NHA), número de híbridos experimentais (NHE), número de híbridos comerciais (NHC), número de locais avaliados em cada ano e média dos anos, no período de 2000/01 a 2010/11

Anos	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	07/08	08/09	09/10	10/11	Média
NHA	36	36	25	36	36	42	36	30	25	36	34
NHE	32	32	20	29	-	38	29	26	21	31	29
NHC	4	4	5	7	-	4	7	4	4	5	5
NL	1	3	2	3	4	6	5	6	5	5	4

de acordo com Casela e Ferreira (2002), em condições favoráveis pode causar perdas de até 50 % na produtividade. Historicamente a Região Sul não é considerada como propícia para ocorrência de ferrugem polissora, no entanto, na safra 2009/10, ela foi detectada em severas epidemias em regiões dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul causando prejuízos. Análises realizadas nessas regiões mostraram que algumas cultivares tradicionalmente plantadas nestas áreas apresentaram elevada suscetibilidade à ferrugem polissora ocasionando perdas de produtividade (COSTA et al., 2010).

Foi observado no Ensaio Elite Sul, principalmente na média de produtividade das testemunhas, que ficou abaixo da média geral (MACHADO et al., 2010a), é que os híbridos experimentais tiveram médias superiores as dos híbridos comerciais. Reflexo da preocupação dos programas de melhoramento desenvolvidos pela Embrapa em fazer introgressão de características intrínsecas que na presença de condições adversas manifestam sua capacidade de adaptação (Tabela 3).

Para seleção de híbridos precoces várias características agrônomicas são avaliadas, dentre as quais a umidade de grãos na colheita é conside-

rada como a melhor referência de maturidade de grão, podendo ser utilizada com segurança na seleção de híbridos mais precoces. Vários autores avaliaram ao longo de décadas diferentes características representativas de precocidade e observaram que menor umidade de grãos na colheita é uma das melhores indicações para a seleção (SWEENEY et al., 1994; TROYER e LARKINS, 1985; TROYER e BROW, 1976; TROYER e AMBROSE, 1971). Nesse trabalho a umidade média geral dos anos (21 %) foi próxima da média das testemunhas. Em vários anos o número de híbridos experimentais mais precoces foi alto (28, 17, 10 e 18 respectivamente em 2000/01, 2003/04, 2008/09 e 2010/11) indicando que a precocidade tem sido um dos objetivos de seleção do programa. A variação média foi de 18 % a 25 % nesses dez anos.

A altura de planta, em geral, apresenta correlação positiva com produtividade de grãos. Lemos et al (1992), ao avaliar correlações genéticas, fenotípicas e ambientais em progênies de milho, observaram correlações genéticas positivas para peso de grãos e altura de planta. Andrade e Miranda Filho (2008) obtiveram coeficiente de correlação genética aditiva positiva para peso de grão e altura de planta ao avaliarem a população ESALQ-PB1,

Tabela 3 - Produtividade de grãos (kg ha⁻¹), umidade dos grãos na colheita (%), altura de planta (cm) e inserção da primeira espiga (cm), considerando média dos híbridos comerciais (μ_{HC}), número de híbridos com produtividade acima da média dos híbridos comerciais (HE_{ACM}), número de híbridos com produtividade abaixo da média dos híbridos comerciais (HE_{ABM}), média geral no ano (μ), desvio padrão da média (σ), média mais desvio padrão ($\mu + \sigma$) e média menos o desvio padrão ($\mu - \sigma$), no período de 2000/01 a 2010/11

Anos	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	07/08	08/09	09/10	10/11	μ_{anos}
Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)											
μ	7307	7007	8128	6624	4277	7756	7700	8354	7089	9696	7384
μ_{HC}	7648	7337	8848	6254	-	9000	8557	9393	5694	10537	8091
HE_{ACM}	12	08	03	21	-	01	05	02	21	5	9
HE_{ABM}	20	24	17	9	-	21	24	24	0	26	18
σ	1089	677	799	852	819	1101	1046	1155	791	1146	942
$\mu + \sigma$	8397	7684	8927	7476	5096	8856	8746	9510	7880	10842	8327
$\mu - \sigma$	6217	6330	7329	5772	3458	6655	6655	7199	6298	8551	6442
Umidade de grãos (%)											
μ	25	19	22	21	19	18	22	21	21	20	21
μ_{HC}	28	18	21	20	-	17	20	19	18	20	20
HE_{ACM}	4	23	14	13	-	28	20	22	22	13	18
HE_{ABM}	28	9	6	17	-	04	09	04	04	18	11
σ	7	2	2	2	2	2	3	2	2	1	2
$\mu + \sigma$	32	21	24	23	21	20	24	23	23	21	23
$\mu - \sigma$	18	17	20	19	17	16	18	19	19	19	18
Altura de Planta (cm)											
μ	240	197	202	226	180	226	207	199	227	232	214
μ_{HC}	249	194	197	218	-	232	206	200	225	235	218
HE_{ACM}	12	17	15	19	-	11	13	08	13	11	13
HE_{ABM}	20	15	5	11	-	21	16	18	8	20	16
σ	18	10	10	12	10	11	8	23	11	11	12
$\mu + \sigma$	258	207	212	238	190	237	215	222	238	243	227
$\mu - \sigma$	222	187	192	218	170	215	199	176	216	221	202
Altura da Inserção da Primeira Espiga (cm)											
μ	139	109	111	121	106	125	123	110	119	123	119
μ_{HC}	146	100	106	121	-	129	119	105	111	124	118
HE_{ACM}	12	28	15	13	-	13	23	18	19	14	17
HE_{ABM}	20	04	5	17	-	19	06	08	2	17	12
σ	14	8	10	12	11	11	7	7	9	9	10
$\mu + \sigma$	153	117	121	133	117	136	130	117	128	132	129
$\mu - \sigma$	125	101	101	109	95	114	114	103	110	114	109

semelhante ao encontrado por Barros et al (2010) ao avaliar progênies de seis populações de milho crioulo, onde as maiorias das correlações genéticas aditivas foram positivas para essas características. Quando são encontradas ocorrências desse tipo de correlação, a seleção de híbrido mais baixo e mais produtivo pode ser dificultada. No entanto, a altura média dos híbridos, que no primeiro ano foi de 240 cm, passou para 214 cm na média dos dez anos para os híbridos experimentais e de 249 cm para 218 cm nos híbridos comerciais, indicando sucesso na seleção de híbridos de menor porte e produtivos.

Com a implementação da colheita mecanizada nas áreas de plantio de milho houve também a preocupação em obter híbridos com inserção de espiga baixa e uniforme. Nesse estudo observou-se que os híbridos experimentais apresentaram médias bem próximas dos comerciais, 119 cm e 118 cm, respectivamente, e a presença de boa variabilidade para seleção para altura de inserção de espiga, visto que a dispersão calculada pelo desvio padrão mostrou que podem atingir de 109 cm a 129 cm, ou seja, cerca de 9 % de sua média.

Nos últimos dez anos, foram obtidos anualmente, em média, nove híbridos de elevada produtividade de grãos, onze mais precoces, 16 de menor estatura de planta e doze com inserção de espiga mais baixa, quando comparados com a média das testemunhas (Tabela 3).

Considerando o Ensaio Elite Sul como última seleção de híbridos promissores para compor os ensaios nacionais, pode-se afirmar que os esforços e os métodos empregados no programa de melhoramento de milho para região subtropical estão gerando produtos superiores.

Essa análise nos permite concluir que o desenvolvimento de um programa de melhoramento de milho com enfoque regional, utilizando germoplasma específico para região subtropical, é de fato a melhor estratégia de obtenção de híbridos produtivos e adaptados ao clima temperado e o Ensaio Elite Sul, mesmo sendo conduzido em número pequeno de ambientes, têm representado de maneira satisfatória essa região, dando suporte efetivo na seleção de híbridos promissores.

Agradecimentos

Os autores agradecem a todos que colaboraram com a implantação e condução do Ensaio Elite Sul. Grupo Van Ass, Fepagro, Embrapa Trigo, Embrapa Clima Temperado, SNT-Canoinhas, Embrapa Soja, SNT-Ponta Grossa, KSP sementes.

Referências

- ANDRADE, J. A. da C.; MIRANDA FILHO, J.B. Quantitative variation in the tropical maize population, ESALQ-PB1. *Scientia Agricola*. Piracicaba, v.65, p.174-182, 2008.
- BARROS, L.B.; MOREIRA R.M.P.; FERREIRA, J. M. Phenotypic, additive genetic and environment correlations of maize landraces populations in family farm systems. *Scientia Agricola*. Piracicaba, v.67, p.685-691, 2010.
- CASELA, C.R.; FERREIRA, A. S. Variability in isolates of Puccinia in Brazil. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.27 (4), p. 414-416, 2002
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira: grãos: nono levantamento. Brasília. CONAB. jun.2011. disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 08 de junho de 2011.
- COSTA, P.V.; COTA, L.V; SILVA, D. D. da.; PARREIRA, D. F.; ROCHA, L. M. P; GUIMARÃES, L. J. M.; GUIMARÃES, P. E. O.; PARENTONI, S.N.; MACHADO, J.R. de A. Epidemias severas de ferrugem polissora do milho na região sul do Brasil na safra 2009/10. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 6 p. Circular Técnica, 138.
- EMYGDIO, B.M.; TEIXEIRA, M.C.C.; ACOSTA, A. BRS 1002: nova cultivar de milho para o sul do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 43, p.1437-1440, 2008.
- EMYGDIO, B.M.; TEIXEIRA, M.C.C.; ACOSTA, A. BRS 1015: nova cultivar de milho para o sul do Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 42, p.755-757, 2007.
- GUIMARÃES, L. J. M. ; GUIMARÃES, P. E. O.; PACHECO, C. A. P.; MACHADO, J. R. de. A.; MEIRELLES, W. F.; PARENTONI, S. N.; SILVA, A. R.; MENDES, F. Avaliação de híbridos de milho em múltiplos ensaios utilizando modelos mistos. XXVIII Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2010, Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. CD-Rom.
- LEMONS, M.A.; GAMA, E.E.G.; OLIVEIRA, A.C.; ARAUJO, M.R. Correlações genotípicas, fenotípicas e ambientais em progênies de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.27, p 1563-1569, 1992.
- MACHADO, J. R. de A.; GUIMARÃES, P. E. O.; MEIRELLES, W. F.; EMYGDIO, B. M.; TEIXEIRA, M. C. C. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos para região subtropical. In: 55ª Reunião Técnica Anual do Milho e a 38ª Reunião do Sorgo do RS, 2010, Vacaria. CD Atas e Resumos. Vacaria : FEPAGRO - ASAV - EMATER, 2010. v. 55.
- MACHADO, J. R. de A.; GUIMARÃES, L.J.M.; GUIMARÃES, P. E. O.; PACHECO, C.A.P.; MEIRELLES, W. F.; PARENTONI, S.N.; SILVA, A.R. da, EMYGDIO, B. M.; TEIXEIRA, M. C. C. Adaptabilidade e estabilidade de híbridos de milho para região subtropical via modelos mistos. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 23 p. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 25.
- MOLINARI, P. Com sobra. In: SILVIO CORRÊA et al. Anuário brasileiro do milho 2010. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 2010.128p.
- SWEENEY, P.M.; MARTIN, S.K. St. CLUCAS, C.P. Indirect inbred selection to reduce grain moisture in maize hybrids. *Crop Science*, Madison, v.34, p 391-396, 1994.

TEIXEIRA, M.C.C.; EMYGDIO, B.M.; RODRIGUES, O. Densidade de plantas e espaçamento entre linhas em híbridos e variedades de milho. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 27.

TROYER, A.F.; AMBROSE, W.B. Plant characteristics affecting field drying rate of ear corn. Crop Science, Madison, v.11, p 529-531, 1971.

TROYER, A.F.; BROWN, W.L. Selection for early flowering in corn: seven late synthetics. Crop Science, Madison, v.16, p 767-772, 1976.

TROYER, A.F.; LARKINS, J.R. Selection for early flowering in corn: 10 late synthetics. Crop Science, Madison, v.25, p 695-697, 1985.