

Características de produção nos ciclos de seleção do milho Saracura BRS 4154 tolerante ao encharcamento do solo

Paulo César Magalhães¹, Thiago C. de Souza², Evaristo M. de Castro³, Décio Karam¹, Sidney N. Parentoni¹, e Fabricio J. Pereira².

¹Pesquisadores Embrapa Milho e Sorgo. Caixa postal 151, 35701.970 - Sete Lagoas, M.G. E-mail: pcesar@cnpms.embrapa.br

²Mestrandos UFLA, Lavras, MG - Departamento de Biologia, thiagonepre@hotmail.com

³Professor UFLA, Lavras, MG - Departamento de Biologia, emcastro@ufla.com

Palavras-chave: encharcamento intermitente, produção de grãos, *Zea may* L, ciclos de seleção.

Estima-se que o alagamento temporário ocupe uma área equivalente a 6% da superfície terrestre, sendo que no Brasil cerca de 33 milhões de hectares encontram-se nessa situação nos solos de várzea. A cultura do milho apresenta-se como uma opção válida para aproveitamento dessas áreas.

As espécies cultivadas, à exceção do arroz, são suscetíveis aos efeitos estressantes do encharcamento, com diferentes níveis de sensibilidade. Esta sensibilidade varia geralmente com a fase do ciclo vegetativo, a duração do encharcamento e com a presença de fatores provocados pela anaerobiose, influenciando o desenvolvimento das plantas (Silva, 1984).

No caso do milho, um fator limitante ao desenvolvimento de variedades é a ausência de conhecimento de mecanismos de tolerância ou resistência. Essa variação na tolerância, especificamente em milho, tem sido descrita por alguns autores como Carangal (1988), Kanwar & Sial (1988), Atwell (1995) e Parentoni et al. (1995). Adicionalmente, Lemke-Keyes & Sachs (1989), citam a linhagem B73Ht cultivado no Estado de Illinois/USA, que consegue sobreviver normalmente sob estresse anaeróbico por um período de três dias.

No Brasil, preocupados com esse problema e explorando as conhecidas variações de tolerância às condições de inundação por espécie, a Embrapa Milho e Sorgo no ano de 1986, iniciou a formação de um composto de milho de ampla base genética por meio da recombinação de 36 populações. Para o desenvolvimento desse material foi e continua sendo utilizado o método de seleção recorrente fenotípica estratificada modificada. Cerca de 300 melhores espigas vem sendo selecionadas por ciclo. Uma mistura balanceada de sementes é plantada em uma área de tabuleiro e submetida a encharcamento por inundação para se obter cada novo ciclo de seleção. Após 12 anos de estudos, ou seja, no décimo segundo ciclo de seleção, este material foi lançado comercialmente sob a sigla BRS 4154, milho “Saracura”. Todo o trabalho de melhoramento dessa variedade foi direcionado para dotá-la de capacidade para suportar períodos temporários de encharcamento do solo, característica que as cultivares de milho disponíveis no mercado normalmente não possuem. O nome Saracura é uma referência à ave comumente encontrada em terrenos alagadiços. Os ciclos de seleção continuam sendo realizados anualmente e hoje se encontra no 18º.

Apesar de que vários estudos básicos com o Saracura terem sido realizados, objetivando entender melhor o mecanismo de tolerância das plantas (Magalhães et al. 2007 e Ferrer et al.

2005) não existe ainda um trabalho de comparação e avaliação dos ciclos de seleção. Portanto o objetivo deste trabalho foi avaliar os diversos ciclos de seleção do milho Saracura, para comparar a eficiência de seleção entre as características de produção ao longo dos ciclos.

Material e Métodos

O ensaio foi conduzido à campo, nas áreas experimentais da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. O material genético utilizado foram os ciclos de seleção do milho “Saracura” - BRS 4154. Os ciclos escolhidos foram: C1, C3, C5, C7, C9, C11, C13, C15, C17 e C18. A razão da escolha de ciclos intercalados é para facilitar o manejo dos experimentos, assim como a análise e avaliação das características de cada ciclo. As testemunhas utilizadas foram o BR 107 e o BRS 1010, conhecidos pela suscetibilidade ao encharcamento.

As dimensões da parcela experimental foi de 6m x 5,4m; com 6 fileiras de plantio, espaçadas de 0,90m, perfazendo uma área total de 32,4 m². As duas fileiras externas foram utilizadas como bordadura, enquanto que as duas centrais para a coleta de dados.

O encharcamento do solo foi iniciado no estágio de crescimento V6, quando o ponto de crescimento das plantas já está acima da superfície do solo (Magalhães et al. 2001).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com 3 repetições, e as características avaliadas foram: Intervalo de Florescimento Masculino e Feminino (IFMF), prolificidade (número de espigas por planta), comprimento de espiga em mm, peso de 1.000 grãos, índice de colheita (Durães et al. 2002), e produção de grãos em kg ha⁻¹.

Os dados experimentais foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey.

Resultados e Discussão

O IFMF foi maior para o C5 e menor para o híbrido BRS 1010 (Tabela 1). Para o milho, o IFMF é considerado um eficaz indicador fenotípico de tolerância ao déficit hídrico e vem sendo utilizado em programas de melhoramento que têm como objetivo aumentar a estabilidade na produção sobre condições de seca (Durães et al., 1997). Baixo valor de IFMF indica um sincronismo no florescimento, que traduz uma adaptação a um dado estresse e está associado ao rendimento de grãos sobre condições adversas. Neste contexto, o IFMF pode ser considerado uma estratégia de diagnóstico no desenvolvimento de uma cultivar mais eficiente em relação à emissão de estilo-estigma em si, uma vez que o IFMF é totalmente independente das diferenças de maturação entre os genótipos (Bolaños & Edmeades, 1993). Para estresse por excesso de água no entanto, o IFMF não mostrou a mesma eficiência e talvez não seja uma boa característica para discriminar genótipos tolerantes ao encharcamento, desde que não foi possível detectar diferenças entre os ciclos de seleção e as testemunhas.

A prolificidade e o comprimento de espiga variaram de 0,94 a 1,07; e de 149,60 a 170,33 mm respectivamente, porém não foram detectadas diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 1).

O peso de 1.000 grãos foi maior para o BRS 1010 e menor para BR 107 e ciclo de seleção 5. Já o índice de colheita e a produção de grãos não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 2). Ressalta-se no entanto que houve uma tendência dos ciclos de seleção mais recentes (C15 a C18) mostrarem um maior particionamento em relação aos demais

Tabela 1. Intervalo de florescimento masculino e feminino (IFMF), prolificidade e comprimento de espiga para dois genótipos testemunhas e para diferentes ciclos de seleção do milho Saracura – BRS 4154. Sete Lagoas, MG – 2008.

Tratamentos	IFMF (dias)	Prolificidade	Comp. espiga (mm)
C 5	5,33 a	0,94 a	154,00 a
C 18	3,67 a b	1,03 a	160,00 a
C 1	3,33 a b	1,00 a	149,60 a
BR 107	3,00 a b	1,04 a	160,33 a
C 3	3,00 a b	0,99 a	159,33 a
C 7	2,33 a b	1,07 a	170,33 a
C 11	2,33 a b	1,04 a	166,33 a
C 13	2,33 a b	1,03 a	166,33 a
C 15	1,67 a b	0,97 a	154,00 a
C 17	1,67 a b	1,06 a	165,33 a
C 9	1,33 a b	0,96 a	164,07 a
BRS 1010	0,10 b	0,97 a	159,00 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Legenda: C = Ciclo de seleção

Tabela 2 – Peso de 1.000 grãos, índice de colheita e produção de grãos (13% umidade) para dois genótipos testemunhas e em diferentes ciclos de seleção do milho Saracura – BRS 4154. Sete Lagoas, MG – 2008.

Tratamentos	Peso de 1.000 grãos (g)	Índice de colheita	Produção grãos (kg ha ⁻¹)
BR 107	251,57 a	0,39 a	6.465,00 a
C 5	257,96 a	0,38 a	5.085,37 a
C 7	272,47 a b	0,36 a	7.122,66 a
C 17	273,51 a b	0,40 a	7.945,76 a
C 3	276,30 a b	0,39 a	6.129,59 a
C 11	278,07 a b	0,37 a	6.611,45 a
C 18	279,50 a b	0,42 a	5.963,08 a
C 1	284,05 a b	0,40 a	6.509,84 a
C 15	285,74 a b	0,40 a	6.864,11 a
C 9	296,12 a b	0,41 a	7.895,60 a
C 13	298,97 a b	0,39 a	7.607,74 a
BRS 1010	326,00 b	0,41 a	8.459,30 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Legenda: C = Ciclo de seleção

tratamentos. A utilização do índice de colheita (IC fração de grãos em relação à matéria seca total da planta) tem sido enfatizada em inúmeros trabalhos para identificar eficiência de genótipos em relação a produção de grãos (Durães et al. 2002). Adversidades ambientais, como por exemplo o encharcamento do solo, geralmente redundam em menor IC. Estudos têm mostrado que o IC de uma cultura é marcadamente influenciado também pela densidade de plantio, disponibilidade de água, nutrientes e temperatura na estação de crescimento. Portanto pode-se deduzir que a seleção do milho Saracura para essa característica tem sido eficiente (Tabela 2), embora os dados não tenham sido diferentes estatisticamente.

A produção de grãos variou entre os ciclos de seleção de 5.085 kg ha⁻¹ para o C5 a 7.945 kg ha⁻¹ para o C17. Apesar de não ter sido detectado diferenças estatisticamente significativas entre os diversos tratamentos, nota-se que os ciclos de seleção do milho Saracura apresentaram um ótimo desempenho no ambiente de solo encharcado, caracterizando assim uma boa eficiência na seleção dos materiais de um ciclo para o outro.

Literatura Citada

ATWELL, B.J. A steady of the impaired growth of root of *Zea mays* at low oxygen concentration. **Plant Cell and environment**. V.8, p.178-188, 1995.

BOLAÑOS, J.; EDMEADES, G. O. Eight cycles of selection for drought tolerance in lowland tropical maize. II. Responses in reproductive behavior. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 31, n. 3/4, p. 253-268, Jan. 1993.

CARANGAL, V.R. Maize and rice-based cropping system. **In: ASIAN REGIONAL MAIZE WORKSHOP 3. Mexico 1988**. Proceedings. Mexico. CIMMYT, p. 119-190.

DURAES, F. O. M.; PAIVA, E.; MAGALHAES, P. C.; SANTOS, M. X.; PEREIRA, J. J.; LABORY, C. R. G. Critérios morfo-fisiológicos utilizados para seleção de genótipos de milho visando tolerância à seca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 6., 1997, Belém, PA. **Resumos....** Belém: SBFV, 1997. p. 291

DURAES, F.O.M.; MAGALHAES, P.C.; SANTOS, M.X., LOPES, M.A., PAIVA, E. Intervalo entre florescimentos masculino e feminino como parâmetro fenotípico útil ao melhoramento de milho tropical para tolerância à seca. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife, PE. Resumos. Recife: IPA, 1998. p.27

DURAES, F.O.M.; MAGALHAES, P.C.; OLIVEIRA, A.C. Índice de colheita genético e as possibilidades da genética fisiológica para melhoramento do rendimento de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.1, n.1, p. 33-40, 2002.

FERRER, J. L. R.; MAGALHÃES, P. C.; ALVES, J. D.; VASCONCELLOS, C. A.; DELÚ FILHO, N.; FIRES, D. D.; MAGALHÃES, M. M.; PURCINO, A. A. C. Calcium relieves the deleterious effects of hypoxia on a maize cultivar selected for waterlogging tolerance. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.4, n.3, p. 381-389, 2005.

KANWAR, R.S. AND SIAL, J.K. Effects of waterlogging on growth on corn. In: ICID EUROPEAN REGIONAL CONFERENCE, 15, Dubrovnik, Yugoslavia, 1988. **Proceeding...** Dubrovnik: Luterrational Comission on Irrigation and Drainage, V.2, p. 167-171, 1988.

LABORY, C. R. G.; TEIXEIRA, F. F.; SANTOS, M. X.; MAGALHAES, P. C.; DURAES, F. O. M.; COUTO, L.; PAIVA, E. Estimativa de parâmetros genéticos de caracteres relacionados a tolerância ao déficit hídrico no milho tropical. In: CONGRESSO NACIONAL DE GENÉTICA, 43., 1997, Poços de Caldas, MG. **Resumos...** Poços de Caldas: SBG, 1997.

LEMKE-KEYES C.A; SACHS, M.M. Genetic variation for seedling tolerance to anaerobic stress in maize germoplasm. **Maydica**, Bergamo, v.34, p. 329-337, 1989.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; ANDRADE, C. de L. T. de; OLIVEIRA, A. C. de; SOUZA, I. R. P. de; GAMA E. E. G. Adaptação do milho a diferentes condições de alagamento. In: CONGRESSO NACIONAL DE FISILOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus, BA. **Resumos expandidos...** Ilhéus: CNFV, 2001. CD-ROM.

MAGALHÃES, P. C.; ROMERO, J. F.; ALVES, J. D., VASCONCELLOS, C. A.; CANTÃO, F. R. O. Influência do cálcio na tolerância do milho Saracura BRS 4154 ao encharcamento do solo. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, , v.6, n.1, p. 40-49, 2007.

PARENTONI, S. N.; GAMA, E. E. G.; MAGNAVACA, R.; MAGALHÃES, P. C. Selection for tolerance to waterlogging in maize (*Zea mays L.*). In: **Simpósio Internacional sobre estresse abiótico**. Belo Horizonte, MG. – Brasil. P. 434-449, 1995.

SILVA, A.R. da. Tolerância ao encharcamento. S.I.: s.ed., 1984. 22p. **Trabalho apresentado no 1º Simpósio sobre alternativas ao Sistema Tradicional de Utilização das Várzeas do Estado do Rio Grande do Sul, 1984.**