

CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS, FENOLÓGICAS E DE PRODUÇÃO DE CICLOS DE SELEÇÃO DO MILHO SARACURA, TOLERANTE AO ENCHARCAMENTO DO SOLO

Paulo César Magalhães¹, Celso Henrique Moreira Coelho², Elto Eugênio Gomes e Gama³, Paulo Evaristo Guimarães³, Claudia Teixeira Guimarães³, Frederico Ozanan Machado Durães³ e Aluizio Borém⁴.

INTRODUÇÃO

Estima-se que no Brasil existem cerca de 28 milhões de hectares de solos sujeitos ao encharcamento e que podem ser incorporados ao processo produtivo. Estas áreas podem apresentar problemas de encharcamento temporário devido a uma série de fatores: excesso de chuvas, deficiência de drenagem, infiltração de canais de irrigação e inundação pelos rios. As áreas com estresse desta natureza possuem, geralmente, fertilidade média a alta e são utilizadas com o plantio de arroz, porém, tem havido crescente interesse dos produtores em maximizar o seu uso através do plantio de uma segunda cultura, sendo o milho a opção preferida.

Nas espécies vegetais são conhecidas variações de tolerância às condições de inundação, o que torna possível a seleção e o melhoramento genético para essa condição do solo. Essa variação de tolerância às condições de inundação, em milho, tem sido descritas por Carangal (1988) e Parentoni et al. (1995). Entretanto, poucos são os programas que produziram material comercial de milho, adaptados às condições de encharcamento. A carência de conhecimento científico sobre os possíveis mecanismos de tolerância e de adaptação de genótipos ao encharcamento reproduz a relevância de estudos dessa natureza, visando o desenvolvimento de cultivares de milho.

Em 1986, foi criado na Embrapa Milho e Sorgo um composto de milho de ampla base genética (mistura balanceada de 36 populações amarelas). Este composto foi e vem sendo, submetido a ciclos de seleção massal, em área de várzea mal drenada. 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 têm. 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 15^o. O objetivo do presente trabalho foi avaliar características fisiológicas, fenológicas e de produção de grãos de alguns ciclos de seleção do milho saracura, para verificar possíveis ganhos entre os ciclos.

¹Bolsista do CNPq, Pesquisador, PhD da Embrapa Milho e Sorgo, Cx postal 151, 35701-970, Sete Lagoas, MG, E-mail: pcesar@cnpmis.embrapa.br

²Engo. Agrônomo MSc, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Fitotecnia, Viçosa – MG.

³Pesquisadores da Embrapa Milho e Sorgo, PhD, Caixa postal 151, 35701-970, Sete Lagoas, MG.

⁴Professor da Universidade Federal de Viçosa, PhD, Departamento de Fitotecnia, Viçosa - MG

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido a campo, no ano agrícola de 2003/2004, na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, numa área de várzea mal drenada, onde foram avaliados quatro ciclos de seleção (ciclos 1, 5, 9 e 15) da variedade de milho BRS 4154-Saracura, e duas cultivares consideradas sensíveis ao encharcamento (BR 107 e BRS 1010). Esses materiais foram testados em dois ambientes: o primeiro com irrigação normal e o segundo, encharcado a partir de trinta dias de germinação, fase crítica para esse tipo de estresse (Coelho et al., 2004) onde as cultivares recebiam uma lâmina d'água de 20 cm (inundação do tabuleiro), três vezes por semana até a maturidade fisiológica do milho. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com quatro repetições por ambiente. A parcela experimental foi constituída por 4 fileiras de 4 m, 0,90 m entre fileiras e 0,20 m entre plantas, sendo que os dados foram obtidos a partir de três plantas de uma só fileira por parcela. O solo foi adubado de acordo com a análise química e baseado no manual de recomendação de adubação para o Estado de Minas Gerais.

As avaliações do ensaio foram realizadas no estágio de grão leitoso para o teor relativo de clorofila, utilizando o medidor da Minolta modelo SPAD 502. Na colheita, foram avaliados número de fileiras de grãos, comprimento de espiga, índice de espiga, número de grãos por planta, peso de 100 grãos e produção de grãos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação aos teores de clorofila, não houve diferenças entre genótipos, no entanto, entre ambientes foi observado uma tendência na redução do teor de clorofila para todos os genótipos quando submetidos ao encharcamento (Tabela 1), indicando desta forma, que sob este tipo de estresse há uma aceleração da senescência das folhas de milho. Este resultado foi semelhante ao reportado por Ferrer et al. (2002).

Não foram verificadas diferenças estatísticas entre genótipos e entre ambientes, para número de fileiras de grãos na espiga (NFG) (Tabela 2); embora a seleção tenha proporcionado aumento dessa característica do C1 para o C15 sob a condição de encharcamento. Ressalta-se que espigas com maior número de fileiras, sob condições de estresse, poderiam garantir a fecundação de um maior número de grãos (Parentoni et al., 1995, Magalhães et al. 2001).

Para a característica comprimento de espiga (CE) (Tabela 2), não foi detectado diferença estatisticamente significativa entre os materiais, nos dois ambientes. Entretanto, no ambiente sob irrigação normal, houve diferença, com maior valor de CE para o híbrido BRS 1010.

Tabela 1. Teor de clorofila (%), avaliada em dois ambientes, para quatro ciclos de seleção da variedade BRS 4154 – Saracura e duas testemunhas. Sete Lagoas, MG, 2004.

Genótipos	Clorofila (%)	
	Ambientes	
	Normal	Encharcado
C 1	59,83 Aa	54,80 Ab
C 5	58,58 Aa	50,93 Ab
C 9	57,44 Aa	50,14 Ab
C 15	61,17 Aa	53,10 Ab
BR 107	60,27 Aa	56,64 Aa
BRS 1010	63,25 Aa	53,58 Ab
C.V%	4,52	7,87

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula nas colunas, para genótipos, minúscula nas linhas, para ambiente, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Número de fileira de grãos (NFG) e comprimento da espiga (CE), avaliados em dois ambientes, para quatro ciclos de seleção da variedade BRS 4154 – Saracura e duas testemunhas. Sete Lagoas, MG, 2004.

Genótipos	NFG		CE (cm)	
	Ambientes			
	Normal	Encharcado	Normal	Encharcado
C 1	16 Aa	14 Aa	15 ABa	14 Aa
C 5	16 Aa	15 Aa	14 Ba	15 Aa
C 9	14 Aa	14 Aa	15 ABa	15 Aa
C 15	16 Aa	16 Aa	15 ABa	15 Aa
BR 107	14 Aa	14 Aa	15 Ba	13 Ab
BRS 1010	14 Aa	16 Aa	17 Aa	15 Ab
C.V%	5,48	5,53	4,76	8,01

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula nas colunas, para genótipos, e minúscula, nas linhas, para ambiente, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O índice de espigas (IE), também não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os materiais nos dois ambientes, sendo que as amplitudes verificadas foram similares a aquelas encontradas por outros autores em condições semelhantes ao do presente estudo (Parentoni et al. 1995).

O número de grãos por planta (NG/planta) (Tabela 3), não diferiu entre os genótipos nos dois ambientes. No entanto, vale ressaltar que houve uma tendência de aumento de 13% dessa característica com avanço dos ciclos de seleção do ciclo 1 para o 15 no ambiente encharcado. Parentoni et al. (1995), trabalhando com os ciclos de seleção do Saracura, observaram um aumento de 12% no ambiente encharcado do caráter em questão e, também como no presente caso, relatou uma redução deste componente de produção do ambiente normal para o encharcado.

Tabela 3. Índice de espiga (IE) e número de grãos (NG) por planta, avaliados em dois ambientes, para quatro ciclos de seleção da variedade BRS 4154 – Saracura e duas testemunhas. Sete Lagoas, MG, 2004.

Genótipos	IE		NG/planta	
	Ambientes			
	Normal	Encharcado	Normal	Encharcado
C 1	1,00 Aa	1,03 Aa	500 Aa	465 Aa
C 5	1,23 Aa	1,00 Aa	646 Aa	503 Ab
C 9	1,23 Aa	1,10 Aa	613 Aa	503 Ab
C 15	1,13 Aa	1,08 Aa	608 Aa	533 Ab
BR 107	1,10 Aa	1,03 Aa	534 Aa	422 Ab
BRS 1010	1,08 Aa	1,33 Aa	564 Aa	481 Aa
C.V%	9,78	10,96	13,87	10,78

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula nas colunas, para genótipos, e minúscula, nas linhas, para ambiente, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para peso de 100 grãos (Tabela 4), houve diferença significativa, para efeito de genótipos, apenas no cultivo normal, sendo que o maior valor foi obtido para o híbrido BRS 1010 e o menor para o BR 107. Verificou-se nesta condição de cultivo, uma amplitude de variação de 29,94 a 36,69 gramas e de 26,37 a 31,60 gramas no ambiente encharcado.

Com relação ao peso de grãos (PG) (Tabela 4), foi obtido uma produção média dos materiais no ambiente normal de 7,91 t ha⁻¹, enquanto que no ambiente encharcado foi de 5,56 t ha⁻¹, o que significa uma redução média de 30%. O ganho de seleção no ambiente encharcado, do ciclo 1 para o ciclo 15, em t ha⁻¹, foi de 19%. Este ganho se deve provavelmente ao aumento da porosidade de raízes verificada no ciclo 15 (Ferrer et al. 2004). O excesso de umidade no solo durante a formação das espigas interfere na fertilização dos óvulos, e, posteriormente, na acumulação de reservas de grãos.

CONCLUSÕES

O estresse causado pelo excesso de água no solo diminuiu peso de 100 grãos e o rendimento de grãos e, não houve efeito para teor de clorofila, número de fileiras de grãos, comprimento da espiga e índice de espiga.

O número de grãos por planta foi o componente de produção, no ambiente encharcado, de maior efeito isolado no peso de grãos. A seleção para essa característica implicará em aumento de produtividade.

Tabela 4. Peso de 100 grãos (P100) e peso de grãos (PG), avaliados em dois ambientes, para quatro ciclos de seleção da variedade BRS 4154 – Saracura e duas testemunhas. Sete Lagoas, MG, 2004.

Genótipos	P100 (g)		PG (t ha ⁻¹)	
	Normal	Encharcado	Normal	Encharcado
C 1	32,46 ABa	27,14 Ab	7,45 Aba	5,19 ABb
C 5	28,12 Ba	26,37 Aa	7,25 Ba	5,91 ABb
C 9	32,04 ABa	27,22 Ab	7,85 Aba	5,54 ABb
C 15	32,51 ABa	28,22 Aa	8,00 Aba	6,45 Ab
BR 107	29,94 Ba	26,55 Aa	6,96 Ba	4,22 Bb
BRS 1010	36,69 Aa	31,60 Ab	10,00 Aa	6,06 ABb
C.V%	7,14	12,07	10,88	15,02

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula nas colunas, para genótipos, e minúscula, nas linhas, para ambiente, não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

COELHO, C. H. M.; MAGALHÃES, P. C.; GAMA, E. E. G.; GUIMARÃES, P. E.; GUIMARÃES, C. T.; DURÃES, F.O. M.; BORÉM, A. Avaliação de ciclos de seleção da variedade de milho BRS 4154-Saracura para tolerância as condições de encharcamento do solo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 25. 2004, Cuiabá, **Anais...ABMS**, 2004, CD-ROM.

FERRER, J.R.; MAGALHÃES, P.C.; ALVES, J.D. Efeito do cálcio em plantas de milho “Saracura” BRS-4154 sob condições de alagamento avaliados através da fluorescência da clorofila. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 24., 2002, Florianópolis, SC. **Anais... Florianópolis: ABMS**, 2002, CD-ROM.

FERRER, J.R.; CASTRO, E. M.; ALVES, J. D.; ALENCAR, M. A.; SILVA, S.; VIEIRA, C.V.; MAGALHÃES, P. C. Efeito do cálcio sobre as características anatômicas de raízes de milho (*Zea mays L.*) “Saracura” BRS-4154 submetido ao alagamento em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.3, n. 2, p. 172-181. 2004.

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. Anais...** Belo Horizonte, MG. – Brasil. P. 434-449, 1995.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; ANDRADE, C. 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. **Anais...** Ilhéus: CNFV, 2001. CD-ROM.