



CELSO H. M. COELHO<sup>1</sup>, PAULO C. MAGALHÃES<sup>2</sup>, ELTO E. G. GAMA<sup>2</sup>, PAULO E. GUIMARÃES<sup>2</sup>, CLAUDIA T. GUIMARÃES<sup>2</sup>, FREDERICO O. M. DURÃES<sup>2</sup> E ALUÍZIO BORÉM<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Estudante de pós-graduação da Universidade Federal de Viçosa, <sup>2</sup>Pesquisadores de Embrapa Milho e Sorgo e <sup>3</sup>Professor da Universidade Federal de Viçosa. E-mail: [pcesar@cnpms.embrapa.br](mailto:pcesar@cnpms.embrapa.br)

Palavras chaves: Porosidade de raiz; clorofila; área foliar

## **Introdução**

No Brasil, estima-se que haja cerca de 28 milhões de hectares de solos sujeitos a encharcamento (solos aluviais e hidromórficos), dos quais cerca de 12 milhões estão localizados na região dos Cerrados, e que podem ser incorporados ao processo produtivo. Somente no Estado de Minas Gerais são cerca de 500.000 ha. A cultura do milho apresenta-se como uma opção válida, especialmente para várzeas sujeitas a encharcamento temporário. O excesso de umidade no solo é uma condição ambiental estressante ao desenvolvimento do milho. No entanto, existe nesta espécie variabilidade genética para características que estão ligadas a esse tipo de estresse, o que permite o melhoramento genético para essa condição de solo (Parentoni et al., 1995). O alagamento como um fator de estresse causa ação inibitória na fase bioquímica da fotossíntese. Sabendo-se que o fotossistema II (PSII) é responsável pelo fornecimento de energia para a fotossíntese, a avaliação de sua eficiência pode tornar-se um indicador da tolerância em plantas sob alagamento. Esse monitoramento pode ser obtido pela fluorescência da clorofila (Schreiber et al., 1997). Também, o teor de clorofila pode ser um importante indicador da senescência das folhas, sendo esta acelerada pelo excesso hídrico. O fechamento estomatal confere uma proteção temporária contra seca fisiológica da parte superior das plantas sob encharcamento, mas a sobrevivência a longo prazo, de toda a planta, depende de que pelo menos algumas raízes continuem a funcionar. Isto pode ser assegurado pela transferência de oxigênio da parte aérea para a raiz. Esse processo é intensificado pela alta porosidade interna da raiz, conferida pelo aerênquima (Saab e Sachs, 1996). As folhas são importantes na captação da energia luminosa utilizada na

fotossíntese, desta forma, o seu amarelecimento ou seca parece ser um importante critério de seleção em programas de melhoramento de milho, visando à tolerância ao encharcamento.

São poucos 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. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os ciclos de seleção da variedade de milho BRS 4154 – Saracura quanto aos parâmetros fisiológicos de tolerância ao encharcamento.

## **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, uma cultivar de milho suscetível ao encharcamento do solo (BR 107) e o híbrido simples BRS 1010. Esses materiais foram testados em dois ambientes: 1 - irrigação normal; 2 - encharcado, a partir de trinta dias de germinação, esta é considerada fase crítica para esse tipo de estresse (Jackson, 1979). As cultivares receberam uma lâmina de irrigação de 20 cm (inundação do tabuleiro), três vezes por semana, até a maturidade fisiológica. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso com quatro repetições por ambiente. A parcela experimental foi constituída por 4 fileiras de 4 m, 0,9 m entre fileiras e 0,2 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 o resultado da análise química e baseado no manual de recomendação de adubação para o Estado de Minas Gerais.

As avaliações do ensaio foram realizadas no estádio de grão leitoso avaliando-se: fluorescência da clorofila **a**, através do PEA II (Hansatech Instruments Co. UK), teor relativo de clorofila pelo medidor da minolta modelo SPAD 502, área foliar, através de um integrador de área foliar da marca LICOR (Licor-1000) e porosidade de raiz realizada segundo a metodologia de Jensen et al., (1969).

## **Resultados e Discussão**

No que diz respeito, a fluorescência da clorofila, não houve diferenças entre ambientes e genótipos e, todos os valores nas duas situações ficaram iguais ou acima de 0,75 que é o índice considerado como limite para acontecer danos ao fotossistema II (Tabela 1). Entretanto, Ferrer et al. (2002), trabalhando com a variedade de milho Saracura, sob condições de alagamento verificaram redução de até 17% na eficiência do fotossistema II. Com relação aos teores de clorofila, também não houve diferenças entre genótipos, no entanto, para ambiente foi observado uma redução nos teores 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 do milho. Foram observados valores para coeficiente de variação entre 4,5 e 7,9%, mostrando assim, boa precisão experimental. Para a variável área foliar, não houve diferenças estatísticas entre genótipos no ambiente normal, entretanto, ocorreu redução da área foliar para todos os genótipos e ciclos de seleção na condição de encharcamento, quando comparado ao ambiente normal. No ambiente encharcado, houve uma redução 27% na área foliar com o avanço dos ciclos de seleção (Tabela 2). A redução da área foliar, pode ser um possível mecanismo de tolerância ao encharcamento em plantas de milho. Já para porosidade de raiz, em relação ao ambiente encharcado, foi verificado que a seleção causou um aumento na porosidade do ciclo 1 (4,37%) para o ciclo 15 (8,47%), sendo que os maiores aumentos foram de C1 para o C5. Resultados semelhantes demonstrando a importância da porosidade de raiz em cultivares de milho para tolerância ao encharcamento foram encontrados por Parentoni et al., (1995) e Magalhães et al., (2001).

## **Conclusões**

A redução da área foliar pode ser um possível mecanismo utilizado pelas plantas de milho quando em condições de encharcamento.

A porosidade de raízes é a principal estratégia utilizada pela planta de milho para tolerar ambientes encharcados.

## **Literatura Citada**

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. Resumos expandidos. Florianópolis: ABMS, 2002, CD-ROM.

Jensen, C.R.; Luxmoor, R.j.; Van Gundy, S.D. e Stolzy, H.L. 1969. Root air space measurements by a pycnometer method. Agron. J. 61 (3). 474-475.

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 Fisiologia Vegetal, 8., 2001, Ilhéus, BA. **Resumos expandidos...** Ilhéus: CNFV, 2001. CD-ROM.

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.

Saab, I.; Sachs, M.M. 1996. A flooding induced xyloglucan endo-transglycosylase homolog in maize is responsive to ethylene and associated with aerenchyma. *Plant Physiol.* 1996. 112; 385-391.

Schreiber, U.; Gaedemann, R.; Ralf, P.J.; Larkun, A.W.D. Assessment of photosynthetic performance of prochloron in *lisocinum patella* in hospite by chlorophyll fluorescence measurements. *Plant and Cell Physiology*, Kyoto, v.38, n.8, p. 945-951, 1997.

Tabela 1. Fluorescência e clorofila da folha de milho, avaliado em dois ambientes, de quatro ciclos (C) de seleção da variedade BRS 4154 – Saracura e duas testemunhas. Sete Lagoas 2004.

Genótipos	Fluorescência		Clorofila	
	Ambientes		Ambientes	
	Normal	Encharcado	Normal	Encharcado
C 1	0,77 A	0,78 A	59,8 A	54,8 A
C 5	0,75 A	0,77 A	58,6 A	50,9 A
C 9	0,75 A	0,77 A	57,5 A	50,2 A
C 15	0,77 A	0,77 A	61,2 A	53,1 A
BR 107	0,76 A	0,78 A	60,3 A	56,7 A
BRS 1010	0,77 A	0,78 A	63,3 A	53,5 A
C.V%	3,07	1,68	4,52	7,87

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

Tabela 2. Área foliar (cm<sup>2</sup>) de quatro ciclos (C) de seleção da variedade de milho BRS 4154, variedade BR 107 e o híbrido simples BRS 1010, avaliados em dois ambientes. Sete Lagoas 2004.

Genótipos	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	
	Ambientes	
	Normal	Encharcado
C 1	6976,02 A	6757,37 AB
C 5	6343,29 A	5347,15 BC
C 9	7313,44 A	4956,44 C
C 15	6692,98 A	4503,76 C
BR 107	5875,09 A	6013,54 ABC
BRS 1010	7194,79 A	7199,85 A
C.V%	11,41	13,34

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

Tabela 3. Porosidade de raiz (%) de quatro ciclos (C) de seleção da variedade de milho BRS 4154, variedade BR 107 e o híbrido simples BRS 1010, avaliados em dois ambientes. Sete Lagoas 2004.

Genótipos	Porosidade de raiz (%)	
	Ambientes	
	Normal	Encharcado
C 1	4,62 A	4,37 CD
C 5	3,70 A	6,38 ABC
C 9	4,66 A	7,66 AB
C 15	4,48 A	8,47 A
BR 107	4,11 A	5,60 BCD
BRS 1010	4,77 A	3,63 D
C.V%	14,71	17,76

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



---

XXV Congresso Nacional de Milho e Sorgo - 29/08 a 02/09 de 2004 - Cuiabá - Mato C

---