

Análise da Morfologia Radicular em Ciclos de Seleção de Milho Saracura BRS-4154

Thiago C. de Souza¹, Paulo César Magalhães², Evaristo M. de Castro³, Fernando R. O. Cantão⁴, 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

⁴Bolsista Fapemig, Sete Lagoas, MG, fcantao@uiuc.edu

Palavras-chave: WinRhizo, *Zea may* L, morfologia de raízes.

O excesso de umidade no solo é uma condição ambiental estressante ao desenvolvimento de culturas alimentares, exceção feita para o arroz, reduzindo sensivelmente o aproveitamento de extensas áreas para o cultivo. Cerca de 6,0% da superfície terrestre estão sujeitas ao encharcamento temporário, sendo que no Brasil aproximadamente 33,0 milhões de hectares são de várzeas (solos aluviais e hidromórficos), dos quais cerca de 12,0 milhões estão localizados na região dos Cerrados (Santos, 1999). Para fazer uso racional dessas áreas, visando aumento da produção de grãos, é necessário identificar espécies tolerantes e estudar mecanismos para sobreviver nesse meio.

A cultura do milho apresenta-se como uma opção válida para as várzeas sujeitas a encharcamento temporário. A Embrapa Milho e Sorgo atenta a esta possibilidade, após 11 anos de estudos, lançou no mercado em 1997, a cultivar BRS-4154, comumente conhecida como “Saracura”, que possui como principal característica tolerância a períodos intermitentes de encharcamento do solo (Parentoni et al., 1995). Posteriormente a esse evento vários trabalhos foram conduzidos à campo e em casa de vegetação objetivando elucidar os mecanismos de tolerância do “Saracura”. Os resultados encontrados apontaram para a porosidade de raízes como principal característica responsável pela tolerância do “Saracura” ao encharcamento intermitente do solo (Magalhães et al. 2001, Magalhães et al. 2006, e Magalhães et al. 2007).

A partir daí surgiu o interesse pelo papel do cálcio na tolerância ao encharcamento do solo, tomando-se como base aqueles trabalhos que relacionaram a maior tolerância à baixa pressão de oxigênio com o metabolismo de parede celular. Ficou comprovado, portanto a necessidade de verificar qual a participação do cálcio nesse mecanismo, visto que esse íon atua como elemento estrutural, conferindo maior resistência à parede celular (Damarty et al., 1984; Grant et al., 1973).

Trabalhos conduzidos na Universidade Federal de Lavras mostraram que a adição de cloreto de cálcio à solução de germinação promoveu o aumento na sobrevivência das plântulas, sob condições de hipoxia, tanto do “Saracura” como também da variedade BR-107, classificada como não tolerante a este tipo de estresse (Purcino et al., 2001; Vitorino et al., 2001). Apesar desses vários estudos básicos realizados com o milho Saracura, pouca atenção tem sido dada a morfologia de raízes, mesmo porque até pouco tempo atrás, não havia disponível uma metodologia confiável, capaz de caracterizar o sistema radicular do milho com precisão.

Com base nesse contexto o objetivo deste trabalho foi fazer uma análise da morfologia das raízes do milho Saracura nos diversos ciclos de seleção, através do analisador de imagens WinRhizo.

Material e Métodos

O ensaio foi conduzido em vasos, no regime de casa de vegetação na Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. O encharcamento do solo foi iniciado logo após a emergência. 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.

. O ensaio foi colhido aos 15 dias após a emergência. Para as análises do sistema radicular foram coletadas plantas inteiras (sistema radicular e parte aérea) retirando-se blocos de solo, com o auxílio de uma espátula de metal. Esse procedimento foi necessário para que fossem reduzidas ao máximo as perdas decorrentes das amostragens. Os blocos de solo contendo planta inteira foram transportados imediatamente para o Laboratório de Fisiologia Vegetal da Embrapa Milho e Sorgo, em sacos de papel devidamente identificados.

As amostras foram submergidas em bacias contendo água destilada, por 30 minutos. Esse procedimento teve por objetivo facilitar o processo de lavagem das raízes, que foi realizado utilizando-se um jato de água, até que os sistemas radiculares das plântulas ficassem livres de partículas de solo. Para evitar perda de material durante esse procedimento, foi utilizado um conjunto de peneiras de 20 e 60 Mesh.

Após o processo de lavagem as plantas foram separadas em sistema radicular e parte aérea, na altura do coleto. As raízes lavadas foram armazenadas em frascos contendo solução de etanol 70%, para evitar sua desidratação. Para a análise da morfologia do sistema radicular: utilizou-se o sistema WinRHIZO Pro 2007a (Régent Instr. Inc.), acoplado a um *scanner* profissional Epson XL 10000 equipado com unidade de luz adicional (TPU). Foi utilizada uma definição de 400 (dpi) para as medidas de morfologia de raiz, como descrito por Bauhus & Christian (1999), Bouma et al. (2000) e Costa et al. (2002).

As raízes foram dispostas em uma cuba de acrílico de 20 cm de largura por 30 cm de comprimento contendo água. A utilização deste acessório permitiu a obtenção de imagens em três dimensões, evitando também a sobreposição das raízes; as leituras foram realizadas em seis plantas por genótipo. As características avaliadas foram: relação comprimento de raízes por volume de solo, número de ramificações e interseções de raízes e a área de superfície de raízes finas.

Resultados e Discussão

Com relação ao comprimento das raízes (Tabela 1) o C5 foi superior as duas testemunhas e ao C18, enquanto que para o número de ramificações e interseções (Tabelas 2 e 3) o C5 foi superior ao BR 107. A maior área de superfície de raízes finas (Tabela 4) foi verificada também no C5, que foi superior ao BR 107 e ao C18. A seleção do milho Saracura não melhorou as características radiculares após o ciclo 5, apesar disto essa variedade tem mostrado boa

Tabela 1. Relação do comprimento de raízes por volume de solo explorado, para dois genótipos testemunhas e para diferentes ciclos de seleção do milho Saracura – BRS 4154. Sete Lagoas, MG – 2008.

Tratamentos	Comprimento/volume de solo
BR 107	2.030,00 a
BRS 1010	2.316,50 a
C 18	2.374,25 a
C 15	2.574,50 a b
C 3	2.576,50 a b
C 9	2.616,75 a b
C 11	2.618,25 a b
C 7	2.649,75 a b
C 13	2.881,25 a b
C 17	2.909,00 a b
C 1	2.962,75 a b
C 5	3.352,75 b

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. Número de ramificações de raízes, para dois genótipos testemunhas e para diferentes ciclos de seleção do milho Saracura – BRS 4154. Sete Lagoas, MG – 2008.

Tratamentos	Número de ramificações
BR 107	11.983,00 a
BRS 1010	16.584,75 a b
C 15	16.810,25 a b
C 18	17.074,50 a b
C 3	17.581,25 a b
C 7	17.593,75 a b
C 11	17.672,50 a b
C 9	17.769,25 a b
C 13	19.347,25 a b
C 17	21.199,75 a b
C 1	21.204,00 a b
C 5	23.802,50 b

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 3. Número de interseções de raízes, para dois genótipos testemunhas e para diferentes ciclos de seleção do milho Saracura – BRS 4154. Sete Lagoas, MG – 2008.

Tratamentos	Número de interseções
BR 107	2.055,00 a
C 18	2.429,25 a b
C 3	2.821,00 a b c
C 15	2.893,25 a b c
C 11	2.925,50 a b c
C 7	2.935,75 a b c
BRS 1010	2.964,50 a b c
C 9	3.108,75 a b c
C 13	3.333,25 a b c
C 17	3.647,50 a b c
C 1	3.860,00 b c
C 5	4.196,00 c

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 4. Área de superfície de raízes finas (ASRF), para dois genótipos testemunhas e para diferentes ciclos de seleção do milho Saracura – BRS 4154. Sete Lagoas, MG – 2008.

Tratamentos	ASRF (cm ²)
BR 107	72,75 a
C 18	79,00 a
C 11	84,00 a b
BRS 1010	84,75 a b
C 3	90,25 a b
C 9	91,75 a b
C 7	92,50 a b
C 15	93,00 a b
C 13	105,25 a b
C 17	105,25 a b
C 1	109,25 a b
C 5	122,75 b

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

Legenda: C = Ciclo de seleção

estabilidade de produção e ótima tolerância ao encharcamento intermitente do solo, desde o seu lançamento no mercado de sementes no ciclo de número 11. Importante observar que o alagamento do solo deve acontecer após o estágio de crescimento V6, quando então o ponto de crescimento das plantas de milho está acima da superfície do solo. Com isso garante-se a sobrevivência das plantas e mantém funcionalidade das raízes.

Literatura Citada

- BAUHUS, J.; CHRISTIAN MESSIER. Evaluation of Fine Root Length and Diameter Measurements Obtained Using WinRhizo Image Analysis. **Agronomy Journal**, Madison, v. 91, n. 1, p. 142-147, Jan./Feb. 1999.
- BOUMA, T. J.; NIELSON, K. L.; KOUTSTAAL, B. A. S. Sample preparation and scanning protocol for computerised analysis of root length and diameter. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 218, p. 185-196, 2000.
- COSTA, C.; DWYER, L. M.; ZHOU, X.; DUTILLEUL, P.; HAMEL, C.; REID, L. M.; SMITH, D. L. Root morphology of contrasting maize genotypes. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, n. 1, p. 96-101, Jan./Feb. 2002.
- DAMARTY, M.; MORUAN, C.; THELLIER, M. Calcium and Cell. **Plant cell Environmental**, Oxford, v. 7, p. 441-448, 1984.
- GRANT, G. T.; MORRIS, D. A.; REES, P. J. P.; SMITH, K. A. Biological interactions between polysaccharides and divalent cations: The egg-box model. **FEBS Letters**, Amsterdam, v. 32, n. 1, p. 195-198, 1973.
- 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 encharcamento. In: CONGRESSO NACIONAL DE FISILOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus, BA. **Resumos expandidos...** Ilhéus: CNFV, 2001. CD-ROM.
- MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, I. R. P. de; DURÃES, F. O. M.; KARAM, D.; OLIVEIRA, A. C. de. Efeitos do cálcio e do encharcamento do solo na proteína e na porosidade de raízes de milho "Saracura". In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 26., 2006, Belo Horizonte, MG. **Resumos expandidos...** Belo Horizonte: CNMS, 2006. 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, 1995, Belo Horizonte, MG., Brasil. p. 434-449.
- PURCINO, R. P.; ALVES, J. D.; MAGALHÃES, M. M.; SILVEIRA, T.; FRIES, D. Efeito fisiológico do cálcio na germinação de sementes de milho da BR- 154 "Saracura" e na tolerância das plântulas ao encharcamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus, BA. **Anais....** Ilhéus: SBFV, 2001b. CD-ROM
- SANTOS, A. B. dos. Aproveitamento da soca. In: Vieira, N. R. de A.; Santos, A.B. dos; Sant' Ana, E. P. (Ed.). **A cultura do arroz no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e feijão, 1999. p. 463-492.
- VITORINO, P. G.; ALVES, J. D.; MAGALHÃES, P. C.; MAGALHÃES, M. M.; LIMA, L. C. O.; OLIVEIRA, L. E. M. Flooding tolerance and cell wall alterations in maize mesocotyl during hypoxia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira Brasília**, Brasília, v. 36, n. 8, p. 1027-1035, ago. 2001.