

### Morfologia de Raiz de Sorgo Sacarino em Diferentes Níveis de Água

Luciano Rezende Moreira<sup>1</sup>, Jardécio Damião Carvalho Ervilha<sup>2</sup>, Paulo Henrique Coutinho<sup>2</sup>,  
Juliana Gonçalves Vidigal<sup>1</sup>, Juares Ogliari<sup>1</sup>, Júlio César do Vale Silva<sup>2</sup> e Glauco Vieira  
Miranda<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Docentes do Instituto Federal Fluminense, Bom Jesus do Itabapoana, RJ. [lmoreira@iff.edu.br](mailto:lmoreira@iff.edu.br), [jvidigal@iff.edu.br](mailto:jvidigal@iff.edu.br), [jogliari@iff.edu.br](mailto:jogliari@iff.edu.br). <sup>2</sup>Acadêmicos da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. MG. [jardelcioervilha@gmail.com](mailto:jardelcioervilha@gmail.com), [couthoph@gmail.com](mailto:couthoph@gmail.com), [juliovale@gmail.com](mailto:juliovale@gmail.com). <sup>3</sup>Docente da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. MG. [glaucomiranda@ufv.br](mailto:glaucomiranda@ufv.br).

**RESUMO** - No Brasil, o sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] vem comprovando seu potencial como matéria prima para a produção de etanol por uma série de motivos, dentre eles destaca-se sua conhecida capacidade de suportar estresses ambientais, notadamente o déficit hídrico. Este trabalho teve como objetivo caracterizar cultivares de sorgo sacarino quanto as características morfológicas de raiz, com diferentes disponibilidades de água no solo. Para isso, foram avaliadas quatro cultivares: BRS 501, BRS 506, Rio e Ramada. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de água no solo, a saber: 80%, 60%, 40% e 20% da capacidade de campo (c.c.). Foram avaliadas características morfológicas do sistema radicular representadas na massa seca de raiz (MSR) (g), diâmetro médio de raiz (DMR) (mm), comprimento de raízes laterais (CRLAT) (m), comprimento de raízes axiais (CRAXI) (m), volume de raízes laterais (cm<sup>3</sup>), volume de raízes axiais (VRAXI) (cm<sup>3</sup>), área radicular específica (ARE) (cm<sup>2</sup>/g). As cultivares BRS 501 e Rio apresentaram resposta positiva (P < 0,05) em relação a todos os parâmetros radiculares com o incremento hídrico.

**Palavras-chave:** *Sorghum bicolor*, déficit hídrico, morfologia de raiz, WinRhizo.

### Introdução

O sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], em comparação ao milho, apresenta menor custo de produção e possui 95% do seu valor biológico (Fialho *et al.*, 2002). Também produz mais sobre estresse hídrico, raiz explora melhor o perfil do solo, e é capaz de se recuperar de murchas prolongadas (Magalhães *et al.*, 2007).

A distribuição do sistema radicular no perfil do solo é fundamental para o sucesso das plantas na utilização de recursos tais como a água e nutrientes, o que vai depender das condições físicas e químicas, as quais são passíveis de alterações em função do manejo utilizado (Alvarenga & Cruz, 2003).

O estudo da arquitetura do sistema radicular, em condição de campo, geralmente apresenta restrições, principalmente devido à destruição da raiz em seu formato integral, padrão. Já o escaneamento das raízes a partir de amostras coletadas em vasos permite a quantificação de um grande número de raiz por meio de parâmetros morfológicos, como o comprimento da raiz, classes de diâmetro, superfície, o número de pontas de raiz, ângulo de ramificação, entre outros (Bauhus&Messier, 1999).

Características morfológicas de raiz, como comprimento, massa, diâmetro médio e área superficial têm sido usadas para descrever quantitativa e qualitativamente o complexo sistema radicular e suas variáveis interações (Box & Ramseur, 1993). Soares *et al.* (2009) ressaltaram a viabilidade da técnica para medir o sistema radicular através da avaliação de parâmetros radiculares obtidos por meio de análise de imagens feitas pelo escaneamento digital de raízes.

O presente trabalho teve por objetivo discriminar cultivares de sorgo sacarino por meio da avaliação de características morfológicas do sistema radicular, em quatro níveis de irrigação.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação nas dependências da Universidade Federal de Viçosa, situada no município de Viçosa, MG. Foram avaliadas quatro cultivares de sorgo sacarino, disponibilizadas pela Embrapa - Milho e Sorgo<sup>®</sup>: Rio, Ramada, BRS 501, BRS 506. O experimento foi instalado segundo o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições.

As cultivares foram semeadas no dia 18 de janeiro e a emergência ocorreu entre os dias 20 e 22 do mesmo mês e irrigadas sob o tratamento 80% de capacidade de campo até dez dias após a germinação, com o intuito de haver água em quantidade suficiente para garantir condições ideais de desenvolvimento vegetativo inicial.

Após essa data, as cultivares foram submetidas aos seus referidos tratamentos, com reposição hídrica diária para manutenção dos níveis de irrigação requeridos: 80% da capacidade de campo (80% c.c.), 60% da capacidade de campo (60% c.c.), 40% da capacidade de campo (40% c.c.) e 20% da capacidade de campo (20% c.c.).

Os vasos foram pesados diariamente e a água adicionada conforme a necessidade para a manutenção dos tratamentos. O experimento foi mantido até 35 dias após a semeadura.

Para a caracterização morfológica das raízes, todo o solo contendo o sistema radicular foi transferido para uma peneira de 20 *mesh*, sendo lavado com água corrente. Imediatamente após essa primeira lavagem, as raízes das plantas foram armazenadas em etanol 70% para uma posterior e mais minuciosa limpeza, usando-se pinças e bandejas com água, para retirar pequenas impurezas mais aderidas às raízes que não foram descartadas na primeira lavagem.

Os parâmetros morfológicos do sistema radicular avaliados foram: massa seca de raiz (MSR) (g), diâmetro médio de raiz (DMR) (mm), comprimento de raízes laterais (CRLAT)

(m), comprimento de raízes axiais (CRAXI) (m), volume de raízes laterais (cm<sup>3</sup>), volume de raízes axiais (VRAXI) (cm<sup>3</sup>) e área radicular específica (ARE) (cm<sup>2</sup>/g).

Após avaliação do sistema radicular, as raízes foram levadas para estufa para determinação da massa seca de raiz (MSR); massa seca total (MST); relação raiz/parte aérea (MSR/MSPA); conforme citado para parte aérea.

O sistema radicular foi avaliado pela análise de imagens, utilizando o software WinRhizo Pro 2009a (Basic, Reg, Pro & Arabidopsis for Root Measurement) acoplado a um scanner EPSON *Perfection V700/V750* equipado com luz adicional (TPU), com definição de 400 dpi

As análises estatísticas foram executadas utilizando-se o programa SAS (Statistical Analysis System - SAS Institute Inc., Cary, NC, USA), versão 9.1. 2003.

### **Resultados e Discussão**

A análise de variância é apresentada na Tabela 1, onde se observa que para a característica diâmetro médio de raiz não houve interação entre Genótipo e Ambiente ( $P > 0,05$ ), o que permite a análise das variáveis independentes isoladamente.

Para esta característica, a análise de regressão é apresentada na Tabela 2, uma vez que o Ambiente influenciou ( $P < 0,05$ ) no diâmetro médio de raiz (Tabela 1). A Figura 1 ilustra a influência da disponibilidade hídrica na característica diâmetro médio de raiz, onde é possível observar seu aumento mediante o aumento da disponibilidade hídrica.

Pela análise de variância apresentada na Tabela 1, é possível observar que a característica diâmetro médio de raiz foi diferente ( $P < 0,05$ ) nos distintos genótipos. Tais resultados estão apresentados na Tabela 3, onde se pode observar a superioridade da cultivar BRS 501.

Para as características da massa seca de raiz (MSR), comprimento de raízes laterais (CRLAT), comprimento de raízes axiais (CRAXI), volume de raízes laterais (VRLAT), volume de raízes axiais (VRAXI) e área radicular específica (ARE), observa-se interação entre Genótipo e Ambiente ( $P < 0,05$ ) (Tabela 1), o que leva à análise da influência da disponibilidade hídrica dentro de cada genótipo (Figura 2).

O aumento em área, volume, massa e extensão, além do acréscimo das ramificações, possivelmente representam estratégias alternativas na exploração do volume do solo e na aquisição dos recursos encontrados pelo sistema radicular (Harper *et al.*, 1991).

Alguns estudos têm demonstrado alterações morfológicas e anatômicas em raízes frente ao incremento hídrico (Jackson, 2008). Além do mais, o crescimento das raízes de

sorgo é limitado pela falta de umidade no solo. Um dos fatores mais importantes que afetam o uso de água e a tolerância à seca é um sistema radicular eficiente (Magalhães *et al.*, 2007).

Todavia, a cultivar Ramada mostrou-se insensível a alterações do seu sistema radicular para todas as características avaliadas com o aumento da irrigação, o mesmo acontecendo com a cultivar BRS 506, exceto para a característica massa seca de raiz (Figura 2).

Para as demais cultivares, houve resposta positiva em relação a todas as características radiculares com o incremento hídrico. Resultado semelhante para as mesmas características em sorgo foi observado com o incremento de adubação fosfatada (Rocha *et al.*, 2010).

Um maior comprimento de raízes laterais e axiais de sorgo pode favorecer a adaptação das plantas pela maior exploração de nutrientes e água no solo, o que não foi observado na cultivar Ramada.

Há variação positiva do diâmetro médio de raiz em função da disponibilidade hídrica e a cultivar BRS 501 é a que apresenta as melhores respostas. As cultivares Rio, BRS 501 e BRS 506 são responsivas ao incremento de água para as características de massa seca de raiz. Para as características comprimento de raízes laterais, comprimento de raízes axiais, volume de raízes laterais, volume de raízes axiais e área radicular específica, apenas as cultivares Rio e BRS 501 respondem positivamente à irrigação.

A utilização da técnica de análise de imagens digitais mostrou-se uma ferramenta promissora para estudos de raízes em sorgo, pois permite discriminar atributos morfológicos em fase precoce da cultura.

### **Conclusão**

Há variação positiva do diâmetro médio de raiz em função da disponibilidade hídrica e a cultivar BRS 501 é a que apresenta as melhores respostas.

As cultivares Rio, BRS 501 e BRS 506 são responsivas ao incremento de água para as características de massa seca de raiz. Para as características comprimento de raízes laterais, comprimento de raízes axiais, volume de raízes laterais, volume de raízes axiais e área radicular específica, apenas as cultivares Rio e BRS 501 respondem positivamente à irrigação.

A utilização da técnica de análise de imagens digitais mostrou-se uma ferramenta promissora para estudos de raízes em sorgo, pois permite discriminar atributos morfológicos em fase precoce da cultura.

### **Literatura Citada**

ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C. Manejo de solos e agricultura irrigada. In: RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P. E. P.; COUTO, L. A cultura do milho irrigado.p.70-106. 2003.Brasília: Embrapa Informação Tecnológica.

BAUHUS, J; MESSIER, C. Evaluation of fine root length and diameter measurements obtained using WINRHIZO image analysis. 91(1): 142-147. 1999. Agronomy Journal.

BOX, J. E.; RAMSEUR, E. L. Minirhizotron wheat root data: comparisons to soil core root data. J. 85: 1058-1060. 1993.Agron.

EMBRAPA, CENTRO NACIONAL DE MILHO E SORGO. Boletim agrometeorológico ano agrícola, 2003-2004. 2004. Sete Lagoas, MG.

FIALHO, E. T.;LIMA, J. A.; OLIVEIRA, V.; SILVA, H. O.Substituição do milho pelo sorgo sem tanino em rações de leitões: digestibilidade dos nutrientes e desempenho animal. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 1, n. 1, p. 105-111, 2002. Sete Lagoas, MG.

HARPER, J. L.; JONES, M.; SACKVILLE-HAMILTON, N. R.The evolution of roots andthe problems of analysing their behaviour. In: ATKINSON, D. (Ed.). Plant root growth: anecological perspective. p. 3-22. 1991. Oxford: Blackwell.

JACKSON, M. B. Ethylene promoted elongation: an adaptation to submergence stress. Annals of Botany, v. 101, n. 2, p. 229-248, 2008. London.

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C.; PEREIRA, F. J.; CASTRO, E. M.; PARENTONI, S. N. Avaliação das modificações morfológicas radiculares durante os ciclos de seleção do milho Saracura tolerante a hipoxia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento N. 15. Embrapa. 23 p. 2007. Sete Lagoas, MG.

ROCHA, M. C. da; MIRANDA, G. V.; VASCONCELOS, M. J. V.; MAGALHAES, P. C.; CARVALHO JÚNIOR, G. A. de; SILVA, L. A.; SOARES, M. O.; CANTÃO, F. R. O.; RODRIGUES, F.; SCHAFFERT, R. E. Caracterização da morfologia radicular de genótipos contrastantes de sorgo em baixo e alto níveis de fósforo. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 9, n. 1, p. 65-78, 2010. Sete Lagoas, MG.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT softwareversão9.1, 2003.Cary.

**Tabela 1** – Resumo da Análise de Variância para as características massa seca de raiz (MSR) (g), diâmetro médio de raiz (DMR) (mm), comprimento de raízes laterais (CRLAT) (m), comprimento de raízes axiais (CRAXI) (m), volume de raízes laterais (cm<sup>3</sup>), volume de raízes axiais (VRAXI) (cm<sup>3</sup>), área radicular específica (ARE) (cm<sup>2</sup>/g) de sorgo sacarino

F.V.	G.L.	Q.M.						
		MSR (g)	DMR (mm)	CRLAT (m)	CRAXI (m)	VRLAT (cm <sup>3</sup> )	VRAXI (cm <sup>3</sup> )	ARE (cm <sup>2</sup> /g)
G	3	14.087*	0.019*	299143.458*	4633.401*	184.039*	2788.644*	18016081.72*
T	3	18.346*	0.016*	375985.286*	5362.686*	192.574*	3844.323*	21960451.81*
G*T	9	3.346*	0.002 <sup>ns</sup>	166253.077*	2085.949*	85.932*	1596.107*	9019443.26*
R	32	0.376	0.002	15887.596	308.359	11.581	257.510	1060166.8

\*significativo ao nível de 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup> não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

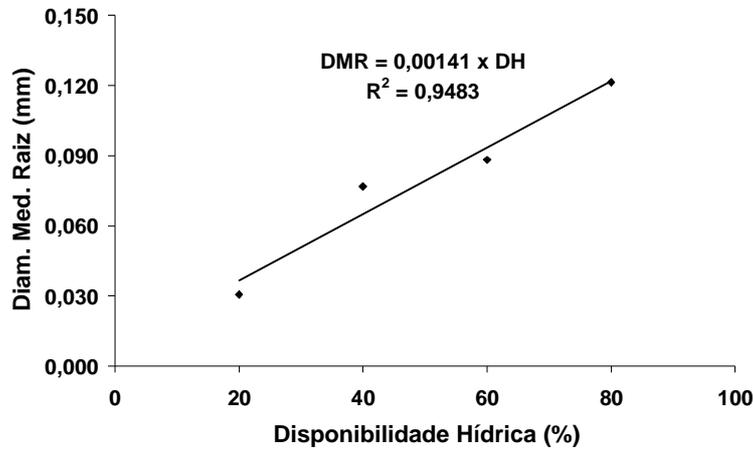
**Tabela 2** – Resumo da Análise de Regressão para a característica diâmetro médio de raiz (DMR) (mm) de sorgo sacarino

F.V.	G.L.	QM
		DMR (mm)
TRATAMENTO	1	0.04779904*
FAJ	2	0.00130376 <sup>ns</sup>
ERRO PURO	44	0.00322945

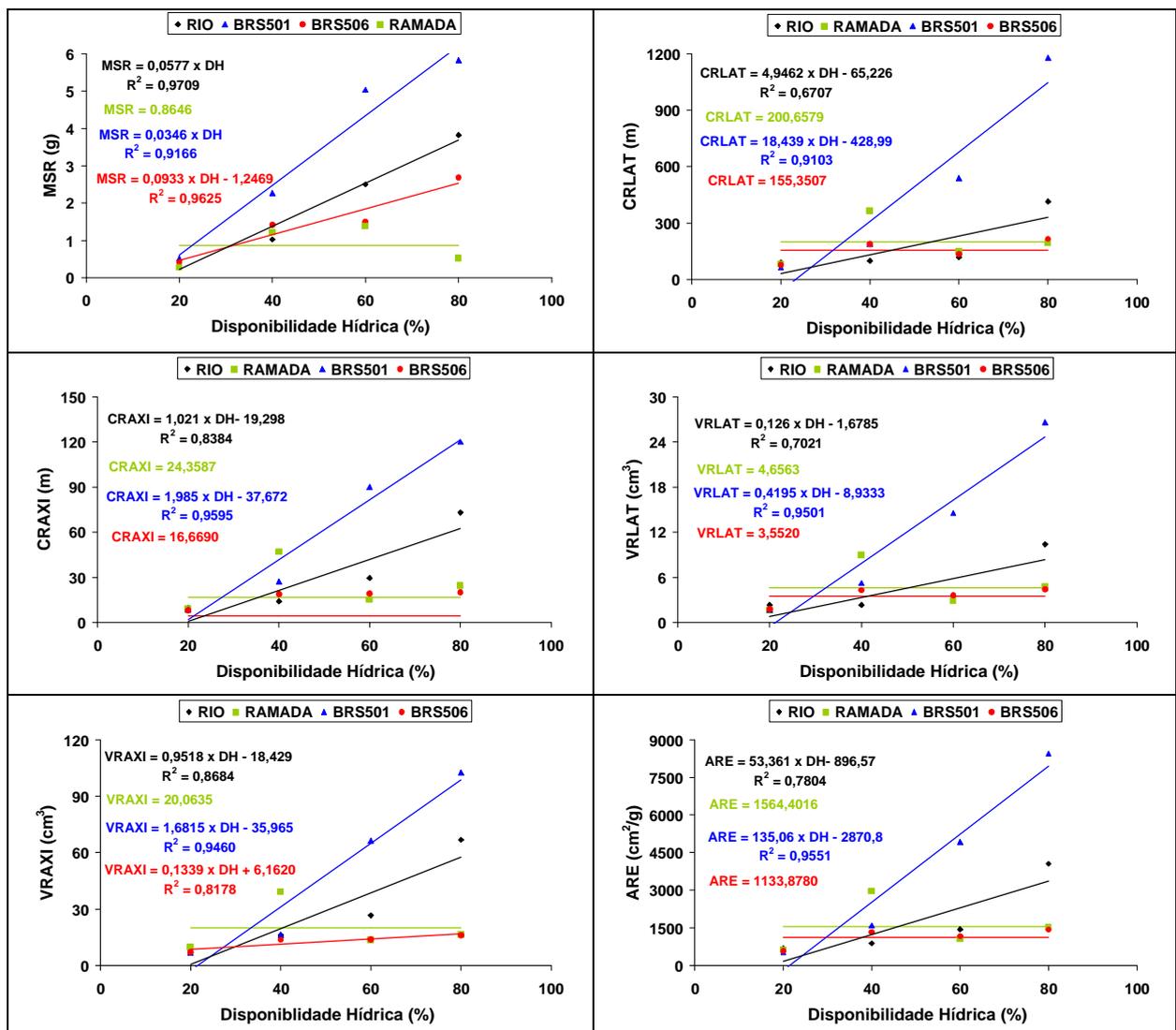
**Tabela 3** - Valores médios de diâmetro médio de raiz (DMR) (mm) em função dos genótipos de sorgo sacarino

Cultivar	DMR (mm)
BRS501	0,137 <sup>a</sup>
BRS 506	0,065 <sup>b</sup>
Rio	0,062 <sup>b</sup>
Ramada	0,047 <sup>b</sup>

Médias seguidas pela mesma não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.



**Figura 1** - Variação do diâmetro médio de raiz (mm) em função da disponibilidade hídrica.



**Figura 2** – Variação de massa seca de raiz (MSR), comprimento de raízes laterais (CRLAT), comprimento de raízes axiais (CRAXI), volume de raízes laterais (VRLAT), volume de raízes axiais (VRAXI) e área radicular específica (ARE) em função da disponibilidade hídrica (%).