

## Atributos radiculares de mamoneira cultivada em Planossolos no semiárido<sup>(1)</sup>

Juciane Maria Santos Sousa<sup>(2)</sup>; João Bosco Pitombeira<sup>(3)</sup>; Ricardo Espíndola Romero<sup>(4)</sup>; Mirian Cristina Gomes Costa<sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da Petrobrás/ANP; <sup>(2)</sup> Doutoranda em Ciência do Solo, Bolsista CAPES, Departamento de Ciências do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, SC, Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro, Lages - SC, 88520-000, e-mail: [jucianemariass@gmail.com](mailto:jucianemariass@gmail.com); <sup>(3)</sup> Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará (UFC); <sup>(4)</sup> Professor Adjunto, Departamento de Ciências do Solo, Universidade Federal do Ceará (UFC).

**RESUMO:** Informações sobre o sistema radicular das culturas são importantes ferramentas para seleção de cultivares mais adaptadas e, atualmente, esses dados são escassos para a mamoneira. Neste estudo o objetivo foi identificar genótipos de mamona mais adaptados às condições semiáridas por meio da avaliação de seu sistema radicular. O estudo foi realizado na Fazenda Experimental Vale do Curu (Pentecoste -CE) a partir de um experimento em blocos inteiramente casualizados e delineamento em parcelas subdivididas, com dez tratamentos nas parcelas (cultivares de mamona), três tratamentos nas subparcelas (profundidades de coleta de raiz) e quatro repetições. As cultivares testadas foram: IAC 20-28; IAC-Guarani; IAC-80; IAC-226; MPA-34; MPB-01; MPA-11; BRS- Energia; Paraguaçu; Nordestina. A avaliação do sistema radicular foi feita pelo método da sonda que possui diâmetro interno de 4,5 cm, 100 cm de comprimento e graduação a cada 10 cm. As raízes foram separadas manualmente e analisadas com o auxílio do software Safira 2010 a partir da digitalização em placas de vidro. Foram avaliados valores referentes ao volume total ( $V_{total}$ ), comprimento total ( $C_{total}$ ), área superficial ( $AS_{total}$ ) e diâmetro médio ( $D_{médio}$ ) das raízes. As cultivares Paraguaçu e MPB-01 demonstraram tendência mais expressiva nos atributos radiculares em relação as demais; portando, sugerindo que estas dispõem de mecanismos adaptativos mais eficientes. No entanto, a variabilidade dos resultados não permitiu identificar diferenças mais sutis entre as cultivares.

**Termos de indexação:** Raízes, competição de cultivares, *Ricinus communis*.

### INTRODUÇÃO

Atualmente mais de 350 oleaginosas foram identificadas como fonte potencial para produção de biodiesel (Atabania et al., 2012). Dentre essas, Martin et al. (2010) destacam a mamona que tem sido indicada como promissora à geração de bioenergia. No entanto, as condições climáticas em algumas regiões tropicais muitas vezes limitam o cultivo da mamona, assim como o pleno

crescimento e desenvolvimento da planta (Ogunniyi, 2006). Isso acontece porque a produção de mamona pode ser influenciada por vários fatores ambientais, como: solos, radiação, temperatura, precipitação e dinâmica de salinidade no solo (Huang et al., 2011).

Sailaja et al. (2008) destacam que a maior restrição ao aumento da produtividade da mamona está relacionada à vulnerabilidade das variedades aos fatores bióticos e abióticos. De acordo com Severino & Auld (2013b), é importante compreender os fatores que controlam a produção da mamoneira, pois isso otimizará as práticas de manejo e a escolha de cultivares com maior potencial para produção de óleo.

Embora a mamona tenha o sistema radicular profundo e ramificado, configurando características desejadas em condições de escassez de água e nutrientes (Severino & Auld, 2013a), sob cultivo de sequeiro o estresse hídrico é o principal fator limitante à produção (ANJANI, 2010). De acordo com Gan et al. (2011), em regiões secas a morfologia do sistema radicular das culturas é crucial na aquisição de água, pois características morfológicas das raízes, tais como comprimento, área superficial e diâmetro, influenciam diretamente na funcionalidade de todo sistema radicular.

Segundo Barber & Mackay (1986), genótipos mais adaptados promovem enraizamento mais intenso e profundo, aumentando a zona de absorção de água e nutrientes. Estabelecer variações genéticas entre genótipos e o meio permite elaborar práticas eficientes no desenvolvimento de plantas mais adaptadas aos diferentes meios e condições edafoclimáticas (Kondo et al., 2003).

Neste estudo o objetivo foi avaliar o potencial produtivo de dez cultivares de mamona e identificar genótipos mais adaptados às condições semiáridas, por meio de informações referentes à avaliação do sistema radicular da mamoneira.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental Vale do Curu (Pentecoste - CE). O solo do local foi classificado como PLANOSSOLO HÁPLICO,



conforme descrição da Embrapa (2013). De acordo com a classificação de Köppen, a região apresenta clima do tipo Aw' tropical chuvoso com cinco a oito meses secos, com temperaturas médias variando de 22 °C a 28 °C. A precipitação média anual varia de 600 a 1.100 mm (Souza et al., 2007).

O estudo foi feito por meio de um experimento em blocos inteiramente casualizados com delineamento em parcelas subdivididas. Nas parcelas foram avaliados dez tratamentos (cultivares de mamona), nas subparcelas foram avaliadas três profundidades de coleta de raiz, com quatro repetições. As cultivares testadas foram: IAC 20-28; IAC-Guarani; IAC-80; IAC-226; MPA-34; MPB -01; MPA-11; BRS-Energia; Paraguaçu; Nordestina.

#### Atributos radiculares

Para coleta de raízes foi utilizada sonda que possui diâmetro interno de 4,5 cm, 100 cm de comprimento e graduação a cada 10 cm. Cada amostra coletada apresentou o volume de 159 cm<sup>3</sup>. As amostras foram coletadas a 15 cm de distância das plantas nas camadas de 0-10, 10-20 e 20- 30 cm do solo, em três pontos dentro das parcelas experimentais, totalizando 120 amostras de solo contendo raízes

#### Avaliação do sistema radicular

A separação das raízes do solo foi feita por meio de pinças, pincéis e visualização com lupa. As raízes foram armazenadas em frascos contendo solução de álcool P.A. Posteriormente, foram espalhadas em placas de vidro e digitalizadas para formato JPEG.

A análise das imagens foi feita com auxílio do software Safira 2010 – Sistema para Análise de Fibras e Raízes – desenvolvido pelo Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CNPq/EMBRAPA), em São Carlos, SP (Jorge & Rodrigues, 2008).

O software Safira forneceu valores referentes ao volume total ( $V_{total}$ ), comprimento total ( $C_{total}$ ), área superficial ( $AS_{total}$ ) e diâmetro médio ( $D_{médio}$ ) das raízes (Jorge & Silva, 2010). As imagens foram segmentadas por processos de binarização das raízes por meio da técnica de limiarização, seguida das etapas de rotulação de dados, transformada de distância e afinamento da imagem binária pelo processo de produção de esqueletos de raízes.

Para execução da análise estatística foi utilizado o software ASSISTAT. Os dados foram submetidos à análise de variância – ANOVA e, mediante constatação de diferença significativa, os valores médios foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças significativas para as cultivares, porém foi verificado efeito significativo para o fator profundidade nos atributos radiculares avaliados, exceto diâmetro médio (**Tabela 1**).

Apesar de não terem sido identificadas diferenças estatísticas para os atributos radiculares entre as cultivares avaliadas, é importante relatar os resultados deste estudo. Segundo Severino & Auld (2013a), essa importância se deve ao fato do conhecimento sobre o sistema radicular da mamona ainda ser escasso. Os mesmos autores destacam a importância desse conhecimento para o melhoramento genético e para a seleção de cultivares mais adaptadas aos diferentes ambientes.

Segundo Gan et al. (2011), o sistema radicular de oleaginosas tem sido pouco estudado e pouco se sabe sobre os padrões de distribuição e características das raízes de oleaginosos em ambientes semiáridos.

Existem poucos estudos sobre raízes de mamona disponíveis na literatura. Severino & Auld (2013a) destacam que os estudos de raízes de mamona e outras culturas têm sido desencorajados por causa das metodologias trabalhosas, além da variabilidade dos resultados, que dificulta as análises estatísticas. Outra desvantagem que os autores mencionam é a perda de raízes finas durante os processos de extração e quantificação. Todas as implicações metodológicas citadas por estes autores e outros estudiosos de raízes foram evidenciadas no presente estudo. A ausência de resposta significativa aos tratamentos possivelmente se deve à grande variação encontrada nos resultados.

As cultivares Paraguaçu e MPB-01 numericamente apresentaram maior comprimento de raiz (**Tabela 2**). Esse maior comprimento radicular pode estar relacionado com características do próprio genótipo, como comportamento nutricional, potencial produtivo e a capacidade de adaptação às condições adversas do semiárido. As cultivares Paraguaçu e MPB-01 não se destacaram em produtividade (Dados não apresentados) dentre as demais avaliadas, mas apresentaram boa capacidade de absorção de N e Zn. É provável que essas espécies sejam mais tolerantes a períodos de estiagem, pois segundo Richards (2008), em sistemas de sequeiro, um sistema radicular extenso e profundo melhora o acesso à água e aos nutrientes.

Segundo Acuña & Wade (2012), a profundidade que o sistema radicular atinge varia entre ambientes em resposta às diferenças nas propriedades físicas e químicas do solo e genotípicas das plantas. Em um estudo semelhante, Pinto et al. (2008) observaram que o sistema radicular do cultivar



Mirante 10 produziu mais raiz em profundidade em relação a cultivar Nordestina, fato que confirma a relação dos atributos radiculares com diferentes genótipos.

Em relação à distribuição das raízes em profundidade (**Figura 1**), pode-se observar que as raízes se concentraram mais na superfície do solo, reduzindo à medida em que a profundidade aumenta. Os maiores valores de comprimento total, área superficial total e volume total se concentraram na camada de 0-10 cm, estendendo-se para a camada intermediária de 10-20 cm. A princípio, a maior distribuição de raízes na camada superficial pode estar relacionada com a maior disponibilidade de água e nutrientes. Alternativamente, isso pode estar relacionado com a restrição física do Planossolo em estudo.

Padrão semelhante foi observado por Imada et al. (2013) que, ao avaliarem a distribuição vertical de raízes em regiões semiáridas, constataram que 60% da biomassa de raiz está concentrada na superfície do solo, diminuindo exponencialmente com o aumento da profundidade. Esses autores sugerem que a disponibilidade de nutrientes e umidade do solo influenciam a distribuição de raízes nas camadas superficiais.

### CONCLUSÕES

As cultivares Paraguaçu e MPB-01 demonstraram tendência mais expressiva nos atributos radiculares em relação às demais, sugerindo que essas disponham de mecanismos adaptativos mais eficientes para as condições semiáridas. O aprimoramento da técnica de quantificação de raízes se faz necessário para diminuir a variabilidade dos dados a fim de detectar estatisticamente as diferenças entre os tratamentos testados.

### AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará (UFC) pela infraestrutura, à Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC pelo apoio, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor e à Petrobrás/ANP pelo auxílio financeiro.

### REFERÊNCIAS

ACUÑA, T. L. B. & WADE, L. J. Genotype x environment interactions for root depth of wheat. *Field Crops Research*, 137:117–125, 2012.

ANJANI, K. Extra-early maturing germplasm for utilization in castor improvement. *Industrial Crops and Products*, 31:139–144, 2010.

ATABANIA, A. E. et al. A comprehensive review on biodiesel as an alternative energy resource and its

characteristics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16: 2070–2093, 2012.

BARBER, S. A. & MACKAY, A. D. Root growth and phosphorus and potassium uptake by two corn genotypes in the field. *Fertilizer Research*, 10:217-230, 1986.

GAN, Y. et al. Rooting systems of oilseed and pulse crops I: Temporal growth patterns across the plant developmental periods. *Field Crops Research*, 122: 256–263, 2011.

HUANG, X. et al. Canopy reflectance in two castor bean varieties (*Ricinus communis* L.) for growth assessment and yield prediction on coastal saline land of Yancheng District, China. *Industrial Crops and Products*, 33:395–402, 2011.

IMADA, S. et al. Vertical distribution of fine roots of *Tamarix ramosissima* in an arid region of southern Nevada. *Journal of Arid Environments*, 92:46-52, 2013.

JORGE, L. A. C. de & RODRIGUES, A. F. O. Safira: Sistema de Análise de Fibras e Raízes. Embrapa Instrumentação Agropecuária. São Carlos, SP, 2008 (Boletim de pesquisa e desenvolvimento 24).

JORGE, L. A. C. de & SILVA, D. J. C. B. SAFIRA: manual de utilização. São Carlos, SP. Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2010.

KONDO, M. et al. Genotypic and environmental variations in root morphology in rice genotypes under upland field conditions. *Plant and Soil*, 255:189–200, 2003.

MARTÍN, C. et al. Fractional characterisation of jatropha, neem, moringa, trisperma, castor and candlenut seeds as potential feedstocks for biodiesel production in Cuba. *Biomass and energy*, 34:533-538, 2010.

OGUNNIYI, D. S. Castor oil: A vital industrial raw material. *Bioresource Technology*, 97:1086–1091, 2006.

PAPAKOSTA, D. K. et al. Adaptation and yielding ability of castor plant (*Ricinus communis* L.) genotypes in a Mediterranean climate. *European Journal of Agronomy*, 11:227–237, 1999.

PINTO, C. M. et al. Crescimento, distribuição do sistema radicular em amendoim, gergelin e mamona a ciclos de deficiência hídrica. *Revista Ciência Agronômica*, 39:429-436, 2008.

RICHARDS, R. A. Genetic opportunities to improve cereal root systems for dryland agriculture. *Plant Production Science*, 11:12–16, 2008.

SAILAJA, M. et al. Stable genetic transformation of castor (*Ricinus communis* L.) via particle gun-mediated gene transfer using embryo axes from mature seeds. *Plant Cell Reports*, 27:1509–1519, 2008.

SEVERINO, L. S. & AULD, D. L. A framework for the study of the growth and development of castor plant. *Industrial Crops and Products*, 46: 25–38, 2013a.

SEVERINO, L. S. & AULD, D.L. Seed yield and yield components of castor influenced by irrigation. *Industrial Crops and Products*, 49:52–60, 2013b.

**Tabela 1** - Resumo da análise de variância (ANOVA) para os atributos radiculares da mamoneira cultivada em Planossolos do semiárido cearense.

FV	Valor do F			
	C <sub>Total</sub>	V <sub>Total</sub>	AS <sub>Total</sub>	Diâmetro Médio
Cultivares (A)	2,4 <sup>ns</sup>	0,7 <sup>ns</sup>	1,2 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>
Profundidade (B)	11,8 <sup>**</sup>	9,1 <sup>**</sup>	13,1 <sup>**</sup>	0,4 <sup>ns</sup>
Blocos	1,6278 <sup>ns</sup>	1,2 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	2,7 <sup>ns</sup>
Interação AxB	0,52 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	0,5 <sup>ns</sup>	0,9 <sup>ns</sup>
CV (%) A	40,83	19,8	12,4	10,1
CV (%) B	33,15	14,5	9,3	5,9

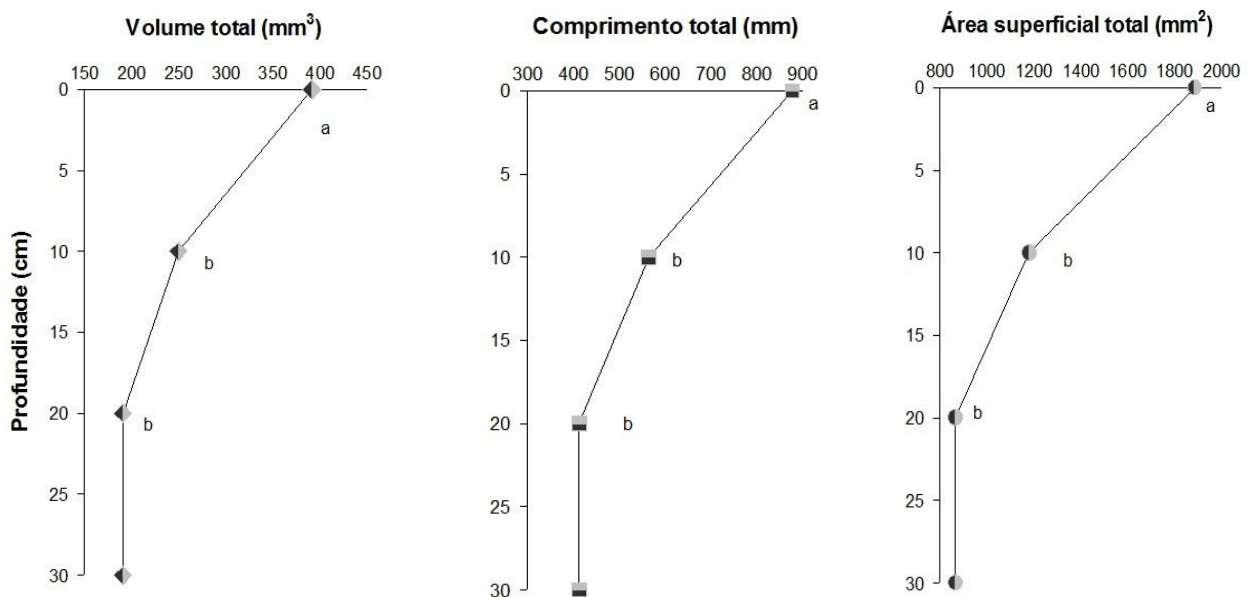
C<sub>Total</sub>= Comprimento total; V<sub>Total</sub> = Volume total; AS<sub>Total</sub>=Área superficial total.  
 \*\*, \* e ns: Significativo a 1, 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

**Tabela 2** – Médias dos atributos radiculares da mamoneira cultivada em Planossolos do semiárido cearense.

Fonte de variação	C <sub>Total</sub>	V <sub>Total</sub>	AS <sub>Total</sub>	Diâmetro Médio
Variedades	(mm)	(mm <sup>3</sup> )	(mm <sup>2</sup> )	(mm)
IAC 20-28	586,2 a <sup>1</sup>	232,7 a	1165,0 a	0,58 a
IAC-Guarani	764,7 a	345,7 a	1593,0 a	0,60 a
IAC-80	409,1 a	191,5 a	936,5 a	0,60 a
IAC-226	667,6 a	265,9 a	1308,8 a	0,58 a
MPA-34	487,9 a	249,3 a	1084,6 a	0,62 a
MPB-01	815,9 a	307,1 a	1635,4 a	0,59 a
MPA-11	356,0 a	315,0 a	1059,5 a	0,61 a
BRS-Energia	367,8 a	173,3 a	842,5 a	0,59 a
Paraguaçu	1065,4 a	448,5 a	2222,4 a	0,58 a
Nordestina	652,3 a	239,5 a	1258,3 a	0,58 a

C<sub>Total</sub>= Comprimento total; V<sub>Total</sub> = Volume total; AS<sub>Total</sub>=Área superficial total.

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. <sup>2</sup>Médias transformadas C<sub>Total</sub> (x= √x); V<sub>Total</sub> (x= log(X)); AT (x= log(X)).



**Figura 1** – Volume total (V<sub>Total</sub>), comprimento total (C<sub>Total</sub>) e área superficial total de raízes (AS<sub>Total</sub>) de mamona. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey. Médias transformadas V<sub>Total</sub> (x= log(X)); C<sub>Total</sub> (x= √x); AT (x= log(X)).