

## CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E ARMAZENAGEM DE ÁGUA EM SOLO CULTIVADO COM CULTIVARES DE MAMONEIRA

Darley de A. Nascimento<sup>1\*</sup>, Alexsandro dos S. Brito<sup>2</sup>, Ian Carlos B. de Carvalho<sup>1</sup>, Helder Henrique N. Faria<sup>3</sup>, Leandro S. Peixoto<sup>2</sup>

1. Estudante do curso de Engenharia Agrônômica no IF Baiano, *Campus Guanambi*
2. Professor efetivo do IF Baiano, *Campus Guanambi* / Orientador e Coorientador
3. Mestrando do curso produção vegetal no Semiárido, do IF Baiano, *Campus Guanambi*.

### Resumo:

A mamoneira apresenta grande importância socioeconômica para a região semiárida, em virtude de sua potencialidade de fixar o homem no campo. O objetivo do trabalho foi avaliar a armazenagem de água em um Latossolo Vermelho Amarelo cultivado com cultivares de mamoneira. O delineamento experimental foi em blocos aleatorizados, com sete tratamentos (cultivares de mamoneira: BRS Paraguaçu; EBDA MPA11; IAC 2028; IAC 226; BRS Nordestina; IAC Guarani e BRS Energia) e três repetições. A armazenagem de água no solo foi calculada pelo método do trapézio, por meio de perfis de umidade do solo, obtidos por tensiômetros instalados a 0,5; 0,6 e 0,7 m de profundidade e curvas de retenção de água elaboradas para as camadas de 0,5-0,6 e 0,6-0,7 m. As maiores armazenagens de água no solo foram encontradas para as cultivares IAC 226, IAC 2028 e Nordestina, e a menor para a cultivar BRS Paraguaçu. Enquanto as maiores produtividades de grãos foram mensuradas para as cultivares EBDA MPA11 e BRS Paraguaçu.

**Palavras-chave:** Conteúdo de água; Rícino; Curva de retenção de água.

**Apoio financeiro:** CNPq/Pró-Reitoria de Pesquisa do IFBAIANO.

### Introdução:

A mamona (*Ricinus communis* L.), planta cosmopolita de origem tropical, é uma das principais culturas agrícolas para a produção de óleo (óleo de rícino), biodiesel e torta, a qual é utilizada como adubo. Apresenta alto valor agregado, sobretudo para a região semiárida, devido ser uma planta xerófila, heliófila e resistente a estiagem. Essa característica é muito importante, frente às incertezas climáticas que estão ocorrendo nos últimos sete anos (NASCIMENTO et al., 2018). A cultura da mamona apresenta elevada potencialidade para gerar empregos e fixar o homem no campo, diminuindo o êxodo rural (OLIVEIRA et al., 2009). Outra grande vantagem é o período da colheita que ocorre no período seco, época em que poucas culturas podem ser colhidas. O Estado da Bahia apresenta-se com o principal produtor de mamona, com 94,10% da produção Nacional (IBGE, 2017).

Sendo assim, o estudo prévio para cada cultura e solo quanto ao volume de solo explorado pelo sistema radicular da mamoneira é primordial, uma vez que é necessário a máxima exploração do volume de solo. Geralmente, a qualidade física, química e biológica do perfil do solo limita o crescimento potencial do sistema radicular das plantas, tornando-a mais vulnerável às adversidades climáticas e resultando em menor produtividade. Nesse aspecto, o manejo do solo deve proporcionar um perfil ou volume de solo que limite o mínimo possível o crescimento das raízes.

Para os estudos da dinâmica da água, esse volume é denominado volume de controle de solo (LIBARDI, 2012), o qual deve englobar 95% ou mais do sistema radicular ativo (REICHARDT; TIMM, 2004), possuindo a superfície do solo como limite superior. Para a cultura da mamoneira, o volume de controle é representado pela camada de solo compreendida entre 0 e 0,6 m de profundidade (FEITOSA et al., 2010; SOUZA et al., 2013). A determinação dos perfis de umidade e dos potenciais da água no solo são importantes para o estudo sobre a armazenagem e fluxos de água, sobretudo na camada superficial e no limite inferior da camada explorada pelo sistema radicular da planta (BRITO et al., 2009; SALVADOR et al., 2012).

Portanto, o objetivo do trabalho foi estudar a armazenagem de água em um Latossolo Vermelho Amarelo, cultivado com cultivares de mamoneira, sob sistema suplementar de irrigação localizada por gotejamento, nas condições agroclimáticas do semiárido baiano. Com isto, pode-se fazer um ranqueamento das cultivares de mamoneira mais indicadas para a região.

### Metodologia:

O experimento foi implantado na área experimental do Instituto Federal Baiano, Campus Guanambi (coordenadas geográficas: 14°13'30" S; 42°46'53" W; altitude de 525 m; precipitação pluvial média de 663,69 mm e temperatura média de 26°C), em outubro de 2016. O solo presente na área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Amarelo. Nesse experimento foram avaliados o comportamento de sete variedades de mamoneira (IAC 2028, IAC 226, IAC Guarani, BRS Nordestina, BRS Paraguaçu, BRS Energia, EBDA MPA11).

Para a caracterização estrutural do solo foram coletadas amostras de solo com estrutura indeformada nas profundidades de 0,2; 0,4; 0,5; 0,6 e 0,7 m, com o auxílio de um extrator tipo Uhland, com cilindros volumétricos apresentando, aproximadamente, 0,05 m de altura e diâmetro. As medidas de altura e diâmetro dos anéis

volumétricos foram feitas com um paquímetro digital, realizando três medidas de altura e de diâmetro para cada anel. Para cada amostra, foram determinados os seguintes atributos:

Densidade do solo ( $\rho_s$ ) em  $\text{kg m}^{-3}$ ; densidade de partículas ( $\rho_p$ ), em  $\text{kg m}^{-3}$ ; porosidade total do solo ( $\alpha$  %) pela fórmula  $\alpha = 1 - (\rho_s/\rho_p)$ , macro [ $\text{Ma} = ((\theta_0 - \theta_{3\text{kPa}})/\theta_0) \times 100$ ], meso [ $\text{Me} = ((\theta_{3\text{kPa}} - \theta_{10\text{kPa}})/\theta_0) \times 100$ ] e microporosidade [ $\text{Mi} = \theta_{10\text{kPa}} \times 100$ ], utilizando o Funil de Haines em que  $\theta$  é a umidade volumétrica do solo submetido a diferentes tensões (0, 3, e 10 kPa); permeabilidade do solo ao ar ( $k_{ar}$  em  $\mu\text{m}^2$ ) e resistência do solo à penetração radicular (RP em Mpa), utilizando amostras estabilizadas na tensão de 10 kPa.

Para à análise granulométrica e classificação textural coletou-se amostras de solo com estrutura deformada nas mesmas camadas de determinação da densidade do solo. Essas análises foram realizadas no Laboratório de Física do Solo do IFBaiano/Campus Guanambi, utilizando o método da Pipeta (Gee e Or, 2002), utilizando a solução dispersante, denominada calgon (CAMARGO et al, 1986).

A caracterização físico-hídrica do solo foi feita pela curva de retenção da água. As curvas de retenção de água foram construídas para a profundidade de 0,6 m, utilizando amostras indeformadas para os maiores potenciais mátricos (-1,0 a -10 kPa) e amostras deformadas para os menores potenciais mátricos (-450 kPa a -1653 kPa), por meio do funil de Haines e WP4 (Klein et al., 2010). As curvas de retenção da água no solo foram ajustadas pelo modelo de van Genuchten (1980), utilizando o software TableCurve 2D – Jandel Scientific – Copyright 1989-1994 (versão trial). As curvas de retenção foram utilizadas para transformação do potencial mátrico em conteúdo de água no solo.

Para tanto, foram instalados tensiômetros nas profundidades de 0,5; 0,6 e 0,7 m. Com a determinação dos perfis de umidade, foi poel calcular a armazenagem de água no perfil do solo, pelo método do trapézio (SALVADOR et al., 2012), para as camadas 0-0,5; 0-0,6 e 0-0,7 m, conforme a equação:

$$h_z = \int_0^{0,6} \theta(z) dz = [0,55(\theta_{0,5}) + 0,05(\theta_{0,6})] * 1000, \quad (1)$$

nas quais,  $\theta$  é o conteúdo de água em função da profundidade, indicada pelo índice.

## Resultados e Discussão:

As densidades do solo e das partículas nas profundidades de 0,2 e 0,4 m estão elevadas em relação a textura do solo (Tabela 1) e quando atreladas ao valores de RP, que encontram-se acima do limite crítico (> 2,0-2,5 MPa), caracteriza-se como compactação das respectivas camadas, acarretando, possivelmente, restrições físicas ao desenvolvimento do sistema radicular da cultura da mamona. Essa compactação é ocasionada pelo histórico de uso, predominando o uso de grade aradora, sempre na mesma profundidade, alterando o arranjo das partículas e volume de poros. Essas alterações influem nos atributos físico-hídricos importantes, tais como: a porosidade de aeração, a retenção de água no solo, a disponibilidade de água às plantas e a resistência do solo à penetração (MOTA et al., 2017). Para as demais profundidades, esses atributos encontram-se dentro do limite. Para os atributos relacionados à porosidade e permeabilidade do solo ao ar, os valores indicam que em ambas as profundidades não há grandes problemas com o transporte de gases no solo.

**Tabela 1** – Valores de densidade do solo ( $\rho_s$ ), densidade das partículas ( $\rho_p$ ), conteúdo de areia, silte e argila e classe textural, de porosidade total ( $\alpha$ ); macro (Ma), meso (Me) e microporos (Mi); permeabilidade do solo ao ar ( $k_{ar}$ ) e resistência do solo à penetração nas diferentes camadas do solo

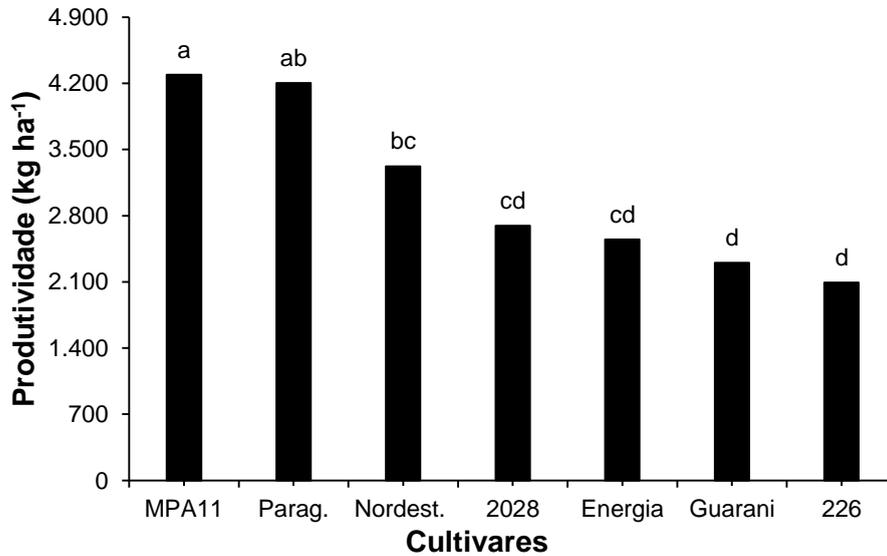
Prof. (m)	$\rho_s$ ( $\text{kg m}^{-3}$ )	$\rho_p$	$\alpha$	Ma	Me	Mi	Areia	Silte	Argila	Classe Textural*	$k_{ar}$ ( $\mu\text{m}^2$ )	RP MPa
						%						
0,2	1711	2553	33,0	10,5	15,7	73,8	66,0	15,0	19,0	FA	1,97	2,65
0,4	1713	2512	31,8	9,6	13,2	77,2	61,0	16,0	23,0	FAA	2,22	2,56
0,5	1662	2477	32,8	12,5	18,0	69,5	61,5	15,5	23,0	FAA	1,98	1,93
0,6	1663	2497	33,4	9,2	15,3	75,5	60,5	15,5	24,0	FAA	2,04	1,72
0,7	1716	2537	32,4	7,7	12,6	79,7	60,5	15,0	24,5	FAA	1,73	2,05

\* Franco arenoso (FA); Franco argilo-arenoso (FAA).

A percentagem média de argila na camada arável do solo (0,0-0,2 m) foi 29,45% menor que a da camada de 0,20-0,6 m. Esse aumento da percentagem de argila no solo conforme aumenta a profundidade se deve aos fatores pedogenéticos de sua formação e ao processo denominado eluviação de argila, sem que haja, nesse caso, a formação de um horizonte Bt. Essa elevação do conteúdo de argila na camada de 0,2-0,7 m proporciona maior retenção de água nessa camada, torna-a muito importante para a nutrição das plantas, ao mesmo tempo em que torna-se essencial adequar o ambiente físico e químico nessa camada, de modo a propiciar maior exploração do perfil do solo pelo sistema radicular da cultura.

A cultivar EBDA MPA11 foi estatisticamente superior as demais, exceto que a BRS Paraguaçu, quanto à produtividade, enquanto as demais foram semelhantes (Figura 1). A produtividade das cultivares variou de 2.094 a 4.251  $\text{kg ha}^{-1}$ , sendo valores 320 e 760% maiores que a produtividade média dos cultivos de mamona no Estado da Bahia (499  $\text{kg ha}^{-1}$ ) e 338 e 798% maior que a média nacional (478  $\text{kg ha}^{-1}$ ), na safra de 2017/18 (Conab, 2018).

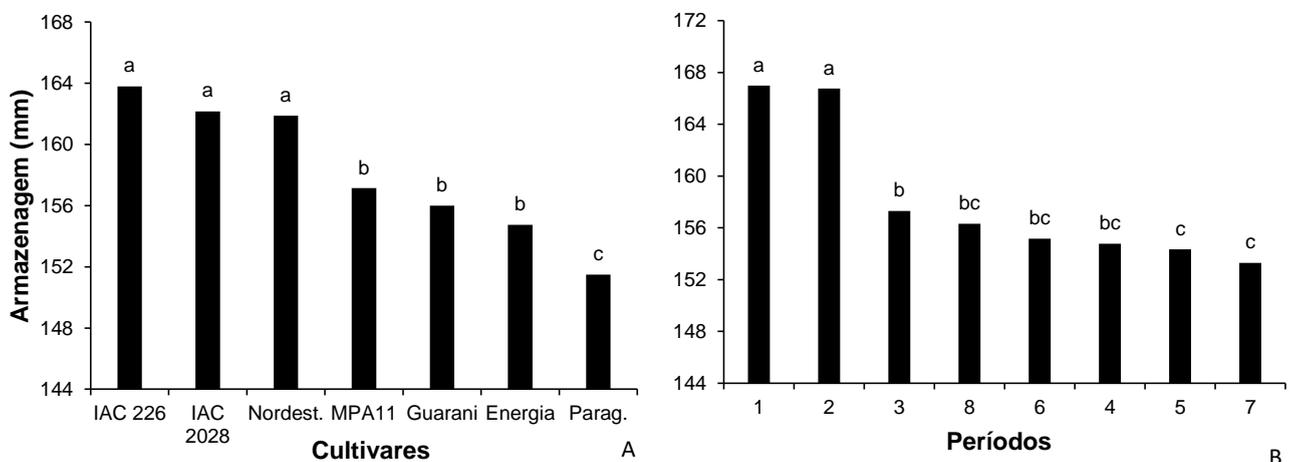
Essa baixa produtividade média observada no Brasil deve-se, em parte, ao uso de sementes de baixa qualidade, multiplicadas pelos próprios agricultores, o que acarreta em alto nível de heterogeneidade e à ampla diversidade de tipos locais, em sua grande parte, pouco produtivos (FREIRE et al., 2007).



**Figura 1** – Produtividade das diferentes cultivares de mamona. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

As maiores armazenagens de água no solo foram estimadas para as cultivares IAC 226, IAC 2028 e a Nordestina (164, 162 e 162 mm, respectivamente), diferindo estatisticamente das demais (Figura 2 A). A menor armazenagem foi estimada para a cultivar BRS Paraguaçu (151 mm, apresentando um contraste na armazenagem de 7,2% em relação a média das maiores) e isso pode ter uma relação com a maior extração de água por essa cultivar, uma vez que apresenta alta produtividade nas condições agroclimáticas do semiárido baiano e, conseqüentemente, demande maiores quantidades de água. Todavia, embora as armazenagens de água no solo cultivado com as cultivares BRS Energia e IAC Guarani tenham sido baixas, suas produtividades também foram baixas, o que indica que a relação entre absorção de água e a sua conversão em grãos foi ruim para ambas, quando comparadas com as outras cultivares.

Com relação aos períodos, percebe-se que os dois primeiros foram os que apresentaram maior armazenagem, diferindo estatisticamente dos demais (Figura 2 B). Estes valores se devem ao fato de que na fase inicial a cultura tenha uma copa pequena e, por isso, a demanda transpirométrica é menor. Os períodos 4, 5, 6 e 7 compreendem os de menor armazenagem, pois são os que a cultura absorveu mais água. À medida que a cultura se cresce, ela naturalmente, vai demandar maiores volumes de água para suprir todas as suas necessidades morfofisiológicas, o que corrobora com resultados de armazenagem obtidos.



**Figura 2** - Armazenagem de água na camada de 0-0,6 m para as cultivares (A) e para os períodos (B). Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis a 5%.

## Conclusões:

As maiores armazenagens de água foram estimadas para as IAC 226, IAC 2028 e BRS Nordestina.

Os dois primeiros períodos foram os que apresentaram maior armazenagem enquanto os períodos 4, 5, 6 e 7 compreendem menores armazenagem, ou seja, há um decréscimo na armazenagem conforme aumenta a demanda hídrica pela planta.

As maiores produtividades de grãos foram mensuradas para as cultivares EBDA MPA11 e BRS Paraguaçu, enquanto as demais foram semelhantes.

## Referências bibliográficas

BRITO, A.S., LIBARDI, P.L.; GHIBERTO, P.J. Water Balance Components in Soils Cropped to Sugarcane, with and without Nitrogen Fertilization. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, v. 33, p. 295-303, 2009.

CAMARGO, O.A. et al. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1986. 94p.

Conab – COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira. Fevereiro 2018.

FEITOSA, D.R.C. et al. **Distribuição espacial do sistema radicular da mamoneira cultivar BRS Paraguaçu sob diferentes níveis de irrigação**. Fortaleza-CE. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.4, n.4, p. 234-241, 2010.

FREIRE, E. C.; LIMA, E. F.; ANDRADE, F. P.; MILANI, M.; NÓBREGA, M. B. de M. Melhoramento genético. In: AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p.169-194.

GEE, G. W.O.R.D. Particle-size analysis. In: DANE, J. H.; TOPP, G.C.; ed. **Methods of soil analysis: Physical methods**. Madison: American Society of Agronomy, 2002. p. 255-289.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Janeiro 2017.

KLEIN, V.A. et al. **Textura do solo e a estimativa do teor de água no ponto de murcha permanente com psicrômetro**. *Cienc. Rural*, Santa Maria-RS, v.40, n.7, p. 1550-1556, 2010.

LIBARDI, P. L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: EDUSP, 2012, 2 ed. 352p.

MOTA J. C. A. et al. **Impactos de uso e manejo do solo na variabilidade e qualidade de atributos físicos de Cambissolos**. *Revista Agro@mbiente On-line*, v. 11, n. 4, p. 277-289, 2017.

OLIVEIRA, I. A.; LIMA, J. R. S.; SILVA, I. F.; ANTONINO, A. C. D.; GOUVEIA NETO, G. C.; LIRA, C. A. B. O. **Balanco de energia em mamona cultivada em condições de sequeiro no Brejo Paraibano**. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.4, p.185-191, 2009.

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Manole, 2004, 478p.

SALVADOR M.M.S.; LIBARDI P.L.; BRITO A.S.; MOREIRA N.B. **Estabilidade temporal e variabilidade espacial da distribuição da armazenagem de água no solo numa sucessão feijão/aveia-preta**. *Rev Bras Cienc Solo*, 36:1434-1447, 2012.

SOUZA, C. et al. **Balanco hídrico da cultura da mamona sob condições de sequeiro**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande-PB, v.17, n.1, p. 3-10, 2013.

van GENUCHTEN, M.T. A **Closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils**. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, v. 44, p.892-898, 1980.

NASCIMENTO, D. A. et al. Armazenagem de água em solo cultivado com oito variedades de mamona na região semiárida. In: SANTOS, A. T.; TROJAN D. G., ed. **Agronomia: elo da cadeia produtiva**. 1. ed. Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018. v. 1, Cap. 24, p 242-257.