

CRESCIMENTO INICIAL DA MAMONEIRA 'BRS GABRIELA' SUBMETIDA A NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO¹

Carlos Pedro de Menezes Costa², Hugo Orlando Carvalho Guerra³, João Henrique Zonta⁴,
Clayton Moura de Carvalho⁵, Paulo Gleisson Rodrigues de Sousa⁶, Leonaria Luna Silva de Carvalho⁶

RESUMO

A mamona (*Ricinus communis* L.) é considerada uma das principais fontes de matéria prima para a produção de biodiesel, e nos últimos anos vem crescendo a demanda por áreas de cultivo além das exploradas tradicionalmente. Com o objetivo de avaliar o crescimento da mamoneira BRS Gabriela submetida a diferentes lâminas de irrigação, um ensaio experimental foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Algodão, no município de Barbalha, CE. Foi utilizado um delineamento experimental em blocos ao acaso, com distribuição em faixas, com 4 repetições, totalizando 24 parcelas. Os tratamentos foram distribuídos em 6 lâminas de irrigação, aplicando 150, 125, 100, 75, 50 e 25% da evapotranspiração da cultura (ET_c), estimada pelo método Penman-Monteith. As variáveis analisadas foram altura da planta, diâmetro do caule, área foliar, comprimento do racemo primário e altura de inserção do primeiro racemo. Observou-se que o crescimento da mamoneira 'BRS Gabriela' foi beneficiado quando a planta foi irrigada com lâmina de água até o limite de 77% da evapotranspiração da cultura (ET_c), lâminas de 25 e 50% da ET_c provocaram decréscimos no crescimento, em razão do estresse por deficiência hídrica no solo, e lâminas de 100% da ET_c também provocaram reduções no crescimento da mamoneira, devido aos estresses anóxicos e hipoxícos causados por excesso de água no solo. A mamoneira 'BRS Gabriela' é muito sensível ao excesso de água no solo, havendo morte das plantas quando são irrigadas com lâminas acima de 100% da ET_c.

Palavras-chave: desenvolvimento; *Ricinus communis* L.; déficit hídrico; tolerância.

INITIAL GROWTH OF CASTOR BEAN 'BRS GABRIELA' SUBMITTED AT IRRIGATION LEVELS

ABSTRACT

Castor bean (*Ricinus communis* L.) is considered a major source of raw material for biodiesel production, and in recent years has increased the demand for cultivated areas beyond traditionally

¹ Parte da dissertação de mestrado em Engenharia agrícola do primeiro autor.

² Mestre em Engenharia Agrícola, Prof. do IFPI campus Oeiras, e-mail: carlos.pedromenezes@ifpi.edu.br

³ PhD em Relações Água-Solo-Planta, Prof. da UFCG, e-mail: hugo@deag.ufcg.edu.br

⁴ Doutor em Engenharia Agrícola, Pesquisador da CNPA/EMBRAPA Algodão, e-mail: zontajh@gmail.com

⁵ Doutor em Engenharia Agrícola, Prof. IF baiano campus Xique-xique, e-mail: carvalho_cmc@yahoo.com.br

⁶ Mestrandos em Engenharia Agrícola, UFC, e-mails: paulo.ufc.agro@gmail.com; leonarialuna@hotmail.com

exploited. Aiming to evaluate the growth of castor bean BRS Gabriela subjected to different irrigation, experimental testing was conducted at the Experimental Station of Embrapa Cotton, in the Barbalha city, Ceará. Experimental design used was randomized blocks, with distribution groups, with 4 replicates, totaling 24 plots. The treatments were distributed in 6 irrigation levels, applying 150, 125, 100, 75, 50 and 25% of crop evapotranspiration (ETc), estimated by method Penman-Monteith. The variables studied were plant height, stem diameter, leaf area, length of the primary raceme and height of insertion of the first raceme. It was observed that the growth of castor bean BRS Gabriela was increased when the plant was irrigated with water depth up to the limit of 77% of crop evapotranspiration (ETc), decreases in growth because of stress due to water deficiency in the soil, and the blades 100 blades 25% and 50% of ETc caused ETc also cause reductions in growth of castor bean, and hipoxíticos anóxicos due to stresses caused by excess water in the soil. The castor bean BRS Gabriela is very sensitive to excess water in the soil, with plant death when irrigated with blades up to 100% and so on.

Keywords: development; *Ricinus communis* L.; water stress; tolerance.

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa com grande tolerância à seca, exigente em calor e luminosidade, adaptando-se perfeitamente ao semiárido brasileiro (CARTAXO et al., 2004) e tem sido muito explorada em função do óleo contido em suas sementes que se constitui em matéria-prima para a produção do biodiesel (BELTRÃO et al., 2003).

A mamoneira é uma planta considerada rústica, de boa capacidade de adaptação, xerófila e heliófila (AMORIM NETO et al., 2001) necessitando de precipitações regulares na sua fase vegetativa e de períodos secos na fase de maturação dos frutos, mas o excesso de umidade é prejudicial em qualquer período da lavoura, sendo mais crítico na fase inicial e na frutificação (AZEVEDO et al., 1997). Além disso, a cultura da mamoneira desenvolve-se e produz bem em vários tipos de solo, com exceção daqueles de textura muito argilosa, que apresentem deficiência de drenagem e com pH entre 5,8 e 6,5.

Apesar de a mamoneira ser uma cultura adaptada às condições de semiaridez, exigente em calor e luminosidade, a garantia de produção deverá ser maior com irrigação e para se obter um bom desenvolvimento e alta produtividade, a planta exige solos

férteis (LAVIOLA; DIAS, 2008; NERY et al., 2009).

Para crescer, desenvolver e produzir satisfatoriamente, a mamoneira necessita de suprimento hídrico diferenciado nas suas fases fenológicas, o que requer manejo compatível com sua capacidade de retirada de água do solo. Segundo Schurr et al. (2000), o estresse hídrico na mamona afeta o seu desenvolvimento e a taxa de assimilação de CO₂, desta forma as plantas apresentam estrutura foliar reduzida, consequentemente afetando os componentes de produção. Por outro lado, o aumento da disponibilidade hídrica é responsável por uma atividade de crescimento mais pronunciada e eficiente.

De acordo com Pennisi (2008), estudos relacionados à tolerância à seca são cada vez mais estratégicos, já que esse é o estresse abiótico mais complexo e de maior efeito sobre as culturas e o principal fator que deve limitar a produção mundial de alimentos e de outros produtos agrícolas nos próximos anos. Neste cenário, torna-se imperativo um maior conhecimento dos fatores biológicos e climáticos relacionados à tolerância ao déficit hídrico, de forma a garantir que no futuro, a agricultura possa contar com genótipos cada vez mais adaptados aos estresses hídricos.

Com base no exposto, objetivou-se avaliar o crescimento da mamoneira BRS

**CRESCIMENTO INICIAL DA MAMONEIRA
'BRS GABRIELA' SUBMETIDA A NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO**

Gabriela submetida a diferentes lâminas de irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Embrapa Algodão (Figura 1), no município de Barbalha – CE, localizado geograficamente a 7°19' de latitude Sul, 39°18' de longitude Oeste e 409,03 m de altitude, durante o período de julho a dezembro de 2012.

O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen, adaptada ao Brasil (COELHO; SONCIN, 1982), é do tipo "CSa", semiúmido, com verão quente e seco (4 a 5 meses) e chuvas de outono e inverno. O período chuvoso é de março a junho e o mais seco é de outubro a dezembro.

O município de Barbalha, situado a nordeste da Chapada do Araripe possui dois tipos principais de solo: latossolo e sedimentar onde a principal elevação é a serra do Araripe.

Antes da instalação do experimento foi realizada coleta de amostras de solo deformadas e indeformadas, na área experimental, para determinação das características físicas e físico-hídricas (Tabela 1). O preparo do solo foi realizado com subsolagem e gradagem, sendo a calagem e adubação de fundações realizadas de acordo com a recomendação para a cultura da mamoneira em função da análise de solo. Os tratos culturais (controle de plantas invasoras, pragas e doenças, e adubação de cobertura) foram realizados de acordo com as recomendações da cultura.

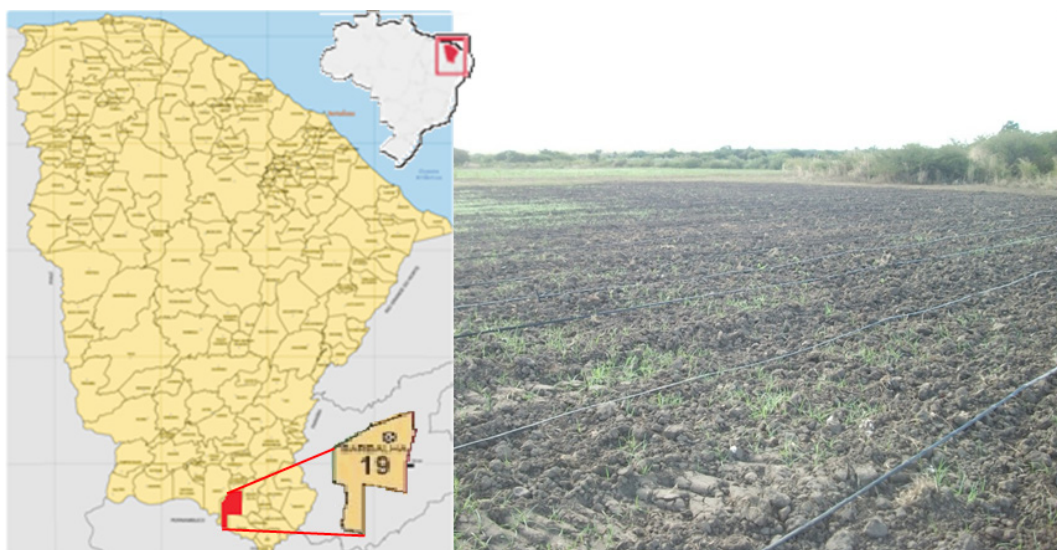


Figura 1. Localização da área experimental. Embrapa Algodão, Barbalha, CE, 2012.

Tabela 1. Classificação Textural e físico-hídrica do solo da área experimental.

Classe textural					
Profundidade	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Classificação textural
	(%)				
0-30	40	15	12	33	Franco argilo arenoso
30-60	30	15	16	39	Argilo arenoso
Características físico-hídricas					
Profundidade	Capacidade de campo	Ponto de murcha	Densidade		
			Aparente	Global	
		(%)		(g cm ⁻³)	
0-30	24,16		12,15	1,40	2,61
30-60	24,33		12,11	1,47	2,58

Boletim No. 42/11 – Lab. Solos e Nutrição de Plantas da Embrapa Algodão.

A área total ocupada pelo experimento foi de 1.644 m² (30 x 54,8) com a área da parcela: 7,5 x 10,8 = 81,0 m² e uma área útil de 7,0 x 7,2 = 54,4 m² com 6 fileiras duplas e 4 fileiras duplas úteis na parcela com uma área do bloco: 30,0 x 10,8 = 324 m² (Figura 2A e 2B).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com distribuição em faixas, com 4 repetições. As parcelas experimentais tiveram dimensão de 6 linhas de plantio com 7 metros de comprimento, sendo considerado área útil as 4 linhas centrais, e 5 metros de comprimento.

Os tratamentos foram distribuídos em 6 lâminas de irrigação: 150, 125, 100, 75, 50 e 25% da evapotranspiração da cultura – ET_c (Figura 3). A ET_c foi estimada multiplicando-se a evapotranspiração de referência (ET₀), obtida através do método de Penman-Monteith, pelo coeficiente da cultura K_c (FAO 56) (ALLEN et al., 1998), com turno de rega fixo de 2 dias. Os dados meteorológicos para o cálculo da ET₀ foram obtidos da Estação Meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, localizada na região de Barbalha - CE.

O método de irrigação adotado foi do tipo localizado, utilizou um sistema de irrigação por gotejamento, com uma linha de gotejadores para cada fileira dupla, com gotejadores espaçados de modo a se formar uma faixa molhada. Sendo o sistema por gotejamento constituído de: conjunto motobomba de 3,0 cv; cabeçal de controle,

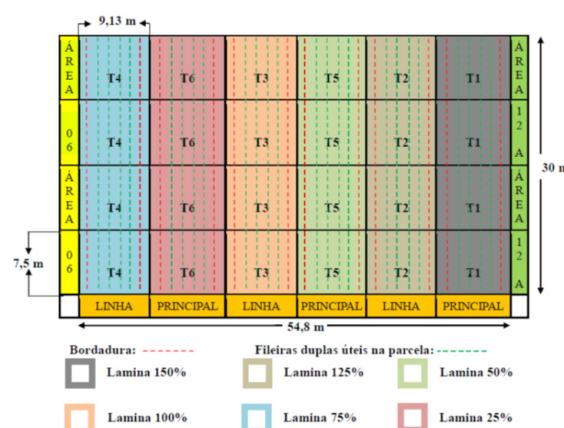


Figura 3. Croqui da área experimental.

constituído por filtro de disco, tubo de Venturi, tomada de pressão e registros; tubulações, linha principal, linha de derivação, nesta continha um cavalete com hidrômetro e válvula anti-vacúo e 36 linhas laterais, sendo uma por fileira dupla de planta; gotejadores tipo autocompensantes, modelo katif, com vazão de 2,0 L h⁻¹ a uma pressão de serviço de 100 kPa.

A adubação baseou-se na análise química do solo e exigências nutricionais da cultura. Foi aplicado o equivalente a 33 kg de N ha⁻¹, 150 kg de P₂O₅ ha⁻¹, tendo sido usado como fonte do nutrientes o sulfato de amônio, fosfato de monoamônio (MAP), sulfato de potássio, respectivamente. Foram distribuídos mecanicamente, por ocasião da confecção dos sulcos para plantio.

A cultivar usada foi semeada diretamente no solo em covas abertas manualmente nas parcelas, sendo colocados 2 sementes por cova. A germinação deu-se a partir do 5º dia após a semeadura (DAS). No 7º e no 13º DAS foi observado 85 % e 99 %

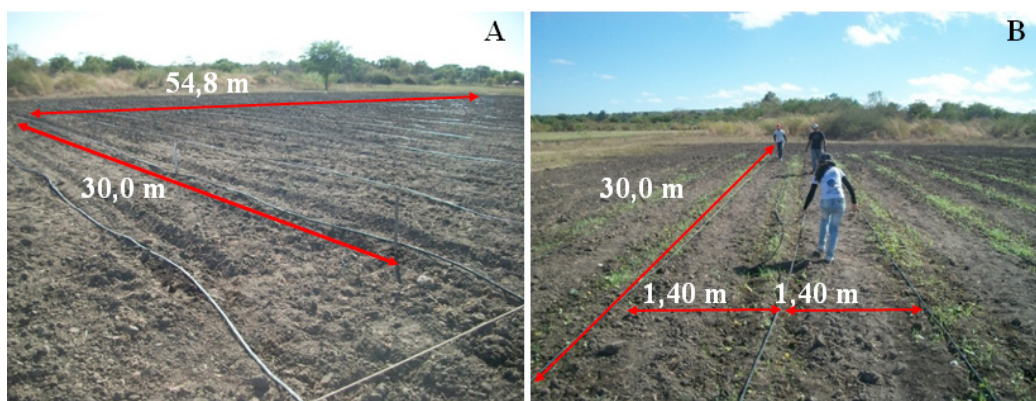


Figura 2. Vista geral da área experimental (A) e Parcela detalhada (B).

CRESCIMENTO INICIAL DA MAMONEIRA
'BRS GABRIELA' SUBMETIDA A NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO

de germinação. Aos 18 DAS procedeu-se o desbaste deixando 1 planta por cova.

Antes do plantio foi efetuada uma irrigação de toda a área visando elevar o teor de umidade do solo à capacidade de campo, e após o plantio, a irrigação passou a ser realizada diariamente, sendo aplicada uma pequena lâmina, de modo a garantir uma boa germinação das sementes e uniformidade de estande. Em torno de 15 dias após a germinação se iniciou a aplicação dos tratamentos de lâminas de irrigação, com um turno de rega de 2 dias.

As variáveis avaliadas foram: altura da planta (obtida com auxílio de uma trena graduada em centímetros, do colo da planta até o broto terminal), diâmetro do caule (mensurado, em mm, na região do colo da planta, com auxílio de um paquímetro digital), área foliar (utilizou-se a fórmula $S = 0,2439 \times (P + T)^{2,0898}$, cujo S = área; P = comprimento da nervura principal; T = média do comprimento das nervuras laterais (SEVERINO et al., 2004b)). Já o comprimento do racemo primário foi obtido com auxílio de uma trena graduada em centímetros. Para obtenção do comprimento médio do racemo, foram medidos e somados o comprimento de todos os racemos primários, e por fim altura de inserção do primeiro racemo foi determinada por uma trena graduada em centímetros, medindo-se no começo da inserção até o ápice do primeiro racemo.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância pelo teste F a 1 % e 5 % de probabilidade. Quando verificados efeitos significativos das lâminas de irrigação, os dados foram submetidos à análise de regressão, sendo selecionados os modelos que apresentaram melhores níveis de significância e coeficiente de determinação (R^2). Foi utilizado o software

SISVAR 5.3 para realização das análises estatísticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As lâminas de irrigação aplicadas na mamoneira 'BRS Gabriela' durante o período experimental estão apresentadas na Tabela 2.

Observou-se, em campo, que as plantas que foram submetidas à irrigação baseada em 125 e 150% da evapotranspiração da cultura, aos 50 dias após a emergência das plântulas (DAE), iniciaram um processo de murchamento e amarelamento, que levou à morte das mesmas até os 100 DAE. Beltrão et al. (2008) afirmam que a mamoneira tem baixa tolerância ao excesso de água no solo, ocorrendo alterações morfofisiológicas na planta em razão da deficiência de oxigênio no solo.

De acordo com Almeida et al. (1992), a maioria das plantas glicófitas, como a mamoneira, necessita de pelo menos 10% de oxigênio na atmosfera do solo. Naturalmente, o solo tem baixos teores de oxigênio, decorrente da respiração de raízes, de animais e de microorganismos, e sua difusão é lenta no meio edáfico. Por isso, é comum a ocorrência de deficiência de O_2 em condições de encharcamento do solo (FERNANDES, 2005).

O solo da área experimental foi classificado, entre 0-30 cm de profundidade, como franco argiloso arenoso e, entre 30-60 cm, como argilo arenoso, ou seja, possui teores relativamente altos de partículas de argila, o que aumenta a sua retenção de água, pois as forças de adsorção no solo dependem, basicamente, da espessura do filme de água que recobre as partículas, a qual varia de acordo com sua superfície específica (SILVA et al., 2005).

Tabela 2. Lâminas de irrigação aplicadas, em mm, nos diversos tratamentos durante o período de realização do experimento.

Lâminas de irrigação aplicadas						
Tratamentos (% ETc)	25	50	75	100	125	150
Total (mm)	208,88	341,64	474,4	607,16	739,91	872,67

Guerra (2000), destaca que as partículas de argilas possuem elevadas superfícies específicas, absorvendo ou perdendo água e apresentando alto grau de atividade físico-química.

Dessa forma, pode-se atribuir a senescência das plantas submetidas aos maiores níveis de irrigação (125 e 150% da ETc) à deficiência (hipoxia) ou até mesmo à ausência (anoxia) de O₂ no meio edáfico, em razão do excesso de água acumulada no solo. Dutra et al. (2012) afirmam que, em solos alagados, ocorre falta de oxigênio para as raízes, o que provoca a morte dos tecidos radiculares por favorecer a fermentação láctica e acidose nas células, podendo também levar a redução na absorção de nutrientes e água por falta de energia.

Resultados semelhantes aos deste estudo foram observados por Severino et al. (2005), que concluíram que a mamoneira não sobreviveu ao encharcamento do solo por período superior a 4 dias e que os principais sintomas deste fator abiótico foram: morte da raiz pivotante, surgimento de raízes espessas e superficiais, alargamento (hipertrofia) do colo da planta formando um tecido esponjoso, seguido de necrose e morte do floema, folhas posicionando-se verticalmente e murchando a seguir; e curvamento de pecíolos foliares e do caule.

Moraes e Severino (2004) e Severino et al. (2004a) verificaram que a mamoneira

possui extrema sensibilidade ao estresse por anoxia (encharcamento do solo).

Conforme análise de variância (Tabela 3), constatou-se que as lâminas de irrigação não afetaram de maneira significativa as seguintes variáveis: diâmetro do caule (DC), comprimento de racemo primário (COMPRAC) e altura de inserção do primeiro racemo (ALTRAC). Todavia, as variáveis altura da planta (AP) ($p < 0,01$) e área foliar (AF) ($p < 0,05$) foram afetadas significativamente pelas diferentes lâminas de água, com base na evapotranspiração da cultura, de acordo com o Teste F.

Em razão da senescência das mamoneiras irrigadas com lâminas de 125% e 150% da evapotranspiração da cultura, não foi possível realizar as análises estatísticas para nenhuma das plantas correspondentes a estes tratamentos.

A altura média das plantas da mamoneira 'BRS Gabriela' foi influenciada pelas lâminas de irrigação aplicadas ao solo ($p < 0,01$). O coeficiente de variação obtido nesta variável foi de 10,52% (Tabela 4), considerado médio, indicando média precisão experimental, porém, bastante aceitável para um experimento em nível de campo (STORCK et al., 2006).

Apesar do baixo coeficiente de determinação ($R^2 = 0,5$), os dados melhor se ajustaram ao modelo polinomial de segundo grau (Tabela 4) e, de acordo com equação

Tabela 3. Análise de variância para as variáveis altura de planta (ALT_cm), diâmetro do caule (DC_mm), área foliar (AF_cm²), comprimento do racemo primário (COMPRAC_cm), altura de inserção do racemo primário (ALTRAC_cm) da cultivar BRS Gabriela em função das lâminas de irrigação ao solo. Embrapa Algodão. Barbalha, CE, 2013.

FV	GL	ALT	DC	AF	COMPRAC	ALTRAC
Quadrado médio						
Trat	3	939,39**	4,15 ^{ns}	12195065,14*	0,23 ^{ns}	8,09 ^{ns}
R. Linear	1	678,61*	11,34 ^{ns}	2730154,22 ^{ns}	0,61 ^{ns}	7,65 ^{ns}
R. Quadrática	1	248,06*	1,11 ^{ns}	3349009,80 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,66 ^{ns}
Desvio	1	1891,51**	0,00 ^{ns}	30506031,41**	0,02 ^{ns}	15,97 ^{ns}
Bloco	3	127,34 ^{ns}	1,36 ^{ns}	1392713,69 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,95 ^{ns}
Erro	9	105,34	10,13	2027934,31	1,91	20,11
Total	15					
MG		97,50	16,67	6344,15	6,15	42,07
CV (%)		10,52	19,09	22,45	22,50	10,66

** e * - significativo a 1% e 5% de probabilidade; ^{ns} - não significativo.

**CRESCIMENTO INICIAL DA MAMONEIRA
'BRS GABRIELA' SUBMETIDA A NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO**

de regressão (Figura 4), constatou-se que a altura da planta foi incrementada com o aumento da lâmina de irrigação até o limite de 77% da evapotranspiração da cultura, que proporcionou uma altura da planta máxima de 107,4 cm, havendo redução a partir desse ponto. Observou-se ainda que o menor valor de altura das plantas (82,3 cm) foi proporcionado pela menor lâmina aplicada (25%).

Notadamente, houve estresse na mamoneira tanto por falta como por excesso de água. A primeira e mais sensível resposta ao déficit hídrico na planta é a diminuição da turgescência, associada a esse evento, a diminuição do processo de crescimento (particularmente o crescimento em extensão), devido à redução do metabolismo das proteínas e dos aminoácidos, que causa a interrupção da divisão celular (LARCHER, 2000). Por outro lado, o excesso hídrico causa a falta de oxigênio, prejudicando a respiração e a assimilação dos fotoassimilados (MOREIRA et al., 2009), que também pode resultar em redução no crescimento das plantas e até na morte das mesmas (SEVERINO et al., 2005).

Carvalho Júnior et al. (2010) constataram que a lâmina de 678 mm, correspondente a 75% da ETo, foi a mais satisfatória para o crescimento em altura, diâmetro e área foliar da mamoneira cv. 'BRS Energia', possivelmente por suprir

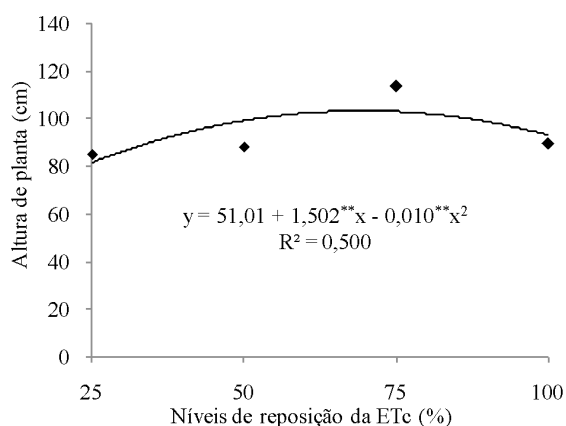


Figura 4. Altura da planta (ALT cm) da mamoneira, em função das diferentes lâminas de irrigação.

adequadamente, sem provocar déficits nem excesso, as necessidades hídricas em todo o ciclo de crescimento e desenvolvimento da planta.

Já Nunes et al. (2013), avaliando o crescimento de mamoneiras cv. Paraguaçu e Nordestina em função de níveis de reposição de água constataram que a altura das plantas foi influenciada positivamente pelo aumento na disponibilidade hídrica do solo nas duas cultivar estudadas, havendo efeito linear crescente, com incremento em altura de 30,07% e 30,02% nas cv. Paraguaçu e Nordestina, respectivamente, comparando-se o menor (40% da capacidade de campo) ao maior nível de reposição hídrica (100% da capacidade de campo).

A área foliar é um índice de fundamental importância em estudos de crescimento vegetal, visto que determina o metabolismo, a capacidade fotossintética potencial, o rendimento e a qualidade da colheita (OLIVEIRA et al., 2013). A redução da AF propicia uma diminuição na capacidade da planta de aproveitar a energia solar (REIS et al., 2013).

No presente estudo, a área foliar (AF) da mamoneira 'BRS Gabriela' foi afetada de maneira significativa pelas lâminas de irrigação, porém, conforme análise de regressão (Tabela 3), não houve ajuste dos dados em nenhum dos modelos matemáticos avaliados (linear e polinomial de segundo grau). As médias de área foliar observadas nas plantas sob as lâminas de irrigação baseadas em 25, 50, 75 e 100% da ETc, respectivamente, foram de: 6.864,97 cm²; 3.849,3625 cm²; 7.923,925 cm²; e 6.738,3475 cm².

Acredita-se que algum problema externo (aos tratamentos) pode ter influenciado negativamente as plantas submetidas à lâmina de 50% da ETc, ocasionando valores muito baixos na AF em relação às demais, pois, problemas exteriores são comuns em experimentos em nível de campo, devido à maior dificuldade de controle do ambiente experimental.

CONCLUSÕES

O crescimento da mamoneira 'BRS Gabriela' foi beneficiado quando a planta foi irrigada com lâmina de água até o limite de 77% da evapotranspiração da cultura, porém, com o uso de lâminas de irrigação acima deste nível, ocorre redução na altura da planta devido às condições do solo onde foi conduzido o experimento;

Em solos com características físico-hídricas semelhantes ao deste experimento torna-se necessário maior atenção no manejo da irrigação, pois lâminas de irrigação a partir de 100% da evapotranspiração da cultura provocaram reduções no crescimento da mamoneira 'BRS Gabriela' devido aos estresses anóxicos e hipoxícticos causados por excesso de água no solo;

Lâminas de irrigação de 25 e 50% da evapotranspiração da cultura proporcionaram decréscimos no crescimento da mamoneira 'BRS Gabriela', em razão do estresse por deficiência hídrica no solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56.
- ALMEIDA, O. A.; BELTRÃO, N. E. M.; CARVALHOGUERRA, H. O. Crescimento, desenvolvimento e produção de algodoeiro herbáceo em condições de anoxia do meio edáfico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.9, p.1259-1277, 1992.
- AMORIM NETO, M. S.; ARAÚJO, E.; BELTRÃO, N. E. M. Clima e solo. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. p.63-76.
- AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F.; BATISTA, F. A. S.; LIMA, E. F. **Recomendações técnicas para o cultivo da mamona (*Ricinus communis* L.) no Brasil**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1997. (EMBRAPA-CNPA. Circular Técnica, 25).
- BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D.; SEVERINO, L. S. **Sistemas de produção para a cultura da mamona na agricultura familiar no semiárido nordestino**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2003. (Folder).
- BELTRÃO, N. E. M.; LUCENA, A. M. A.; SILVA, G. A.; OLIVEIRA, M. I. P. Estresses hipoxíctico e anoxíctico em plantas de mamoneira. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 3, 2008, Salvador. **Anais...** Salvador: Embrapa, 2008.
- CARTAXO, W. V.; BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, O. R. R. F.; SEVERINO, L. S.; SUASSUNA, N. D.; SOARES, J. J. **O cultivo da mamona no semiárido brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004. (Circular Técnica, 77).
- CARVALHO JÚNIOR, G. S.; PEREIRA, J. R.; CASTRO, M. A. N.; QUESADO, F. C.; ABDALA, C. S.; LIMA, F. V.; ARAÚJO, W. P. Crescimento e desenvolvimento da mamona BRS Energia em diferentes lâminas de irrigação. In: Congresso Brasileiro de Mamona, 4, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Embrapa, 2010.
- COELHO, M. A.; SONCIN, N. B. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Moderna, 1982.
- DUTRA, C. C.; PRADO, E. A. F.; PAIM, L. R.; SCALON, S. P. Q. Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água. **Semina**, v.33, n.1, p.2657-2668, 2012.
- FERNANDES, P. D. Metabolismo do algodoeiro em ambientes adversos. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 5, 2005,

CRESCIMENTO INICIAL DA MAMONEIRA
'BRS GABRIELA' SUBMETIDA A NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO

Salvador. **Anais...** Salvador: Embrapa Algodão, 2005.

GUERRA, H. O. C. **Física dos solos**. Campina Grande: UFCG, 2000.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000.

LAVIOLA, B. G.; DIAS, L. A. S. Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão manso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.5, p.1969-1975, 2008.

MORAES, C. R. A.; SEVERINO, L. S. Influência da saturação hídrica do solo sobre o desenvolvimento da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1, 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004.

MOREIRA, L. G.; VIANA, T. V. A.; MARINHO, A. B.; NOBRE, J. G. A.; LIMA, A. D.; ALBUQUERQUE, A. H. P. Efeitos de diferentes lâminas de irrigação na produtividade da mamoneira variedade IAC Guarani. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.4, p.449-455, 2009.

NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS NETO, J.; GHEYI, H. R. Crescimento do pinhão-manso irrigado com águas salinas em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.5, p.551-558, 2009.

NUNES, E. N.; NASCIMENTO, D. A. M.; ALVES, A. G.; SUASSUNA, J. F.; NASCIMENTO, R. Crescimento de cultivares de mamona (*Ricinus communis* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Scientia Plena**, v 9, n 10, p 1-10, 2013.

OLIVEIRA, J. T. L.; CAMPOS, V. B.; CHAVES, L. H. G.; GUEDES FILHO, D. H. Crescimento de cultivares de girassol

ornamental influenciado por doses de silício no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.12, p.123-128, 2013.

PENNISI, E. The blue revolution, drop by drop, gene by gene. **Science**, v.320, n.5873, p.21-39, 2008.

REIS, L. S.; AZEVEDO, C. A. V.; ALBUQUERQUE, A. W.; S. JUNIOR, J. F. Índice de área foliar e produtividade do tomate sob condições de ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.4, p.386-391, 2013.

SCHURR, U.; HECKENBERGER, U.; HERDEL, K.; WATER, A.; FEIL, R. Leaf development in *Ricinus communis* during drought stress: dynamics of growth processes, of cellular structure and of sink-source transition. **Journal of experimental Botany**, v.51, n.350, p.1515-1529, 2000.

SEVERINO, L. S.; LIMA, C. L. D.; BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D.; FARIAS, V. A. Mamoneira submetida a encharcamento do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1, 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2004a.

SEVERINO, L.S.; CARDOSO, G.D.; VALE, L.S. do; SANTOS, J.W. dos. Método para determinação da área foliar da mamoneira. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.8, n.1, p.753-762, 2004b.

SEVERINO, L. S.; LIMA, C, L, D.; BELTRÃO, N. E. M.; CARDOSO, G. D.; FARIAS, V, A. **Comportamento da mamoneira sob encharcamento do solo**. Campina Grande: Embrapa, 2005. (Boletim de Pesquisa e desenvolvimento, 57).

SILVA, M. A. S.; MAFRA, A. L.; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Atributos físicos do solo

relacionados ao armazenamento de água em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.544-552, 2005.

STORCK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal**. 2. ed. Santa Maria: UFSM, 2006.