

RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

## ANÁLISE MORFOLÓGICA DE MUDAS DE CACAUEIRO CULTIVAR CCN51 SOB DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

Robson Prucoli Posse<sup>1</sup>, Regiane Lima Partelli<sup>1</sup>, Vinicius de Souza Oliveira<sup>2</sup>, Inês de Moura Trindade<sup>1</sup>, Stefany Sampaio Silveira<sup>1</sup>, Sophia Machado Ferreira da Silva<sup>1</sup>, Sheila Cristina Prucoli Posse<sup>3</sup>, Carlos Alberto Spaggiari Souza<sup>4</sup>, Omar Schmidt<sup>2</sup> and Edilson RomaisSchmidt<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Itapina, Colatina, Espírito Santo, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo, São Mateus, Espírito Santo, Brasil

<sup>3</sup>Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), Vitória, Espírito Santo, Brasil

<sup>4</sup>Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), Espírito Santo, Linhares, Brasil

### ARTICLE INFO

#### Article History:

Received 17<sup>th</sup> May, 2019  
Received in revised form  
08<sup>th</sup> June, 2019  
Accepted 11<sup>th</sup> July, 2019  
Published online 30<sup>th</sup> August, 2019

#### Key Words:

Theobroma cacao L.;  
Manejo hídrico;  
Qualidade de muda.

### ABSTRACT

O objetivo deste estudo foi avaliar as características morfológicas de mudas de cacaueteiro cultivar CCN51 propagadas sexualmente sob diferentes regimes hídricos, de forma a identificar a melhor lâmina de irrigação para a produção de mudas desta cultivar. O estudo foi realizado no Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Itapina, localizado no município de Colatina, região Noroeste do Estado do Espírito Santo, Brasil. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com seis tratamentos constituídos na aplicação de seis diferentes lâminas de irrigação (regime hídrico) sendo elas: 4, 6, 8, 10, 12 e 14 mm d<sup>-1</sup>. Aos 56 dias após a semeadura, avaliou-se a altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas, área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca do sistema radicular, massa seca total e índice de qualidade de Dickson. A lâmina de irrigação de 9,46 mm d<sup>-1</sup> proporcionou maior qualidade de mudas de cacaueteiro CCN51 sendo a mais indicada para esta cultivar.

Copyright © 2019, Robson Prucoli Posse et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Robson Prucoli Posse, Regiane Lima Partelli, Vinicius de Souza Oliveira et al. 2019. "Análise morfológica de mudas de cacaueteiro cultivar ccn51 sob diferentes lâminas de irrigação", *International Journal of Development Research*, 09, (08), 29211-29215.

### INTRODUCTION

A produção brasileira de cacau (*Theobromacacao* L.) para o ano de 2018 foi de 250,308 toneladas com área cultivada de 580,295 hectares (IBGE, 2019), ficando o Brasil na sexta colocação no ranking dos maiores produtores mundiais (Agriannual, 2017). Dentre os principais produtos obtidos a partir desta cultura estão o chocolate, mel, polpa, ração animal, fertilizantes, geleias, manteiga e cacau em pó (Lahive et al., 2018; Lima et al., 2018). Entre os fatores limitantes para a produção de mudas com elevado padrão de qualidade, podemos destacar a disponibilidade hídrica (Fontes et al., 2008). A quantidade de água disponível para as mudas na fase inicial de seu desenvolvimento é primordial para a sobrevivência das plantas (Damata, 2006).

\*Corresponding author: Robson Prucoli Posse,  
Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Itapina, Colatina, Espírito Santo, Brasil

Entretanto, a água em muitos casos é aplicada de forma empírica, sem critérios técnicos adequados, refletindo em consequências negativas no crescimento, desenvolvimento e qualidade das mudas (Gruber, 2009). Em grande quantidade, a água causa lixiviação de nutrientes presentes no substrato, cria microclima favorável ao aparecimento de doenças e gera problemas socioambientais devido ao desperdício dos recursos hídricos (Lopes et al., 2005). Já a reduzida disponibilidade hídrica, causa alterações no processo fotossintético o que limita o crescimento das plantas e conseqüentemente leva a grandes perdas na produtividade (Fontes et al., 2008). O uso da irrigação no sistema produtivo de mudas seminais de cacaueteiro tem relação com o desenvolvimento de novas tecnologias que busca a expansão da lavoura cacaueira (Almeida, Chaves, 2010). Estudos demonstrando o comportamento morfológico do cacaueteiro cultivar TSH1188 já foram relatados (Posse et al., 2018). Entretanto, o comportamento das diferentes cultivares do cacaueteiro pode ser variável em relação a disponibilidade

hidrica. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar as características morfológicas de mudas de cacauete cultivar CCN51 propagadas sexualmente sob diferentes regimes hídricos, buscando identificar a melhor lâmina de irrigação para a produção de mudas desta cultivar.

## MATERIALS AND METHODS

O estudo foi realizado no Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Itapina, localizado no município de Colatina, região Noroeste do Estado do Espírito Santo, Brasil, com as seguintes coordenadas geográficas: 19° 29" de latitude Sul, 40° 45" de longitude Oeste altitude de 62 metros, no período de 20 de outubro a 15 de dezembro de 2017. O clima da região segundo a classificação de Köppen do tipo tropical AW (tropical úmido), com verão chuvoso e inverno seco (Alvares et al., 2014). O experimento foi conduzido em estufa agrícola, coberta por filme plástico transparente e tela de polipropileno preto com 50% de sombreamento, onde foram criados seis ambientes individualizados revestidos por lona plástica transparente nas laterais, possuindo 2,20 m de comprimento por 1,10 m de largura. Cada ambiente era composto por seis nebulizadores antigotas GREEN MIST (NaanDanJain®), localizados a 1 m acima das mudas e espaçados por 0,8 m entre si, com eficiência de aplicação de 85% e frequência de rega controladas eletronicamente, de maneira individual, por bombas centrífugas de 0,5 cv, trabalhando a uma pressão de serviço de 2,0 kgf cm<sup>-2</sup>, com funcionamento por pulsos frequentes acionados através de controladores eletrônicos, distribuídos durante 10 h por dia (de 07:00 am as 05:00 pm).

Os tratamentos constituíram na aplicação de seis diferentes regimes hídricos constituídos por lâminas de irrigação sendo elas: 4, 6, 8, 10, 12 e 14 mm d<sup>-1</sup>. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com 20 mudas por tratamento, totalizando 120 mudas no campo experimental. Para a produção das mudas, utilizou-se sementes de cacauete cultivar CCN51 obtidas da Estação Experimental "Filogônio Peixoto", pertencente à Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira (CEPLAC), localizada no município de Linhares, Estado do Espírito Santo, Brasil, através de frutos maduros partidos de forma horizontal e retirada a mucilagem por meio de fricção em pó de serragem.

A semeadura foi realizada em tubetes, com volume de 280 cm<sup>3</sup> que foram previamente higienizados com solução de hipoclorito de sódio a 2% e preenchidos com substrato comercial Tropstrato HT® Hortaliças acrescido de Osmocote Plus® 15-9-12 (3M), na dosagem de 3 g tubete<sup>-1</sup>, com a seguinte composição química: N=15%, (7% amoniacal e 8% nitrato), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 9%, K<sub>2</sub>O = 12%, Mg = 1,3%, S = 5,9%, Cu = 0,05%, Fe = 0,46%, Mn = 0,06% e Mo = 0,02%. As mudas foram dispostas de forma alternada em bandejas com capacidade de 54 células, afim de evitar o estiolamento devido a limitação de energia luminosa, por consequência de um possível sombreamento que seria causado pelo crescimento das mudas vizinhas. Ao final do experimento, 56 dias após a semeadura, as mudas foram avaliadas quanto as seguintes características morfológicas: altura de planta (ALP), a partir do coleto até a gema apical medida em centímetros, com utilização de régua graduada em milímetros; diâmetro de caule (DC), medido 2 cm acima da borda do tubete com um paquímetro digital (Metrotools, modelo MPD-150) em mm; número de folhas (NF), determinado pela contagem do número total de folhas por planta; área foliar (AF), estimada com medidor de área foliar marca LI-COR modelo LI-3100C,

expressa em cm<sup>2</sup>; massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSSR) e massa seca total (MST), expressas em gramas e índice de qualidade de Dickson (IQD) segundo Dickson et al. (1960) dado por:

$$IQD = \frac{MST}{\frac{ALT}{DC} + \frac{MSPA}{MSSR}}$$

A MSPA e MSSR foram determinadas a partir da secagem das plantas em estufa com circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas e pesadas em balança eletrônica com precisão de 0,001 g. A MST foi obtida pela soma de MSPA e MSSR. Os dados foram submetidos análise de variância pelo teste F, a 5 % de probabilidade, quando apresentaram significância, foram ajustados modelos de regressão que melhor explicasse o comportamento da característica avaliada em relação à lâmina de irrigação. Os pontos de máxima foram obtidos por meio da derivada primária da equação de regressão. Todas as análises estatísticas e a representação gráfica se deram com o auxílio do software R (R Core Team, 2018).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou que houve diferença estatística para todas as características avaliadas ( $p < 0,05$ ), mostrando que as diferentes lâminas de irrigação interferiram no crescimento, desenvolvimento e na qualidade de mudas de cacauete CCN51. É possível observar que tanto nas menores, quanto nas maiores lâminas de irrigação, houve interferência negativa no padrão de crescimento e na qualidade das mudas do cacauete CCN51. Isso ocorre, pois quando a planta é submetida a ambiente de escassez de água o seu crescimento vegetativo e reprodutivo é afetado. Sob tais condições a célula vegetal entra em desidratação, afetando diretamente os processos fisiológicos básicos (Taiz et al., 2017). Já sob condição de alagamento, as plantas são submetidas a ambientes com ausência de oxigênio na zona radicular alterando suas características morfológicas e fisiológicas (Bertolde et al., 2012). Plantas sensíveis a estas condições tem seu desenvolvimento comprometido, reduzindo de forma considerável a sua produtividade (Taiz, Zaig, 2009). A altura de planta (ALP) apresentou ajuste linear de primeiro grau decrescente em relação às lâminas de irrigação aplicada, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,782 (Fig. 1a). O diâmetro de caule (DC) apresentou comportamento quadrático, com maior diâmetro de 4,99 mm na lâmina de irrigação de 9,74 mm d<sup>-1</sup> e  $R^2$  de 0,817 (Fig. 1b).

Em relação a ALT e DC, essas são características morfológicas que podem ser mensuradas sem a destruição da planta, além de serem usadas como parâmetro para a realização do transplante das mudas para o local de seu cultivo, sendo considerado os maiores valores para ambas, as características favoráveis (Carneiro, 1995; Dassie et al., 2017). Essas duas características são altamente influenciadas pela disponibilidade hídrica (Almeida, 1986; Almeida, Machado, 1987), podendo ser ótimo indicativo do estado hídrico da planta. O número de folhas (NF) apresentou comportamento quadrático, com  $R^2$  de 0,731. O número máximo de folhas, em torno de 11, foi observado na lâmina de irrigação de 9,60 mm d<sup>-1</sup> (Fig. 2a). A área foliar (AF) apresentou ajuste linear de segundo grau, com ponto de máxima de 305,23 cm<sup>2</sup> na lâmina de irrigação de 9,87 mm d<sup>-1</sup> e  $R^2$  de 0,810 (Fig. 2b).

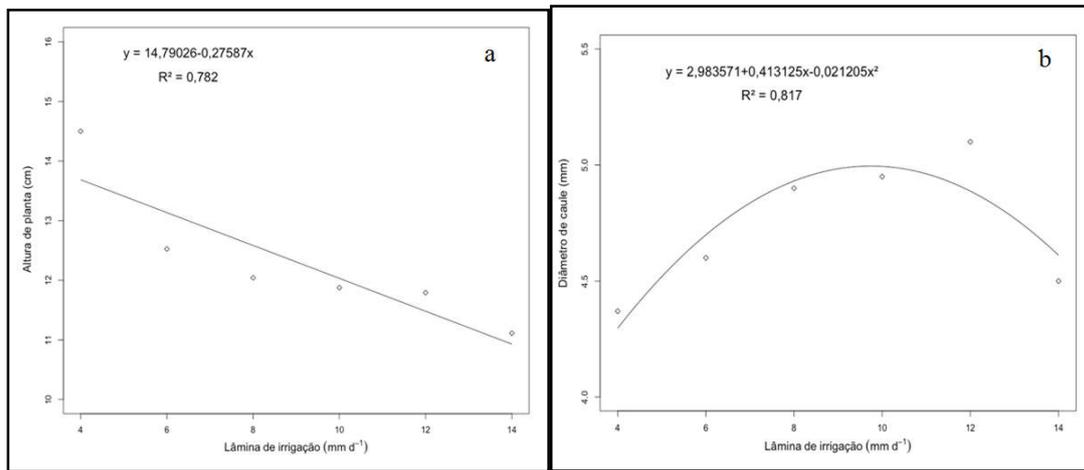


Fig. 1. Altura de planta (a) e diâmetro de caule (b) de mudas de cacauero CCN51 propagadas sexualmente sob diferentes lâminas de irrigação

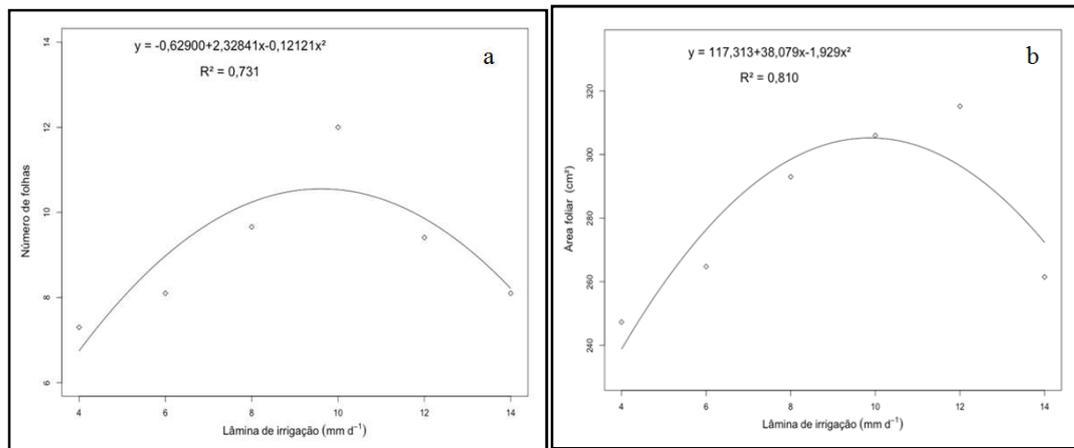


Fig. 2. Número de folhas (a) e área foliar (b) de mudas de cacauero CCN51 propagadas sexualmente sob diferentes lâminas de irrigação

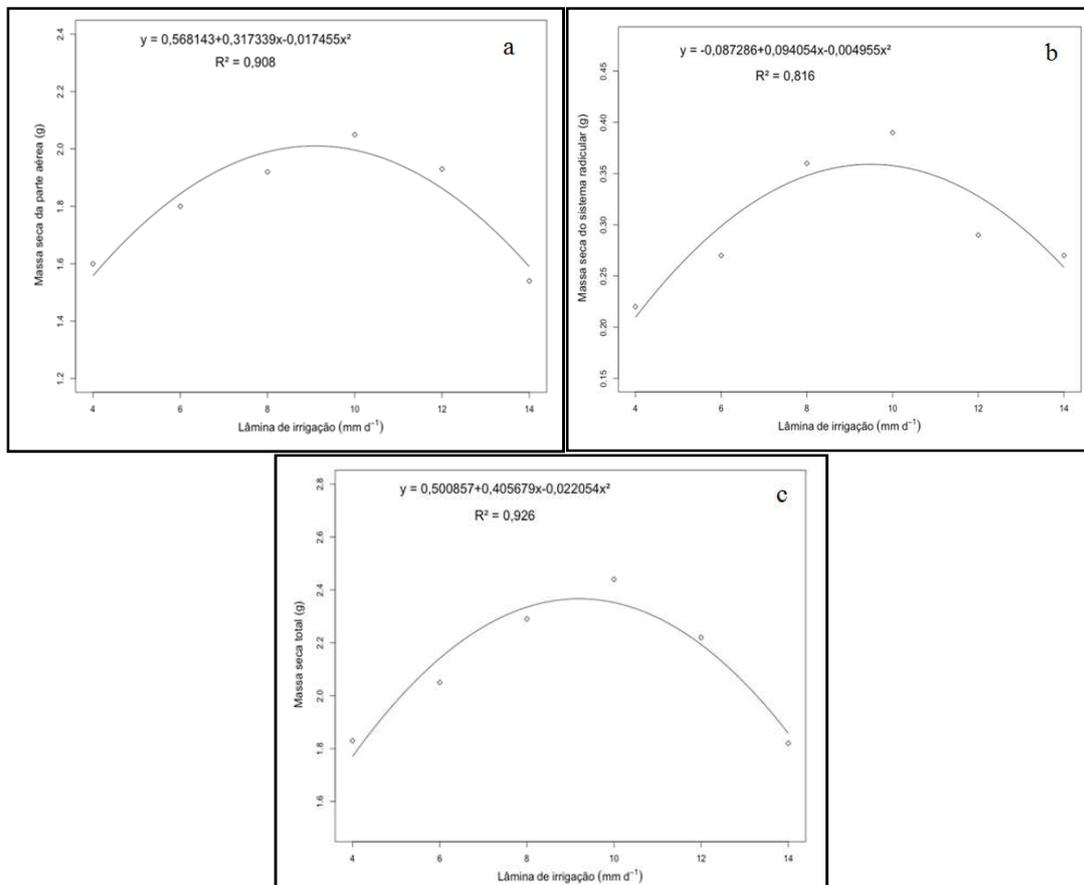
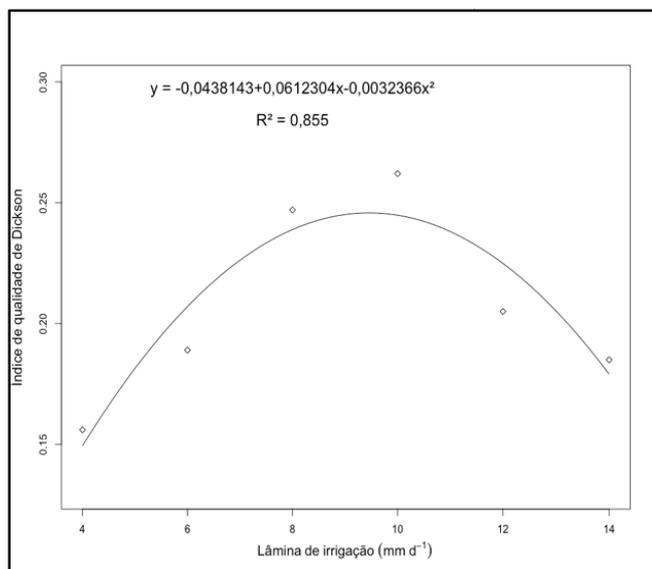


Fig. 3. Massa seca da parte aérea (a), massa seca do sistema radicular (b) e massa seca total (c) de mudas de cacauero CCN51 propagadas sexualmente sob diferentes lâminas de irrigação



**Fig. 4.** Índice de qualidade de Dickson de mudas de cacauete CCN51 propagadas sexualmente sob diferentes lâminas de irrigação

Plantas que estão sob algum tipo de estresse tem seu metabolismo afetado transferindo os fotoassimilados para os ajustes osmóticos, assim há uma redução do seu número de folhas (Diniz *et al.* 2018). Tanto a escassez de água quanto a falta de oxigênio nas raízes gerada por ambientes com excesso de água, levam a produção de ácido abscísico (ABA), esse hormônio, se movimenta principalmente para as folhas inferiores, murchas e velhas, porém, quando em contato com as folhas fotossinteticamente ativas gera o fechamento estomático (Taiz, Zaig, 2009). Esses fatores fazem com que as plantas, sob estas condições, tenham constante redução no número de folhas e na área foliar. Quando a disponibilidade hídrica na parte aérea da planta é limitada, a divisão celular é reduzida havendo a diminuição de sua área foliar, podendo inclusive acarretar em mudanças no formato da folha, essa prática, permite que os vegetais reduzam o consumo de carbono e energia (Taiz *et al.*, 2017). Mudas que apresentam maior número e maior tamanho de folhas são mais desejadas, pois, estão mais aptas a se adaptarem as condições de campo, por apresentarem maior superfície fotossinteticamente ativa (Melo *et al.*, 2007; Taiz, Zaig, 2009). Entretanto, elas podem dificultar a sobrevivência das plantas sob condições de estresse, já que essa maior superfície pode levar ao esgotamento da reserva de água do solo devido às intensas trocas gasosas (Taiz *et al.*, 2017).

A massa seca da parte aérea (MSPA) teve comportamento quadrático com ponto de máxima de 2,01 g na lâmina de irrigação de 9,10 mm d<sup>-1</sup> e R<sup>2</sup> de 0,908 (Fig. 3a). A massa seca do sistema radicular (MSSR) apresentou efeito quadrático tendo ponto de máxima na lâmina de irrigação de 9,49 mm d<sup>-1</sup> com peso de 0,36 g e R<sup>2</sup> de 0,816 (Fig. 3b). A massa seca total apresentou ajuste quadrático com ponto de máxima de 2,37 g na lâmina de irrigação de 9,20 mm d<sup>-1</sup> e R<sup>2</sup> de 0,926 (Fig. 3c). Como citado anteriormente, a falta de água promove o fechamento estomático impedindo a perda de água da planta para a atmosfera, entretanto ele limita as trocas gasosas reduzindo a fotossíntese. Além disso, os elétrons produzidos pelo aparato fotossintético não são transformados em energia e seu acúmulo forma radicais livres, que em excesso danificam o DNA, inibem a síntese proteica, causa oxidação dos pigmentos fotossintéticos e destruição da membrana celular (Taiz *et al.*,

2017). Outra consequência notável do déficit hídrico sobre as plantas é a redução da turgescência das células, limitando o alongamento e a multiplicação celular, reduzindo o crescimento vegetativo (Padilha *et al.*, 2016). Assim, a produção de fotoassimilados pela planta é comprometida acarretando em menor acúmulo de massa seca. Por outro lado, o excesso de água limita a disponibilidade de oxigênio presente no substrato, levando a má circulação do ar, acarretando na diminuição de energia produzida pela planta para seu crescimento (Carneiro, 1995). Sob estas condições, a respiração das raízes das plantas é substituída pela fermentação e, essas mudanças metabólicas podem levar ao esgotamento de energia. Em consequência, a síntese proteica é suprimida, podendo causar rompimento celular em um curto período de tempo (Taiz *et al.*, 2017). Assim, há um decréscimo na produção de carboidratos pela planta o que reflete em menores ganhos da massa seca total da planta (Martinazzo *et al.*, 2012; Mazzuchelli *et al.*, 2014). O índice de qualidade de Dickson (IQD) apresentou efeito quadrático com maior índice de 0,25 na lâmina de irrigação 9,46 mm d<sup>-1</sup> e coeficiente de determinação de 0,855 (Fig. 4). Mudas que apresentam maior IQD são mais desejáveis já que esta característica implica em maior capacidade de sobrevivência da planta quando transplantadas para o campo, além disso, o IQD leva em consideração as características morfológicas e de biomassa de todas as partes da planta (Gomes *et al.*, 2003; Binotto *et al.*, 2010). Assim, pode-se dizer que, o maior IQD reflete em mudas com melhor qualidade, o que permite maior sucesso da cultura cacauete no plantio e estabelecimento a campo, fazendo com que estas mudas tenham condições de suportar condições de estresse, como mudanças ambientais e danos causados por pragas (Sodré; Marrocos, 2009). Todavia, é notório que, tanto a falta, quanto o excesso de água foram prejudiciais às características morfológicas afetando o crescimento e a qualidade das mudas de cacauete CCN51. As lâminas de irrigação entre 9,10 e 9,87 mm d<sup>-1</sup> proporcionaram melhores valores para todas as características avaliadas. Entretanto, a lâmina de irrigação de 9,46 mm d<sup>-1</sup> apresentou melhor desempenho para o índice de qualidade de Dickson, característica essa utilizada para definir mudas com maior padrão de qualidade, sendo a mais indicada para a produção de mudas de cacauete cultivar CCN51.

## Conclusão

Para a produção de mudas de cacauete cultivar CCN51 a lâmina de irrigação de 9,46 mm d<sup>-1</sup> deve ser considerada no manejo de irrigação por resultar melhor desenvolvimento e maior qualidade das plantas.

## REFERÊNCIAS

- Agrianual 2017. Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP, Consultoria e Comércio. pp. 315-320.
- Almeida, H. A. 1986. Influência dos elementos meteorológicos no lançamento foliar, na floração e frutificação do cacauete (*Theobromacacao* L.). Tese de Mestrado, Piracicaba, SP, ESALQ, pp. 111.
- Almeida, H. A., Machado, R. C. R. 1987. Influência de elementos meteorológicos no lançamento foliar do cacauete. *Revista Theobroma*, 17, pp. 163- 174.
- Almeida, R. L. S., Chaves, L. H. G. 2010. Crescimento de mudas de cacauete irrigadas por microaspersores. *Engenharia Ambiental*. 7, pp.284-293.

- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G. 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*. 22, pp. 711-728.
- Bertolde, F. Z., Almeida, A. A. F., Pirovani, C. P., Gomes, F. P., Ahnert, D., Baligar, V. C., Valle, R. R. 2012. Physiological and biochemical responses of *Theobroma cacao* L. genotypes to flooding. *Photosynthetica*. 50, pp. 447-457.
- Binotto, A. F., Lúcio, A. D., Lopes, S. J. 2010. Correlations between growth variables and the Dickson quality index in forest seedlings. *Revista Cerne*, 16, pp. 457-464.
- Carneiro, J. G. A. 1995. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: UFPR/FUPEF. pp. 45.
- Damatta, F.M., Ramalho, J.D.C. 2006. Impacts of drought and temperature stress on coffee physiology and production: a review. *Brazilian Journal of Plant Physiology*. 18, pp. 55-81.
- Dassie, L. A., Aleman, C. C., Moreira, A. C. M., Mignacca, F. A., Zanfolin, P. R. L., Carvalho, P. R. 2017. Produção irrigada de mudas de pimenta dedo de moça (*Capsicumbaccatum*). *Colloquium Agrariae*. 13, pp. 128-131.
- Dickson, A., Leaf, A. L., Hosner, J. F. 1960. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forest Chronicles*. 36, pp. 10-13.
- Diniz, G. L., Sales, G. N., Sousa, V. F. O., Andrade, F. H. A., Silva, S. S., Nobre, R. G. 2018. Produção de mudas de mamoeiro sob salinidade da água irrigação e adubação fosfatada. *Revista de Ciências Agrárias*. 41, pp. 218-228.
- Fontes, R.V., Santos, M.P., Falqueto, A.R., Silva, D.M., Bacarin, M.A. 2008. Photosynthesis and growth changes in papaya plants under different water supply conditions. *Revista Brasileira Agrociência*. 14, pp. 182-187
- Gomes, J. M., Couto, L., Leite, H. G., Xavier, A., Garcia, S. L. R. 2003. Crescimento de mudas de *Eucalyptusgrandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. *Revista Árvore*. 27, pp. 113-127.
- Gruber, Y. B. G. 2006. Otimização da lâmina de irrigação na produção de mudas clonais de eucalipto (*Eucalyptusurophylla* x *Eucalyptusgrandis* e *Eucalyptusurophylla*var.plathyphylla). Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, pp. 144.
- IBGE 2018. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Statistics on agricultural production; 2018. (Accessed 10 July 2018) Available: <https://sidra.ibge.gov.br/>
- Lopes, J. L. W., Guerrini, I. A., Saad, J. C. C. 2005. Efeitos de lâminas de irrigação na produção de mudas de *Eucalyptusgrandis* W. (HILL EX. MAIDEN) em substrato de fibra de coco. *Irriga*. 10, pp. 123-134, 2005.
- Martinazzo, E. G., Perboni, A. T., Oliveira, P. V., Bianchi, V. J., Bacarin, M. A. 2013. Atividade fotossintética em plantas de ameixeira submetidas ao déficit hídrico e ao alagamento. *Ciência Rural*. 43, pp. 35-41.
- Mazzuchelli, E. L., Souza, G. M., Pacheco, A. C. 2014. Rustificação de mudas de eucalipto via aplicação de ácido salicílico. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 44, pp. 443-450.
- Melo, A. S., Costa, C. X., Brito, M. E. B., Viégas, P. R. A., Silva Júnior, C. D. 2007. Produção de mudas de mamoeiro em diferentes substratos e doses de fósforo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 2, pp. 257-261.
- Padilha, N. S., Silva, C. J., Pereira, S. B., Silva, J. A. N., Heid, D. M., Bottega, S. P., Scalon, S. P. Q. 2016. Crescimento inicial do pinhão-mansão submetido a diferentes regimes hídricos em latossolo vermelho distrófico. *Ciência Florestal*. 26, pp. 513-521.
- Posse, R.P., Valani, F., Souza, C.A.S., Silveira, S.S., Silva, S.M.F., Partelli, R.L., Trindade, I.M., Costa, G.S. 2018. Growth and quality of Genotype TSH1188 cacao tree seedlings produced under different seasons and irrigation depths. *Journal of Experimental Agriculture International*. 28, pp. 1-17.
- R Core Team. 2018. R: a language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria
- Sodré, G. A., Marrocos, P. C. L. 2009. Manual da produção vegetativa de mudas de cacaueteiro. Ilhéus-Bahia: Editus. pp. 46.
- Taiz, L., Zeiger, E. 2009. Fisiologia vegetal. 4. ed. Porto Alegre: Artmed. pp. 722.
- Taiz, L., Zeiguer, E., Moller, I.M., Murphy, A. 2017. Physiology and plant development. 6. Ed. Porto Alegre: Artmed. pp. 858.

\*\*\*\*\*