

**Crescimento, produção de biomassa e trocas gasosas de mudas de *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) DC sob diferentes ciclos de irrigação****Growth, biomass production and gas exchanges in *Lonchocarpus sericeus* (Poir.) DC seedlings under irrigation cycles**

DOI:10.34117/bjdv6n8-712

Recebimento dos originais:08/07/2020

Aceitação para publicação:31/08/2020

**Ediglécia Pereira de Almeida**

Mestre em Ciências Florestais pela Universidade Federal de Campina Grande  
Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil  
Avenida Universitária, s/n, Bairro Santa Cecília, CEP 58.708-110 - Patos-PB  
E-mail: ediglecia.almeida@hotmail.com

**Antonio Lucineudo de Oliveira Freire**

Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Professor da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil  
Avenida Universitária, s/n, Bairro Santa Cecília, CEP 58.708-110 - Patos-PB  
E-mail: lucineudofreire@gmail.com

**Elaine Cristina Alves da Silva**

Doutora em Biotecnologia da Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, Brasil  
Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n - Dois Irmãos, 52171-900 - Recife-PE  
E-mail: elainemanancial@gmail.com

**Arliston Pereira Leite**

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal da Paraíba  
Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, Brasil  
Centro de Agrárias, Programa de Pós Graduação em Agronomia, Rodovia PB 079 - Km 12 - CEP  
58397-000 - Areia - PB.  
E-mail: arlistonpereira@gmail.com

**George Martins França**

Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba,  
Brasil  
Avenida Universitária, s/n, Bairro Santa Cecília, CEP 58.708-110 - Patos-PB  
E-mail: george.martins.aurora9@gmail.com

**Antonio Wesly Batista**

Graduando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba,  
Brasil  
Avenida Universitária, s/n, Bairro Santa Cecília, CEP 58.708-110 - Patos-PB  
E-mail: weslleybatista02@gmail.com

**RESUMO**

Este trabalho teve como objetivo analisar os efeitos de diferentes ciclos de irrigação em aspectos estomáticos, no crescimento, na produção de massa seca e qualidade das mudas de ingazeira (*Lonchocarpus sericeus*), durante a fase de viveiro. Os tratamentos, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, constaram de ciclos de irrigação, sendo irrigação diária e regas a cada dois, quatro e seis dias, com seis repetições por tratamento e duas plantas por repetição. Aos 60 dias após o início dos tratamentos foram analisados parâmetros altura de plantas, diâmetro do caule, transpiração, condutância estomática, taxa de fotossíntese, eficiência intrínseca no uso da água, peso da matéria seca de folhas, caule, raízes e número de folhas. Houve elevação nos valores em todos os parâmetros à medida que o período sem irrigação aumentou. O crescimento, trocas gasosas, produção de biomassa e a qualidade das mudas foram influenciados negativamente quando mantidas sob irrigação diária. A irrigação a cada seis dias favorece o crescimento e a qualidade das mudas de ingazeira.

**Palavras-chave:** Alagamento, relações hídricas, turnos de rega.

**ABSTRACT**

This research aimed to analyze the effects of different irrigation cycles on stomatal aspects, growth, dry matter production and on seedlings quality of *Lonchocarpus sericeus*, during the nursery phase. The treatments, distributed in a completely randomized design, consisted of irrigation cycles, with daily irrigation, and irrigation every two, four, and six days, with six replicates per treatment and two plants by replication. At 60 days after the beginning of treatments, plant height; stem diameter; transpiration; stomatal conductance; photosynthesis rate; intrinsic efficiency in water use; leaf, stem, roots dry matter, and number of leaves were analyzed. There was an increase in values in all parameters as the period without irrigation increased. Growth, gas exchange, biomass production and seedlings quality were negatively influenced when kept under daily irrigation. Irrigation every six days favors the growth and quality of the seedlings.

**Keywords:** flooding, irrigation shifts, use water efficiency.

**1 INTRODUÇÃO**

Ao longo da vida, as plantas estão sujeitas a diversos estresses ambientais, tais como o déficit hídrico, a salinidade dos solos, as altas temperaturas, a deficiência de oxigênio no ambiente radicular e a supressão de um nutriente, os quais limitam o seu crescimento (TAIZ; ZEIGER, 2013; DIAS et al., 2019). No entanto, cada espécie responde de forma diferente a tais condições adversas, promovendo alterações anatômicas, morfológicas, bioquímicas e celulares (COSTA et al., 2015; QUEIROZ, 2018). A compressão das estratégias usadas pelas plantas para suportarem a seca é um problema complexo, uma vez que suas respostas são dadas por interações com caracteres diferentes, como por exemplo: fisiológicos (redução na transpiração, fechamento dos estômatos, eficiência no uso de água), bioquímicos (acúmulo de solutos nas células) e morfológicos (desenvolvimento de sistema radicular eficiente, redução da área foliar) (MORAES, 2011). Sob déficit hídrico, ocorre diminuição no conteúdo de água celular, resultando em menor pressão de turgor e decréscimo na expansão foliar e incremento no crescimento das raízes, resultando em maior proliferação das raízes

nas regiões mais profundas do solo à medida que a água vai se esgotando nas camadas superiores (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Durante a produção de mudas em viveiros florestais, para a obtenção de mudas de qualidade, vários fatores devem ser levados em consideração, como o substrato, a qualidade das sementes, a luminosidade e o manejo da irrigação (TATAGIBA et al., 2015). No entanto, atenção especial deve ser dada a este último fator, evitando-se tanto o encharcamento como o déficit hídrico, pois o excesso de água reduz a disponibilidade de oxigênio para as raízes, além de aumentar a susceptibilidade das mudas ao ataque de patógenos (AVRELLA et al., 2019). Por sua vez, a baixa disponibilidade de água pode causar estresse hídrico, afetando as trocas gasosas entre as plantas e a atmosfera, reduzindo a fotossíntese e, dessa forma, comprometendo o crescimento das mesmas (ALBUQUERQUE et al., 2013; COSTA et al., 2015; FRANÇA et al., 2017; RAMOS; FREIRE, 2019; DIVINCULA et al., 2020).

Durante a produção de mudas em viveiro, o consumo de água é elevado, havendo a necessidade de manejar adequadamente este recurso, pois, além dos aspectos acima relatados, deve levar em consideração a economia hídrica, evitando-se o desperdício de um bem cada vez mais escasso, que é a água de qualidade.

A qualidade das mudas é comumente avaliada por características de ordem morfológica como altura da parte aérea e diâmetro do coleto, por serem de fácil visualização e mensuração (ALVES; FREIRE, 2017). Em alguns casos, outros parâmetros são levados em consideração, a exemplo do comprimento do sistema radicular, matéria seca de raiz e parte aérea, e/ou também através do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (PEREIRA et al., 2016). Este é considerado um bom indicador da qualidade da muda por levar em consideração a robustez e a distribuição da massa seca das mudas (ELOY et al., 2013).

A carência de informações a respeito dos aspectos silviculturais para a produção de mudas de espécies florestais nativas, bem como a divulgação dessas informações, acaba contribuindo para que espécies valiosas sejam subutilizadas (MORAIS et al., 2012). Dentre as espécies pouco estudadas está a ingazeira (*Lonchocarpus sericeus* (Poir.) DC.), também conhecida como ingá, ingá-bravo, da família Fabaceae, que ocorre preferencialmente em matas ciliares e em matas costeiras. Atingindo cerca de 20 m de altura, está distribuída no Nordeste, Amazonas e Pantanal, possui madeira de boa resistência mecânica, sendo indicada para construção de móveis, além do seu potencial ornamental (LORENZI, 2002).

Em virtude da carência de informações de aspectos silviculturais e fisiológicos da ingazeira, desenvolveu-se essa pesquisa com o objetivo de analisar os efeitos de diferentes ciclos de irrigação

em aspectos estomáticos, no crescimento, na produção de massa seca e qualidade das mudas, durante a fase de viveiro.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 LOCAL DO ESTUDO E INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos-PB, coordenadas geográficas 7°03'34" S e 37°16'30" O.

As sementes de *L. sericeus*, coletadas em agosto de 2018 no distrito de Iara, município de Barro, Ceará, foram submetidas à quebra da dormência tegumentar através da imersão em ácido sulfúrico por 5 minutos, e posteriormente lavadas em água destilada (ALMEIDA et al., 2016). Em seguida, foram postas para germinar em caixas plásticas transparentes, tipo gerbox (11 cm x 11 cm) contendo areia, mantidas em bancada no laboratório de Fisiologia vegetal (UFCG/Patos) sob temperatura ambiente.

Aos 15 dias após a emergência (DAE), as plântulas mais vigorosas foram transplantadas para sacos de polietileno preto (28 x 15 cm), contendo 5 kg de substrato (terra de sub-solo e esterco bovino – 2:1 v/v). Decorridos 15 dias do transplante, deu-se início aos tratamentos, que constaram de ciclos de irrigação, sendo irrigação diária (ID) e regas a cada dois (2D), quatro (4D) e seis dias (6D), com seis repetições por tratamento. As irrigações foram realizadas mantendo-se o nível de umidade em torno de 70% da capacidade de retenção substrato, determinado através de pesagem.

### 2.2 DETERMINAÇÃO DAS TROCAS GASOSAS

Decorridos 60 dias após o início dos tratamentos (90 DAE), utilizando-se o analisador portátil de fotossíntese (IRGA) LCpro-SD (ADC BioScientific Ltd.), foram realizadas as medições da taxa de transpiração ( $E$ ), condutância estomática ( $g_s$ ) e taxa de fotossíntese ( $A$ ). Foi calculada a Eficiência intrínseca no uso da água ( $EUA_i$ ) pela razão  $A/g_s$ . As análises foram feitas em folhas completamente expandidas inseridas no segundo nó a partir do ápice das plantas, entre 10:00 e 11:00 horas da manhã. A radiação fotossinteticamente ativa (PAR) foi ajustada no IRGA para  $1200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  e foi considerada a concentração de  $\text{CO}_2$  do ambiente.

### 2.3 ANÁLISES DE CRESCIMENTO E ACÚMULO DE BIOMASSA

Após a avaliação de altura das plantas e diâmetro do caule (a 0,5 cm do solo), as mudas foram cortadas, separados os componentes (folhas, caule e raízes), acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa de ventilação forçada a 65°C durante 72 horas. Em seguida,

foi determinado o peso da matéria seca das folhas, do caule e das raízes, peso da matéria seca total, razão raiz/parte aérea e o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) (DICKSON et al., 1960).

## 2.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições e duas plantas por repetição, totalizando 48 plantas.

As médias foram submetidas à análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) com auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os ciclos de irrigação influenciaram os parâmetros estomáticos analisados (Tabela 1), com elevação nos valores à medida que as plantas permaneciam mais tempo sem irrigação.

**Tabela 1.** Taxa de transpiração ( $E$ ), condutância estomática ( $g_s$ ), taxa de fotossíntese ( $A$ ) e eficiência intrínseca no uso da água ( $EUA_i$ ) de mudas de *Lonchocarpus sericeus* submetidas a diferentes ciclos de irrigação.

| Tratamentos* | $E$<br>(mmol H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) | $g_s$<br>(mol H <sub>2</sub> O m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) | $A$<br>(μmol CO <sub>2</sub> m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> ) | $EUA_i$<br>(μmol CO <sub>2</sub> mmol <sup>-1</sup> H <sub>2</sub> O) |
|--------------|---|--|--|---|
| ID           | 5,71 c  | 0,48 b   | 12,74 c  | 25,04 c   |
| 2D           | 7,41 b  | 0,48 b   | 21,79 b  | 49,75 a   |
| 4D           | 9,20 a  | 0,66 a   | 28,72 a  | 43,42 b   |
| 6D           | 9,29 a  | 0,63 a   | 32,69 a  | 52,59 a   |

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

\*Ciclos de irrigação: irrigação diária (ID); irrigação a cada 2 dias (2D), 4 dias (4D) e 6 dias (6D).

A taxa de transpiração variou de 5,71 (ID) para 9,29 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (6D), representando elevação de 62%; a condutância estomática aumentou de 0,48 (ID) para 0,66 mol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (4D) (37%), enquanto que o acréscimo na taxa de fotossíntese foi de 156%, passando de 12,74 (ID) para 32,69 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> (6D). Em virtude dos efeitos em  $g_s$  e  $A$ , a  $EUA_i$  aumentou 110%, comparando-se as plantas irrigadas diariamente (ID) com aquelas irrigadas a cada 6 dias (6D).

Baseados nestes resultados pode-se inferir que as mudas de ingazeira não sofreram déficit hídrico, mesmo nos intervalos de tempo maiores sem irrigação. Além disso, parecem ter sido intolerantes à condição de irrigação diária, com o nível de umidade do substrato em torno de 70% da capacidade máxima de retenção, o que pode ter causado hipóxia radicular. Tal condição afeta as plantas tanto por diminuir a produção de aquaporinas, reduzindo o transporte através de membranas, como pela redução na condutância hidráulica dos tecidos vasculares, interferindo diretamente no fluxo de água para a parte aérea da planta (TOURNAIRE-ROUX et al., 2003), afetando o comportamento estomático e nas trocas gasosas.

Em *Tabebuia aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f ex. S. Moore, Oliveira e Gualtieri (2017) verificaram diminuição em  $E$ ,  $g_s$  e  $A$  das plantas mantidas sob condições de hipóxia radicular. Estes autores acrescentam que esta redução na fotossíntese não está ligada apenas à diminuição na condutância estomática causada pelo fechamento estomático, promovendo queda na disponibilidade de  $CO_2$ , como afirmam Gibbs e Greenway (2003) e Chaves et al. (2009), mas também aos efeitos deletérios na atividade e regeneração da enzima ribulose 1,5-bifosfato carboxilase (rubisco). Martinazzo et al. (2013), também verificaram diminuição nos parâmetros  $E$ ,  $g_s$  e  $A$  em plantas de ameixeira (*Prunus salicina* Lindh.) sob condições de estresse hídrico e alagamento. Gonçalves et al. (2013) verificaram menores taxas de crescimento e redução na assimilação de carbono de plantas de *Genipa spruceana* Steyerl quando submetidas ao alagamento.

Analisando-se a tabela 2, percebe-se que a irrigação diária influenciou negativamente os parâmetros, porém não houve diferença significativa entre os intervalos de irrigação testados, evidenciando a tolerância das plantas de ingazeira à condição de baixa disponibilidade de água, durante a fase de viveiro. A irrigação a cada 2 dias promoveu aumento de 25% na altura das plantas, em comparação ao tratamento irrigado diariamente. Em relação ao diâmetro do caule, as plantas irrigadas diariamente apresentaram valor 19% inferior ao obtido naquelas irrigadas a cada 6 dias, enquanto que a irrigação a cada 4 dias promoveu aumento de 47% no número de folhas, em comparação com o tratamento de irrigação diária. As variáveis altura da planta e diâmetro de caule são comumente utilizadas para avaliar a qualidade da muda, sendo que quanto maior o diâmetro do coleto, mais resistente a mesma será e maiores serão a possibilidade de resistência ao tombamento e a sobrevivência no campo (PAIVA SOBRINHO et al., 2010).

**Tabela 2.** Altura das plantas, diâmetro do caule e número de folhas de mudas de *Lonchocarpus sericeus* submetidas a diferentes ciclos de irrigação.

| Tratamentos* | Altura (cm) | Diâmetro (mm) | Nº Folhas |
|--------------|-------------|---------------|-----------|
| ID           | 23,7 b      | 4,46 b        | 20,67 b   |
| 2D           | 29,6 a      | 4,90 a        | 26,33 a   |
| 4D           | 29,5 a      | 5,16 a        | 30,33 a   |
| 6D           | 27,9 a      | 5,29 a        | 28,17 a   |

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

\*Ciclos de irrigação: irrigação diária (ID); irrigação a cada 2 dias (2D), 4 dias (4D) e 6 dias (6D).

Estes resultados são contrários aos obtidos por diversos pesquisadores, em outras espécies arbóreas, com redução nestes parâmetros morfológicos à medida que o período sem irrigação aumenta. Em mudas de *Moringa oleifera*, Costa et al. (2019) não obtiveram variação na altura das plantas nos diferentes ciclos de rega, porém os maiores valores de diâmetro do coleto e número de

folhas ocorreram nas plantas irrigadas diariamente. Efeito positivo da irrigação diária nos incrementos em altura das plantas e no diâmetro do coleto foi obtido por Lima et al. (2014) quando submeteram mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. Ex DC) a ciclos de rega intercalados durante a fase de rustificação. Igualmente, Matos et al. (2014) verificaram redução de 50% no diâmetro do caule em mudas de *Jatropha curcas* submetidas a intervalos de ciclos de rega de 10 dias, quando comparadas com o tratamento de irrigação diária.

Em relação à produção de massa seca das plantas, percebe-se aumento progressivo em todos os parâmetros à medida que o período sem irrigação se elevou (Tabela 3). Verificou-se acréscimo de 72% no PMSF das plantas irrigadas a cada 4 e 6 dias, em comparação com aquelas irrigadas diariamente, enquanto que no PMSC e IQD, o aumento foi de 93% e 88%, respectivamente, comparando-se os mesmos tratamentos. O maior incremento foi constatado nas raízes, em que as plantas irrigadas a cada 6 dias apresentaram aumento de 163% em comparação ao tratamento de irrigação diária. Comportamento semelhante foi verificado por Dranski et al. (2017) em mudas de *Maytenus iliciloia*, em que os maiores intervalos de irrigação provocaram maiores taxas de incremento nos tecidos aéreos e nos tecidos radiculares. Lima et al. (2014) avaliaram diferentes manejos hídricos na rustificação de *H. impetiginosus* e observaram que as plantas investiram em maior alocação de biomassa no sistema radicular com o aumento dos intervalos entre os ciclos de rega.

**Tabela 3.** Peso da matéria seca das folhas (PMSF), peso da matéria seca do caule (PMSC) e peso da matéria seca raiz (PMSR) de mudas de *Lonchocarpus sericeus* submetidas a diferentes ciclos de rega.

| Tratamentos* | PMSF (g) | PMSC (g) | PMSR (g) | IQD    |
|--------------|----------|----------|----------|--------|
| ID           | 1,37 c   | 0,62 b   | 1,01 b   | 0,41 b |
| 2D           | 1,91 b   | 0,90 a   | 1,41 b   | 0,48 b |
| 4D           | 2,36 a   | 1,19 a   | 2,16 a   | 0,66 a |
| 6D           | 2,36 a   | 1,20 a   | 2,66 a   | 0,77 a |

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

\*Ciclos de irrigação: irrigação diária (ID); irrigação a cada 2 dias (2D), 4 dias (4D) e 6 dias (6D).

Maior matéria seca das raízes em detrimento da parte aérea é um comportamento observado em diversas espécies sob condições de limitantes de água (TATAGIBA et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2016). Esse comportamento é uma das estratégias para suportar condições hídricas adversas, sendo reflexo do ajustamento osmótico nas células das raízes, promovendo aumento na pressão de turgor celular, incremento no crescimento das raízes e maior proliferação das raízes nas regiões mais profundas do solo à medida que a água vai se esgotando nas camadas superiores (HSIAO; XU, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2013). No entanto, esse não é um comportamento comum para todas as espécies, a exemplo do que foi verificado em *Tabebuia serratifolia* (Vahl) sob diferentes regimes

hídricos, por Souza et al. (2018), na qual ocorreu reduções significativas na massa seca de folhas, caule e das raízes. Dessa forma, percebe-se que cada espécie parece responder de forma singular ao regime hídrico ao qual está exposta, modulando suas respostas através de interações fisiológicas e morfológicas para manterem a continuidade do desenvolvimento diante do estresse hídrico.

Conforme relatado anteriormente, ocorreu elevação na condutância estomática e na taxa de fotossíntese das plantas à medida que o intervalo entre as irrigações aumentava (Tabela 1), possibilitando maior produção de assimilados, contribuindo diretamente para aumento na altura, diâmetro do caule e número de folhas (Tabela 2), produção de biomassa e qualidade de mudas (Tabela 3). Tais resultados comprovam que a situação hídrica imposta pelos ciclos de irrigação empregados não causou estresse hídrico às plantas de ingazeira, permitindo que elas sobrevivessem e acumulassem biomassa garantindo, inclusive, aumento na qualidade das mudas.

#### 4 CONCLUSÕES

A irrigação diária prejudica o comportamento fisiológico e o crescimento de mudas de ingazeira.

A manutenção das plantas jovens de ingazeira sob intervalo de irrigação de até seis dias favorecem o crescimento, as trocas gasosas, a produção de biomassa e a qualidade das mudas de ingazeira.

#### REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. P. F.; MORAES, F. K. C.; SANTOS, R. I. N.; CASTRO, G. L. S.; RAMOS, E. M. L. S.; PINHEIRO, H. A. Ecofisiologia de plantas jovens de mogno-africano submetidas a déficit hídrico e reidratação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 1, p. 9-16, 2013.
- ALMEIDA, E. P.; CUNHA, M. C. L.; FERNANDES, S. P. S.; NASCIMENTO, A. K. A. Avaliação de métodos para a quebra de dormência de sementes de *Lonchocarpus sericeus*. In: CONGRESSO NORDESTINO DE ENGENHARIA FLORESTAL, 5, 2016. **Anais...** Bom Jesus: UFPI, 2016, p.56.
- ALVES, F. J. B.; FREIRE, A. L. O. Crescimento inicial e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC) Mattos) produzidas em diferentes substratos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 13, n. 3, p. 195-202, 2017.
- AVRELLA, E. D.; WEBER, J. M.; FIOR, C. S.; Water saturation stress in *Mimosa scabrella* seedlings. **Floresta e Ambiente**, v. 26, n. 1, p. 1-8, 2019.
- CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v. 103, p. 551-560, 2009.
- COSTA, A. S.; FREIRE, A. L. O.; BAKKE, I. A.; PEREIRA, F. H. F. Respostas fisiológicas e bioquímicas de plantas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Allemão) ao déficit hídrico e posterior recuperação. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 4, p. 705- 717, 2015.

- COSTA, J. R. S.; ALMEIDA, G. N.; SILVA, L. G. C.; ALMEIDA, G. N.; SILVA, E. C. A. Condicionamento de mudas de moringa a diferentes ciclos de rega. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 1, p. 80-87, 2019.
- DIAS, A. S.; LIMA, G. S. D.; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. D. A. Gas exchanges, quantum yield and photosynthetic pigments of west indian cherry under salt stress and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 2, p. 429-439, 2019.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v.36, p.10-13, 1960.
- DIVINCULA, J. S.; ALEMAN, C. C.; SOUZA JUNIOR, E. P.; VIEIRA, J. H.; MORAIS, J. E. F.; RIBEIRO, S. O.; CECON, P. R.; SANTOS, M. A. L. Manejo sustentável de irrigação utilizando hidrogel no cultivo de *Calendula officinalis*. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 4, p. 19175-19188, 2020.
- DRANSKI, J. A. L.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Manejo hídrico na rustificação em mudas de *Maytenus ilicifolia* [(Schrad.) Planch.]. **Biotemas**, v.30, n.1, p.45-54, 2017
- ELOY, E.; CARON, B. O.; SCHMIDT, D.; BEHLING, A.; SCHWERS, L.; ELLI, E. F. Avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* utilizando parâmetros morfológicos. **Floresta**, v. 43, n. 3, p. 373-384, 2013
- FRANÇA, P. H. T.; SILVA, E. C. A.; SILVA, T. C.; BRASIL, N. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Análise fisiológica em mudas de guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess.) submetidas ao déficit hídrico. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.13, p.264-269, 2017.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar**: versão 5.6. Lavras: UFLA, 2011.
- GIBBS, J.; GREENWAY, H. Mechanisms of anoxia tolerance in plants. I. Growth, survival and anaerobic catabolism. **Functional Plant Biology**, v. 30, n. 1, p. 1-47, 2003.
- GONÇALVES, J. F. C.; MELO, E. G. F.; FERREIRA, M. J.; SILVA, C. E. M.; GOMES, I. B. Crescimento, partição de biomassa e fotossíntese em plantas jovens de *Genipa spruceana* submetidas ao alagamento. **Cerne**, v. 19, n. 2, p. 193-200, 2013.
- HSIAO, T. C.; XU, L. K. Sensitivity of growth of roots versus leaves to water stress: biophysical analysis and relation to water transport. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v.51, p.1595-1616, 2000.
- LIMA, P. R.; HORBACH, M. A.; DRANSKI, J. A. L.; ECCO, M.; MALAVASI, M. M.; MALAVASI, U. C. Avaliação morfofisiológica em mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos durante a rustificação. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 3, p. 316-326, 2014.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivos de plantas arbóreas nativas do Brasil**, v.1. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 384p.
- MARTINAZZO, E. G.; PERBON, A. T.; OLIVEIRA, P. V.; BIANCHI, V. J.; BACARIN, M. A. Atividade fotossintética em plantas de ameixeira submetidas ao déficit hídrico e ao alagamento. **Ciência Rural**, v. 43, n. 1, p. 35-41, 2013.
- MATOS, F. S.; TORRES JÚNIOR, H. D.; ROSA, V. R.; SANTOS, P. G. F.; BORGES, L. F. O.; RIBEIRO, R. P.; NEVES, T. G.; CRUVINEL, C. K. L. Estratégia morfológica de tolerância ao déficit hídrico de mudas de pinhão manso. **Magistra**, v. 26, n. 1, p. 19-27, 2014.

- MORAES, J. V. **Parâmetros biométricos, fisiológicos e bioquímicos em híbridos de *Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla* sob diferentes regimes de irrigação em casa de vegetação.** 2011. 72f. Tese - Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, São Paulo, 2011.
- MORAIS, W. W. C.; SUSIN, F.; VIVIAN, M. A.; ARAÚJO, M. M. Influência da irrigação no crescimento de mudas de *Schinus terebinthifolius*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 69, p. 23, 2012.
- OLIVEIRA, A. K. M.; GUALTIERI, S. C. J. Trocas gasosas e grau de tolerância ao estresse hídrico induzido em plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Paratudo) submetidas a alagamento. **Ciência Florestal**, v. 27, n. 1, p. 181-191, 2017.
- OLIVEIRA, M. K. T.; DOMBROSKI, J. L. D.; MEDEIROS, R. D. C. A.; MEDEIROS, A. S. Desenvolvimento inicial de *Erythrina velutina* sob restrição hídrica. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, p. 88, p.481-488, 2016.
- PEREIRA, K. T. O.; CAVALCANTE, A. L. G.; DANTAS, R. P.; OLIVEIRA, M. K. T.; COSTA, J. P. B. M. Qualidade de mudas de moringa sob diferentes níveis de nutrientes aplicados via fertirrigação. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 88, p. 497-504, 2016.
- QUEIROZ, J. C. P. **Respostas ecofisiológicas e bioquímicas do Pajeú (*Triplaris gardneriana* Wedd.) submetido ao déficit hídrico.** 2018. 99 f. Dissertação. (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2018.
- RAMOS, F. R.; FREIRE, A. L. O. Physiological responses to drought of *Cnidoscolus quercifolius* Pohl in semi-arid conditions. **Advances in Forestry Science**, v. 6, n. 1, p. 493-499, 2019.
- PAIVA SOBRINHO, S.; LUZ, P. B.; SILVEIRA, T. L. S.; RAMOS, D. T.; NEVES, L. G.; BARELLI, M. A. A. Substratos na produção de mudas de três espécies arbóreas do cerrado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n.2, p.238-243, 2010.
- SOUZA, N. S.; CONCEIÇÃO, H. E. O.; SILVA, M. K. F.; OLIVEIRA, L. J. S.; MAIA, W. J. M. S.; SAUMA FILHO, M. Crescimento e desenvolvimento de plantas jovens de ipê-amarelo submetidas a diferentes regimes hídricos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 12, n. 7, p. 3108-3117, 2018.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed.- Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
- TATAGIBA, S. D.; XAVIER, T. M. T.; TORRES, H.; PEZZOPANE, J. E. M.; CECÍLIO, R. A.; ZANETTI, S. S. Determinação da máxima capacidade de retenção de água no substrato para produção de mudas de eucalipto em viveiro. **Floresta**, v. 45, n. 4, p. 745-754, 2015.
- TOURNAIRE-ROUX, C.; SUTKA, M.; JAVOT, H.; GOUT, E.; GERBEAU, P.; LUU, D.; BLOGNNY, R.; MAUREL, C. Cytosolic pH regulates root water transport during anoxic stress through gating of aquaporins. **Nature**, v. 425, n. 6956, p. 393-397, 2003.