

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

JOSÉ WELLINGTON SANTOS DO NASCIMENTO

**ECOFISIOLOGIA DE MUDAS DE *Bauhinia forficata* Link EM RESPOSTA A  
SUPRESSÃO DE REGA E POSTERIOR REIRRIGAÇÃO**

Rio Largo – Alagoas  
2020

JOSÉ WELLINGTON SANTOS DO NASCIMENTO

**ECOFISIOLOGIA DE MUDAS DE *Bauhinia forficata* Link EM RESPOSTA A  
SUPRESSÃO DE REGA E POSTERIOR REIRRIGAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a  
Unidade Acadêmica Centro de Engenharias e  
Ciências Agrárias como parte dos requisitos  
para obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo.

**Orientador:** Prof. Dr. Hugo Henrique Costa do Nascimento

Rio Largo – Alagoas  
2020

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias**  
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

N244e Nascimento, José Wellington Santos do  
Ecofisiologia de mudas de *Bauhinia forficata* Link em resposta a supressão de rega e posterior reirrigação. / José Wellington Santos do Nascimento – 2020.  
47 f.; il.

Monografia de Graduação em Agronomia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias. Rio Largo, 2020.

Orientação: Prof. Dr. Hugo Henrique Costa do Nascimento

Inclui bibliografia

1. Pata de vaca. 2. Estresse hídrico. 3. Espécies florestais. I. Título

CDU: 581.5

## FOLHA DE APROVAÇÃO

AUTOR: JOSÉ WELLINGTON SANTOS DO NASCIMENTO

### **ECOFISIOLOGIA DE MUDAS DE *Bauhinia forficata* Link EM RESPOSTA A SUPRESSÃO DE REGA E POSTERIOR REIRRIGAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a  
Unidade Acadêmica Centro de Engenharias e  
Ciências Agrárias como parte dos requisitos  
para obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo, aprovado em 31/07/2020.

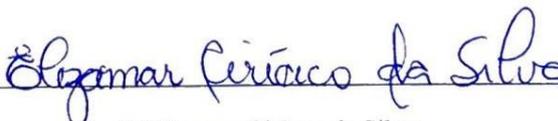


---

Prof. Hugo Henrique Costa do Nascimento (Orientador)

#### **Banca examinadora:**

1º Examinador:



Prof. Elizamar Ciriaco da Silva

2º Examinador:



Prof. Débora Teresa da Rocha Gomes Ferreira de Almeida

**DEDICO**

*Aos meus pais que fizeram o impossível para verem materializado em mim o sonho da família.*

*“Quando abro os olhos todas as manhãs, não estou encarando o mundo, mas um milhão de mundos possíveis”.*

**Colin Wilson**

## AGRADECIMENTOS

*Expresso minha gratidão a Deus com a letra da música “Meu tributo”.*

*Como agradecer por tudo que fizeste a mim?*

*Não merecedor, mas provaste o Seu amor sem fim!*

*As vozes de um milhão de anjos*

*Não expressam a minha gratidão*

*Tudo o que sou e o que almejo ser*

*Eu devo tudo a Ti!*

*A Deus seja a glória*

*Por tudo o que fez por mim*

*Com Seu sangue lavou-me*

*Seu poder transformou-me!*

*A Deus seja a glória*

*Para sempre, amém.*

*Quero viver para Ti*

*Tua vontade obedecer*

*E se o aplauso eu receber,*

*No calvário irei Te gloriar.*

***Victorino Sila***

## AGRADECIMENTOS

A Deus, o criador de tudo, a quem devo minha fé e adoração e que me deu saúde e força para superar todos os obstáculos e ainda assim permanecer de pé;

Aos meus pais, José dos Santos Júnior e Leidjane Maria, e aos meus irmãos, Wendel Kaike e Elaine Michele, pelo incentivo e por fazerem das “tripas o coração” para ver materializado em mim o sonho de ter na família alguém com diploma de nível superior;

Aos meus sobrinhos, Yara Cecília e Yudi Matias, por serem fontes de amor e de muita alegria que ajudaram a curar meus momentos de estresse. O sorriso dessas adoráveis criaturas enviadas por Deus me dá esperança para continuar;

Aos membros do Laboratório de Tecnologia da Produção (LATEP) da Universidade Federal de Alagoas, em particular as pessoas integrantes do setor de produção de mudas, pelas inúmeras e incontáveis ajuda na condução do experimento, e por me proporcionar momentos de descontração. Grato pela amizade;

Em especial, a pessoa do Professor Hugo Henrique Costa do Nascimento, que além dos ensinamentos sobre a maioria das técnicas e conceitos envolvendo estudos na área de ecofisiologia vegetal, me ensinou acima de tudo, valores. Com ele aprendi a dar valor às pequenas conquistas e também aos pequenos gestos de humildade. Sou muito grato pela sua amizade, e que Deus possa retribuir em dobro todo o bem que me fez. (Jó 34,11);

Aos motoristas e cobradores da associação dos transportadores complementares de passageiros de Murici (ATRACOMP), pelas inúmeras caronas com destino ao Centro de Ciências Agrárias. Especialmente ao meu primo Wadonys Balú, que no momento mais complicado financeiramente que passei durante a graduação, me deu a oportunidade de trabalhar como cobrador nos finais de semana e assim conseguir uma renda extra;

A todos, que de maneira direta ou indireta contribuíram para concretização desse momento, fica a minha gratidão, que se expressa não caberia em páginas. Deixo registrado o meu sincero agradecimento e peço a Deus, em minhas orações, que Ele possa lhes abençoar.

(Efésios 1,16)

***Muitíssimo obrigado***

## RESUMO

A seca é um aspecto ambiental extremamente prejudicial à vida das plantas, onde as mesmas respondem às desordens causadas por esse fator por meio de alterações morfofisiológicas, como estratégia para garantir a sua adaptabilidade e sobrevivência. O conhecimento sobre essas respostas é de grande utilidade, pois permite inferir como as plantas se comportam em situações de seca. Por esse motivo o presente estudo objetivou avaliar a ecofisiologia de mudas de *Bauhinia forficata* Link em resposta à supressão de rega e posterior reirrigação. Para tanto, um experimento foi conduzido em casa de vegetação do Laboratório de Tecnologia da Produção (setor de produção de mudas) da Universidade Federal de Alagoas, Campus Delza Gitaí, adotando-se um delineamento experimental inteiramente casualizado em arranjo fatorial, composto por três tratamentos hídricos (Controle – regado diariamente, Supressão de Rega e Reirrigado) e duas épocas de avaliação [na ocasião da constatação do menor valor do rendimento quântico máximo do fotossistema II (PSII) do tratamento supressão de rega, obtida pela razão  $F_v/F_m$  (ocorrida no 8º dia após a diferenciação dos tratamentos), e após a constatação da normalidade da razão  $F_v/F_m$  do tratamento Reirrigado (ocorrida 2º dias após a reirrigação do tratamento SR)] com dez repetições. Por ocasião do menor valor da razão  $F_v/F_m$ , cinco repetições do tratamento C e cinco repetições do tratamento SR foram submetidas às avaliações dos parâmetros fisiológicos e posteriormente desmonte. As plantas remanescentes (cinco repetições do tratamento C e cinco repetições do tratamento SR) foram reirrigadas mantendo-se a rega até o término do experimento, no qual as plantas do tratamento SR formaram o tratamento R. O rendimento quântico máximo e efetivo (Yield) e o índice SPAD foram obtidos diariamente sempre na terceira folha totalmente expandida da parte superior da planta. Semanalmente foram avaliados a altura das plantas, número de folhas e diâmetro do caule. No final do experimento foram determinados o comprimento radicular, produção de biomassa seca das folhas, do caule, das raízes e total e a alocação de biomassa para as folhas, o caule e as raízes, o teor relativo de água, além dos pigmentos fotossintetizantes (clorofila *a*, *b*, carotenóides e clorofila total). Em função dos dados obtidos, conclui-se que após 8 dias de estresse hídrico, mudas de *Bauhinia forficata* são capazes de restabelecer seu metabolismo, comprovado pela eficiência quântica do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ), dois dias após a retomada da irrigação. Sendo capazes de suportar até 8 dias sob estresse hídrico sem comprometer seu metabolismo. No entanto, as mesmas podem

ser drasticamente afetadas com a prolongação da intensidade e do tempo de exposição ao estresse.

**Palavras-chave:** Pata de vaca, Estresse hídrico, Mudanças de espécies florestais.

## ABSTRACT

Water deficit is an environmental factor extremely harmful to the plant life, where they respond to disorders caused by this factor through morphophysiological changes with a strategy to ensure their adaptability and survival in drought conditions. Knowledge about plants responses allows to understand their behavior in drought situations. Therefore, this paper aimed to evaluate the ecophysiology of *Bauhinia forficata* Link seedlings in response to irrigation suspension and subsequent re-irrigation. Thereunto, an experiment was conducted in the greenhouse at the Production Technology Laboratory (seedling production sector) at the Federal University of Alagoas, on Engineering and Agrarian Sciences Center (CECA). The experimental design was completely randomized, consisting of three treatments (Control - irrigated daily, Irrigation suppression and Reirrigated) and two evaluation periods [when the lowest value of the maximum quantum yield of photosystem II (PSII) of the irrigation suppression treatment, obtained by the  $F_v / F_m$  ratio (occurred on the 8th day after the differentiation of the treatments), and after finding the normality of the  $F_v / F_m$  ratio of the re-irrigation treatment (occurred on the 2nd day after the re-irrigation of the SR treatment)] with ten repetitions. Due to lower value of  $F_v / F_m$  ratio, five repetitions of each treatment (C and SR) were subjected to assessment of the behavior and physiological parameters and later, the experiment was disassembled. The remaining plants (five repetitions of treatment C and five repetitions of treatment SR) were re-irrigated maintaining the irrigation until the end of the experiment, in which the plants of treatment SR formed the treatment R. The maximum and effective quantum yield (Yield) and the SPAD index were executed daily on the third fully expanded leaf at the plant top. The plant height, number of leaves and stem diameter were evaluated weekly. By the experiment end, were evaluated root length, dry biomass production and allocation on leaves, stem, roots and total, relative water content and photosynthetic pigments (chlorophyll a, b, carotenoids and total chlorophyll). Based on results, it was concluded that after 8 days of water stress, *Bauhinia forficata* seedlings are able to their

metabolism reestablishment and to withstand up under water stress without compromising your metabolism. However, they can be drastically affected by prolonging the intensity and time of exposure to stress.

**Keywords:** Pata de vaca, Water stress, Seedlings of forest species.

## Lista de Figuras

- Figura 1.** Sementes postas para germinar em bandejas contendo terriço vegetal. Fonte: Autor. .... 23
- Figura 2.** Emergência de plântulas de *Bauhinia forficata* Link (A); avaliações biométricas para a seleção visando o transplântio (B); transplântio das mudas para vasos de 3 kg (C). Fonte: Autor..... 24
- Figura 3.** Esquema da coleta do experimento. Fonte: adaptado de Nascimento (2013). ..... 24
- Figura 4.** Comportamento diário das variáveis microclimáticas: Temperatura do ar (Tar), Umidade relativa do ar (UR) e o déficit de pressão de vapor (DPV), no interior da casa de vegetação. A linha pontilhada indica o momento do menor valor da razão  $F_v/F_m$ ..... 25
- Figura 5.** Mensuração da altura da planta (A); mensuração do diâmetro do caule (B); marca permanente feita no caule a 1 cm da base do solo (C). Fonte: Autor. .... 26
- Figura 6.** Leituras feitas com uso do SPAD (Soil Plant Analysis Development). Fonte: autor. .... 27
- Figura 7.** Altura da planta (A); diâmetro do caule (B); número de folhas (C); e crescimento radicular (D) de mudas de *Bauhinia forficata* Link submetidas à supressão de rega e posterior reirrigação. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, as maiúsculas comparam os tratamentos hídricos em cada avaliação semanal e as minúsculas comparam cada tratamento ao longo do tempo nas respectivas épocas de avaliação e de coleta. .... 30
- Figura 8.** Rendimento quântico máximo ( $F_v/F_m$ ) (A); rendimento quântico efetivo (Y) (B) em mudas de *Bauhinia forficata* Link submetidas à supressão de rega e posterior reirrigação. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, as maiúsculas comparam os tratamentos hídricos em cada dia e minúsculas comparam cada tratamento nos respectivos dias de avaliação. A linha pontilhada indica o momento da reirrigação do tratamento (SR). . 32
- Figura 9.** SPAD folha (A); SPAD total (B) em mudas de *Bauhinia forficata* Link submetidas à supressão de rega e posterior reirrigação. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, as maiúsculas comparam os tratamentos hídricos em cada dia e minúsculas comparam cada tratamento nos respectivos dias de avaliação. A linha pontilhada indica o momento da reirrigação do tratamento (SR). .... 34

- Figura 10.** Pigmentos fotossintéticos. Clorofila *a* ( $\mu\text{g. mL}^{-1}$ ) (A); clorofila *b* ( $\mu\text{g. mL}^{-1}$ ) (B); carotenóides ( $\mu\text{g. mL}^{-1}$ ) (C); e clorofila total (D) em mudas de *Bauhinia forficata* Link submetidas à supressão de rega e posterior reirrigação. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, as maiúsculas comparam os tratamentos hídricos em cada coleta e as minúsculas comparam cada tratamento nas respectivas coletas..... 36
- Figura 11.** Teor relativo de água na folha (TRA) em mudas de *Bauhinia forficata* Link submetidas à supressão de rega e posterior reirrigação. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, as maiúsculas comparam os tratamentos hídricos em cada coleta e as minúsculas comparam cada tratamento nas respectivas coletas..... 37
- Figura 12.** Biomassa seca do caule (A); da raiz (B); das folhas (C); total (D); alocação da biomassa (E); e R/Pa (F) em mudas de *Bauhinia forficata* Link submetidas à supressão de rega e posterior reirrigação. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, as maiúsculas comparam os tratamentos hídricos em cada coleta e as minúsculas comparam cada tratamento nas respectivas coletas. .... 39
- Figura 13.** Comportamento diário das variáveis microclimáticas: Temperatura do ar (Tar), Umidade relativa do ar (UR) e o déficit de pressão de vapor (DPV), no interior da casa de vegetação no intervalo entre 11h00min às 13h00min. A linha pontilhada indica o momento do menor valor da razão  $F_v/F_m$ ..... 47

## Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1 Considerações sobre a espécie.....	15
2.2 O déficit hídrico e seus efeitos nos vegetais .....	17
2.3 Mecanismos de sobrevivência à seca em plantas .....	18
2.3.1 Escape ou fuga à seca .....	19
2.3.2 Mecanismo de tolerância à seca com alto conteúdo de água .....	19
2.4.3 Mecanismo de tolerância à seca com baixo conteúdo de água .....	20
2.4 Efeito do déficit hídrico na eficiência quântica do fotossistema II e nos pigmentos fotossintéticos .....	20
2.5 Efeito do déficit hídrico nas relações hídricas dos vegetais.....	22
3. MATERIAL EMÉTODOS .....	23
3.1 Condições microclimáticas da casa de vegetação .....	25
3.2 Avaliação do crescimento .....	25
3.3 Rendimento quântico máximo e efetivo (Y) do fotossistema II (PSII) .....	26
3.4 Índice SPAD e pigmentos fotossintéticos .....	26
3.5 Teor relativo de água na folha .....	27
3.6 Produção e partição de biomassa seca .....	28
3.7 Análise estatística .....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5. CONCLUSÕES .....	40
6. REFERÊNCIAS .....	41
<b>ANEXO:</b> .....	47

## 1. INTRODUÇÃO

A espécie *Bauhinia forficata* Link é uma árvore nativa da Mata Atlântica, sendo vulgarmente conhecida em várias regiões como pata de vaca, unha de vaca, mororó e unha de boi. A essência florestal pertence à família *Fabaceae*, sub-família das *Caesalpinaceae*, compõe o gênero *Bauhinia* que apresenta cerca de 300 espécies (VAZ; TOZZI, 2005), dentre as quais, a espécie em questão tem merecido destaque por ter em suas partes (folhas, caules, flores e raízes) propriedades medicinais, e frequentemente encontra-se na composição de fitoterápicos industrializados (NOGUEIRA, 2012).

Muito utilizada na medicina popular brasileira, a espécie também pode ter seu uso voltado à restauração ecológica. Segundo Carvalho (2003), a *Bauhinia forficata* Link por ser pioneira e de crescimento moderado, desperta interesse para plantios visando à recuperação de áreas degradadas. Portanto, para que haja sucesso em qualquer programa de manejo florestal, o conhecimento sobre a resposta do vegetal ante aos fatores ambientais limitantes ao seu desenvolvimento, constitui uma ferramenta imprescindível. Alguns desses fatores, tais como: disponibilidade hídrica, temperatura do ar, umidade relativa do ar e radiação solar, que podem agir de forma conjunta ou isolada, são capazes de provocar efeitos deletérios nos vegetais, sendo a falta de água o fator mais determinante, pois afeta negativamente os cultivos agrícolas e florestais, e é a principal causa de redução da produtividade (NUNES et al., 2017).

De maneira geral, as plantas respondem ao déficit hídrico através de alterações morfofisiológicas e bioquímicas, provocando reduções na turgescência celular, prejudicando todos os processos que diretamente dependem dele para o pleno funcionamento do vegetal, limitando a expansão foliar, o alongamento radicular, causando redução da matéria seca e, por conseguinte declínio na taxa de crescimento, além de uma série de outros processos, forçando-as a desenvolverem mecanismos adaptativos para sobrevivência em ambientes de baixa disponibilidade de água no solo (TAIZ et al., 2017).

Diante de tal cenário, cada espécie de planta apresenta suas estratégias ecofisiológicas para restabelecer seus processos metabólicos após um fenômeno de deficiência hídrica, já que as mesmas são afetadas por flutuações da disponibilidade de água, tanto pela alternância de chuva e períodos de seca. Em estudo realizado com mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) submetidas à deficiência hídrica foi evidenciado um acúmulo de pigmentos fotossintéticos e solutos orgânicos nas plantas sob estresse, permitindo um rápido restabelecimento de seu

metabolismo após a reidratação (NASCIMENTO et al., 2013). Ao analisar as respostas fisiológicas em mudas de *Aspidosperma pyrifolium* a ciclos de suspensão de rega, foi constatado um maior crescimento das plantas cultivadas sob seca intermitente e que um aporte diário de água na capacidade de campo atuou como interceptador negativo de crescimento e desenvolvimento da espécie estudada (FREITAS et al., 2018).

Ao descreverem as principais rotas de respostas em plantas submetidas ao déficit hídrico e posterior reirrigação, Xu et al. (2010) observaram que a magnitude do estresse poderá ocasionar diferentes respostas de recuperação das plantas, partindo da seca suave onde há uma recuperação compensatória, ou seja, as plantas são capazes de restabelecer seu metabolismo por inteiro, até a seca extrema, recuperando apenas suas funções metabólicas de maneira parcial, podendo causar danos irreparáveis, mesmo havendo disponibilidade hídrica.

Em vista disto, busca-se entender de que forma diferentes espécies conferiram tolerância à seca. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a ecofisiologia de mudas de *Bauhinia forficata* Link em resposta a supressão de rega e posterior reirrigação.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Considerações sobre a espécie

Criado por Carolus Linnaeus, no ano de 1753, o gênero *Bauhinia* é uma homenagem do famoso botânico aos irmãos Bauhin, médicos e botânicos suíços que viveram no século XVI (SILVA; CECHINEL FILHO, 2002). As espécies do gênero *Bauhinia* encontram-se largamente distribuídas nas florestas tropicais e subtropicais, no Brasil é possível encontrar 64 destas espécies que são geralmente conhecidas como “pata de vaca” ou “unha de vaca” por possuírem folhas compostas com dois folíolos unidos na base que faz analogia a uma pata de bovino (VAZ; TOZZI, 2005).

Dentre essas espécies florestais destaca-se a *Bauhinia forficata* Link, que tem sua origem na América do Sul e encontram-se amplamente distribuída no território brasileiro, podendo ser encontrada nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul do país. A espécie não é endêmica do Brasil e mantêm seu domínio fitogeográfico no bioma Mata Atlântica (VAZ, 2015). A espécie em questão tem uso diversificado, sendo bastante difundida na medicina popular por conter substâncias capazes de tratar diferentes tipos de enfermidades (ALICE et al., 1995).

Estudos pioneiros desenvolvidos por Juliani (1941) comprovaram a ação hipoglicêmica da *B. forficata* em diabéticos. Diversos outros trabalhos foram feitos posteriormente e evidenciaram que além da atividade hipoglicemiante, a espécie apresenta outras propriedades farmacológicas, possuindo ação diurética, tônica, depurativa, sendo também importante no tratamento da elefantíase (SILVA; CECHINEL FILHO, 2002; PIZZOLATTI et al., 2003; JORGE et al., 2004), tendo despertado interesse para produção de fitoterápicos e, desde o ano 2009, integra o quadro de plantas medicinais na relação nacional de plantas medicinais de interesse ao Sistema Único de Saúde (RENISUS) (Ministério da Saúde, 2009).

Além do uso difundido na medicina popular brasileira, a *B. forficata* é largamente empregada em projetos paisagísticos por apresentar porte médio ou arbustivo, moderado crescimento e flores vistosas. É uma espécie que compõe parques e jardins do Brasil, sendo indicada para ornamentação de ruas e sob a rede elétrica, podendo ser também utilizada como cerca viva (VAZ, 2015). De acordo com Backes & Irgang (2004), a madeira da *B. forficata*

apresenta diversas utilidades, sendo usada na fabricação de celulose e papel, em caixotaria, na produção de caibros, estacas, e na confecção de objetos em marcenaria e carpintaria.

Segundo Carvalho (2003), o uso da *B. forficata*, por ser uma espécie classificada na sucessão florestal como pioneira a secundária inicial, e de crescimento moderado, pode ser útil para plantios mistos em locais designados à restauração da flora, visando à recuperação de ecossistemas degradados e de solos erodidos, como também na restauração de mata ciliar em locais que apresentam leves períodos de encharcamento.

A espécie *B. forficata* pode atingir entre 5 – 9 m de altura, possuem folhas compostas de disposição alterna, de forma ovadas e de textura coriácea com uma divisão acima do meio, o que lembra uma pata de vaca, com comprimento aproximado de 8 – 12 cm. Árvore espinhenta, semidecídua e que apresentam flores na cor branca, possuem cinco pétalas longas com até 9 cm de comprimento e 10 estames ligeiramente compridos, dispostas em racemos axilares (CARVALHO, 2003; LÓPEZ et al., 2015).

Os frutos são do tipo legume, apresentando vagens achatadas e com deiscência, com tamanho variando de 15 - 25 cm de comprimento, na coloração marrom e sementes de formato ovolada com tamanho variando de 0,5 a 1 cm de comprimento e 0,3 a 0,5 cm de largura, com coloração variando de marrom esverdeada para marrom escuro. O tronco geralmente apresenta uma leve tortuosidade recoberta com súber castanho amarronzado (CARVALHO, 2003).

A fase reprodutiva da *B. forficata* se inicia dois anos após o plantio e a floração ocorre em diferentes épocas do ano, a depender da região, ocorrendo entre setembro a outubro (Minas Gerais); de outubro a dezembro (Ceará e Pernambuco); de outubro a janeiro (São Paulo); de novembro a março (Paraná) e de janeiro a março (Rio de Janeiro). Já a frutificação, ocorre entre abril e maio (Rio Grande do Sul); de abril a julho (Paraná); de maio a setembro (Rio de Janeiro); de maio a dezembro (São Paulo); de junho a agosto (Minas Gerais) e, de agosto a setembro (Ceará e Pernambuco) (CARVALHO, 2003; OLIVEIRA, 2018).

Algumas espécies do gênero *Bauhinia* se assemelham com a *B. forficata*, principalmente as folhas, por possuírem o mesmo aspecto bilobado. Portanto o que a diferencia das demais e tendo como sua característica morfológica principal são a presença de espinhos, mais precisamente dois espinhos no ramo onde fica aglutinado o pecíolo de cada folha, e também a presença de flores exclusivamente brancas (LÓPEZ et al., 2015).

Segundo Carvalho (2003), a *B. forficata* é geralmente encontrada na vegetação secundária, principalmente nas margens de estradas, em capoeiras e abertura de bosques. Apresentando plasticidade quanto aos tipos de solos, desenvolvendo-se satisfatoriamente nos mais diversos tipos, com preferência para solos profundos de boa permeabilidade e de boa fertilidade química.

## ***2.2 O déficit hídrico e seus efeitos nos vegetais***

A água, por constituir grande parte das células vegetais, acaba sendo um elemento indispensável para manutenção da vida de todos os vegetais, e dentre conglomerados recursos essenciais é o que mais restringe a produtividade dos cultivos agrícolas e florestais, devido a sua importância em diversos processos no metabolismo das plantas. Atua como reagente no metabolismo vegetal, na manutenção do status hídrico, no transporte de solutos e também no controle estomático (TAIZ et al., 2017). Contribui também com a forma e estrutura dos órgãos que são essenciais para o crescimento e desenvolvimento de diferentes espécies (LARCHER, 2004) de tal maneira que todos os aspectos são afetados pela deficiência de água em seus tecidos (FRANÇA et al., 2017).

Segundo Taiz et al. (2017), o déficit hídrico pode ser definido como a redução na disponibilidade hídrica para a planta, seja pela baixa pluviosidade ou por outros fatores indiretos, tais como: salinidade, congelamento da água próximo ao sistema radicular, aumento da transpiração pelo excesso de calor nas folhas, entre outros possíveis fatores, que podem dificultar a absorção de água pelas raízes, tornando-a indisponível. A seca é a principal causa de estresse por falta de água nas plantas, decorrente da baixa pluviosidade, sendo mais intensa em regiões áridas e semiáridas (SANTOS, 2015; FREITAS et al., 2018).

Fisiologicamente, a redução da turgescência celular é a primeira e uma das mais sensíveis respostas à deficiência hídrica, resultando na diminuição do alongamento e diferenciação celulares (LARCHER, 2004; FREITAS et al., 2018) que, por conseguinte, ocasiona redução do desenvolvimento da área foliar, e como as folhas estão estreitamente atreladas aos processos de produção nos vegetais, as possíveis consequências são os declínios na produção, e distribuição da biomassa produzida. Porém, os declínios nas percentagens de acúmulo de biomassa seca para as folhas, caules e raízes irá depender da duração do déficit hídrico, podendo ocasionar uma maior translocação de fotoassimilados para o sistema radicular do que para a parte aérea da planta. Por este motivo, Benincasa (2003) ressalta a

importância de analisar as variáveis de crescimento como um instrumento indispensável no estudo das respostas dos vegetais submetidos aos efeitos da seca.

De acordo com Turkan (2011), plantas expostas ao déficit hídrico durante o processo de maturação foliar podem entrar em processo de senescência, provocando uma abscisão foliar precoce, podendo haver perdas parciais ou totais de suas folhas, processo este denominado de caducifolia, e após as primeiras chuvas acontece uma rápida recuperação, evidenciada pela brotação de folhas novas. Por esse motivo, a regulação do crescimento das folhas pode ser observada como uma adaptação de enfrentamento à seca (LARCHER, 2004).

Algumas espécies florestais aumentam seus sistemas radiculares quando submetidas à restrição hídrica. Este aporte no crescimento das raízes pode ser superior ao crescimento da parte aérea, sendo mais acentuada em situações de seca, uma vez que as mesmas aumentam a superfície radicular para zonas mais profundas do solo na tentativa de alcançar água, provocando um aumento da relação raiz/parte aérea (LARCHER, 2004). Essa característica concede uma maior aptidão às plantas para manterem seus tecidos hidratados mesmo que por curto período de tempo em situações de deficiência hídrica, o que pode assegurar a sobrevivência dessas espécies (NASCIMENTO, 2011).

Conforme Cunha et al. (2018), a relação raiz/parte aérea pode ser definida pelo balanço funcional entre o que é absorvido de água pelas raízes e os processos de translocação de fotoassimilados, onde o crescimento da parte aérea dos vegetais será limitado pela quantidade de água absorvida, visto que a água tem papel imprescindível na diferenciação e expansão das células. O crescimento radicular também será limitado pela quantidade de fotoassimilados translocados para suas regiões de crescimento, onde os mesmos crescerão até o ponto em que suas necessidades se equilibrem com a quantidade de fotoassimilados produzidos na parte aérea (NASCIMENTO, 2013; TAIZ et al., 2017).

### ***2.3 Mecanismos de sobrevivência à seca em plantas***

Os vegetais podem desenvolver diferentes tipos de mecanismos fisiológicos de sobrevivência à seca, onde Turner (1986) os classificou em três categorias, são elas: escape ou fuga à seca, mecanismos de tolerância com alto conteúdo de água e com baixo conteúdo de água. E através desses mecanismos os vegetais traçam suas estratégias adaptativas, no entanto o grau de adaptação varia em função da espécie vegetal, onde as mesmas podem apresentar

um ou mais mecanismo para sobrevivência em ambientes que apresentam flutuações no conteúdo de água disponível.

### 2.3.1 Escape ou fuga à seca

No escape ou fuga à seca, as plantas são capazes de completar seu ciclo biológico de vida antes do início do período de estiagem, produzindo sementes ou órgãos vegetativos especializados com a capacidade de suportar períodos secos (LARCHER, 2004). Como por exemplo, das plantas pluvioterófitas, espécies herbáceas ou semi-arbustivas que possuem ciclos curtos e apresentam a habilidade de germinar logo após as primeiras chuvas; E as geófitas que possuem órgãos especializados (bulbos, tubérculos ou rizomas) em suportar períodos de seca, utilizando-se de fotoassimilados em estoque nas suas estruturas de propagação subterrâneas para desenvolver a parte aérea e assim se reproduzir em épocas chuvosas, sendo as principais representantes dessa categoria (NASCIMENTO, 2013).

### 2.3.2 Mecanismo de tolerância à seca com alto conteúdo de água

Para evitar um estado de desidratação, as plantas pertencentes a essa categoria tentam manter uma taxa hídrica favorável em seus tecidos, mesmo em situações de deficiência hídrica. Isto acaba sendo possível por meio de uma absorção de água mais eficiente, pelo aperfeiçoamento da capacidade de condução de água, redução da transpiração ou pelo armazenamento da água (LARCHER, 2004).

- **Melhor absorção de água:** Através do aprofundamento radicular, as plantas exploram regiões mais profundas do solo em busca de umidade, sendo o ácido abscísico (ABA) o hormônio responsável por este aporte no crescimento. Em contrapartida, é observada uma redução da parte aérea, em especial na área foliar. A relação raiz/parte aérea é elevada com o acréscimo nas raízes, o qual junto com o efeito do fechamento dos estômatos provocado pelo ABA, auxilia no enfretamento das plantas ao estresse hídrico (BIANCHI, 2016).

- **Capacidade de condução de água:** Para que haja aumento na capacidade de condução de água, faz-se necessário ampliar a área de condução do sistema (aumento na quantidade de xilema e uma densa nervação das folhas) e reduzir a distância de transporte com o encurtamento dos internódios, promovendo acréscimos nas atividades das aquaporinas que, por conseguinte facilita o transporte de água (TURKAN, 2011).

- ***Diminuição das perdas de água:*** De acordo com Larcher (2004) a diminuição da perda de água sob condições de seca é uma estratégia adotada pelas plantas. Através do fechamento estomático, as plantas minimizam as perdas de água por transpiração em situações estressantes, maximizando o uso da água presente no solo. Outras características como, presença de estômatos menores, epiderme com a presença de cutina e com espessa camada de cera, pilosidade e o enrolamento das folhas. Também são observadas modificações nas folhas de algumas espécies, formando espinhos ou acúleos, que além de proteger o vegetal contra a herbivoria, ajudam a evitar a perda excessiva de água para o meio externo (MELO JÚNIOR, 2019).

#### 2.4.3 Mecanismo de tolerância à seca com baixo conteúdo de água

Plantas que utilizam desse mecanismo são capazes de assegurar suas atividades metabólicas através de processos de regulação osmótica e iônica. De maneira geral, o ajustamento osmótico é um tipo especial de difusão onde a água se move de um meio de maior potencial de água para outro de menor potencial de água (NEPOMUCENO et al., 2001). Em situações de deficiência hídrica, plantas superiores acumulam açúcares, ácidos orgânicos e íons de baixo peso molecular no citosol. Este acúmulo promove uma diminuição do potencial osmótico, o que possibilita a manutenção do potencial hídrico e o turgor celular próximo do nível ótimo. Essa característica proporciona, em diferentes espécies, a capacidade de resistir a períodos curtos de seca (LIU et al., 2011; NASCIMENTO et al., 2011).

#### ***2.4 Efeito do déficit hídrico na eficiência quântica do fotossistema II e nos pigmentos fotossintéticos***

Os efeitos do estresse hídrico sob o aparato fotossintético podem ser estudados pela obtenção da razão  $F_v/F_m$ , sendo a representação da eficiência quântica máxima do fotossistema II (PSII). Essa análise indica até que ponto o PSII está utilizando a energia que foi absorvida pela clorofila e a magnitude no qual pode ser danificado por excesso de luz (MAIA JÚNIOR, 2017). A eficiência fotossintética poderá ser reduzida causando uma menor dissipação de energia por meio do transporte de elétrons, provocando um declínio na razão  $F_v/F_m$ , que de acordo Machado Filho et al. (2006), é um indicativo do dano fotoinibitório em plantas quando submetidas a condições de estresse por falta de água, o que poderá ocasionar uma regulação foto-protetora reversível ou irreversível do PSII, e em situações normais os vegetais em sua maioria apresentam valores de  $F_v/F_m$  numa faixa de 0,7 a 0,8.

A razão  $F_v/F_m$  é encontrada com a consecução de alguns parâmetros que auxiliam nas medições da fluorescência da clorofila, são eles: a fluorescência inicial ou mínima ( $F_0$ ), que indica quando todos os centros de reações estão abertos e diz respeito à emissão de fluorescência pelas moléculas de clorofila do sistema coletor de luz do PSII, a fluorescência máxima ( $F_m$ ) apontando quando todos os centros de reações estão fechados, e a fluorescência variável ( $F_v$ ) que é determinada pelo estado do centro reação (aberto ou fechado), onde o  $F_v$  é encontrado pela diferença entre  $F_0$  e  $F_m$ . Com esses parâmetros é possível mensurar a eficiência quântica máxima do PSII indicando a sanidade do aparato fotossintético (MAIA JÚNIOR, 2017).

Já o rendimento quântico efetivo ( $Y$ ) não necessita que as amostras sejam adaptadas ao escuro, que do ponto de vista prático é de grande utilidade já que a sua determinação é feita em segundos, e ainda representa melhor as variações do rendimento quântico da fotossíntese quando comparado ao  $F_v/F_m$  (Genty et al., 1989). O mesmo pode ser usado para estimar a taxa de transporte de elétrons (CAMPOSTRINI, 2001).

De maneira geral os pigmentos fotossintéticos comuns as plantas são as clorofilas *a*, *b* e os carotenóides. Tais pigmentos são responsáveis pela captação de luz para conversão em energia química. A clorofila *a* atua na etapa fotoquímica da fotossíntese, já a clorofila *b* e os carotenóides auxiliam na absorção da energia luminosa e na transferência da energia radiante para os centros de reações, sendo conhecidos como pigmentos acessórios (TAIZ et al., 2017).

Segundo Freitas et al. (2007), é comum haver perdas de pigmentos fotossintéticos em plantas submetidas a algum fator de estresse, no caso específico o déficit hídrico, e que essas reduções ocorrem em função da degradação das clorofilas, visto que as reações de formação das mesmas necessitam de água. Algumas espécies florestais arbóreas aumentam a concentração desses pigmentos quando sujeitas a situações de seca. Essa característica está associada ao processo de ajuste osmótico que juntos com outros mecanismos fisiológicos garantem a sobrevivência dessas espécies em condições de seca (LIU et al., 2011).

Para quantificar os teores desses pigmentos em plantas, existem dois métodos que são bastante difundidos em análises experimentais, o método não destrutivo obtido pelo índice SPAD (*Soil Plant Analysis Development*), e o método destrutivo feito através de determinação espectrofotométrica. No primeiro método é possível obter leituras rápidas do conteúdo de clorofila sem a necessidade de destruição do material vegetal. Tal método é caracterizado pela

simplicidade e rapidez na operação de coleta de dados experimentais. Enquanto que no segundo método fazem-se necessário a remoção de parte das folhas para a extração de solutos foliares e, posteriormente leituras em espectrofotômetro, tornando-o relativamente demorado, porém é o método padrão em laboratórios para a quantificação da concentração de clorofilas (NASCIMENTO, 2013).

### ***2.5 Efeito do déficit hídrico nas relações hídricas dos vegetais***

Todo processo vital das plantas é afetado pela redução do status hídrico, provocando perda da turgescência celular e, conseqüentemente, declínio na divisão e expansão celulares, prejudicando o crescimento e desenvolvimento dos vegetais, uma vez que a água atua em diversos processos metabólicos. Porém, essa redução pode ser intensificada em maior ou menor grau a depender da espécie, do estado de desenvolvimento e o período de exposição ao estresse hídrico (ALBUQUERQUE et al., 2013; SILVA et al., 2018).

Uma forma de avaliar o efeito do estresse hídrico nas relações hídricas é através da determinação do teor relativo de água na folha (TRA), sendo definido como a quantidade de água presente no tecido foliar e o máximo de água que o mesmo poderá apresentar em um dado momento (MAIA JÚNIOR, 2017). O TRA expressa o déficit existente no tecido foliar no momento da amostragem. É um método considerado de fácil quantificação e bastante confiável (MARAGHNI et al., 2011). Nesse sentido, a redução do TRA é um bom indicativo do status hídrico em plantas sob condições de seca, haja vista que mudanças abruptas na quantidade de água nas células ocasionam danos celulares que podem se tornar irreparáveis (SANTOS et al., 2019).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação do Laboratório de Tecnologia da Produção (Setor de produção de mudas), localizado no Centro de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) Campus Delza Gitaí, Rio Largo, Alagoas – AL, no período de março a julho de 2019. As plantas foram propagadas sexuadamente, utilizando-se sementes procedentes de matrizes encontradas nas imediações do CECA, as quais foram colocadas para germinar em bandejas contendo terriço vegetal coletado próximo ao local do experimento (Figura 1). Não foi aplicado nenhum método de quebra de dormência.



**Figura 1.** Sementes postas para germinar em bandejas contendo terriço vegetal. Fonte: Autor.

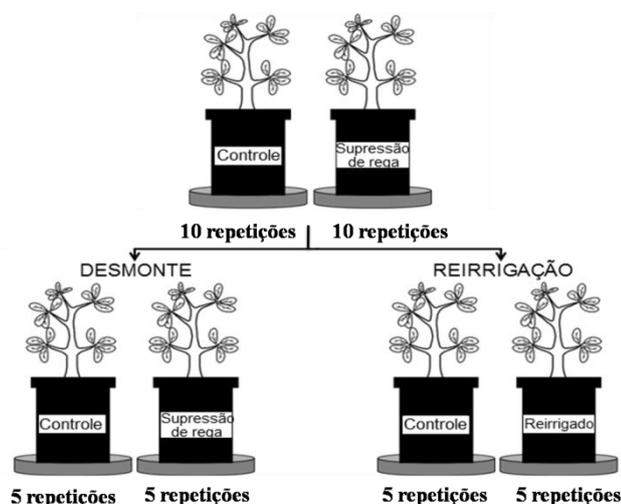
Após a emergência (Figura 2 A), as plântulas foram escolhidas quanto à fitossanidade, a altura e ao número de folhas (Figura 2 B), em seguida transplantadas para vasos de polietileno contendo 3 kg de terriço vegetal (Figura 2 C), permanecendo nesses vasos por 90 dias e posteriormente levados para casa de vegetação, onde ficaram em aclimação por uma semana antes do início do experimento.

Posteriormente ao período de aclimação se iniciaram a supressão hídrica junto com o monitoramento da fluorescência da clorofila e do índice SPAD, ambos realizados diariamente até o final do experimento.



**Figura 2.** Emergência de plântulas de *Bauhinia forficata* Link (A); avaliações biométricas para a seleção visando o transplântio (B); transplântio das mudas para vasos de 3 kg (C).  
Fonte: Autor.

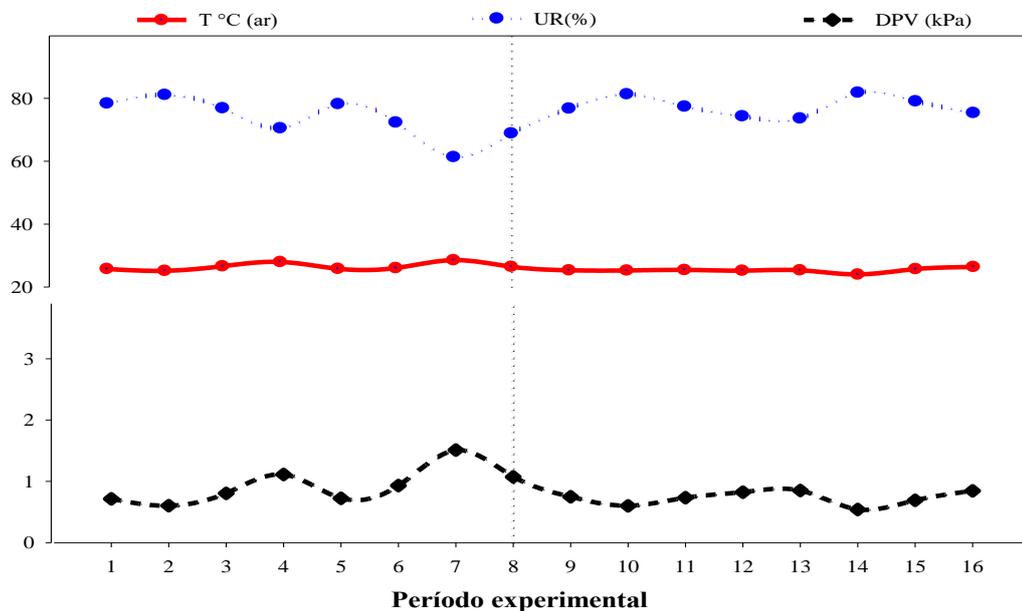
O arranjo experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial composto por três tratamentos hídricos: Controle (C – rega diária), supressão de rega (SR) e reirrigado (R) e dois períodos de avaliação: na constatação do menor rendimento quântico do PSII do tratamento SR (8º dia após a diferenciação dos tratamentos) e após a averiguação da normalidade do comportamento do PSII do tratamento R (10º dia após a diferenciação dos tratamentos), com dez repetições. Por ocasião do menor rendimento quântico do PSII, cinco repetições do tratamento C e cinco repetições do tratamento SR foram submetidas às avaliações dos parâmetros fisiológicos e posteriormente desmonte. As plantas remanescentes (cinco repetições do tratamento C e cinco repetições do tratamento SR) foram reirrigadas mantendo-se a rega até o término do experimento, no qual as plantas do tratamento SR formaram o tratamento R (Figura 3).



**Figura 3.** Esquema da coleta do experimento. Fonte: adaptado de Nascimento (2013).

### 3.1 Condições microclimáticas da casa de vegetação

O comportamento diário da temperatura do ar (Tar), umidade relativa do ar (UR) e do déficit de pressão de vapor do ar (DPV) durante o período experimental apresentou média de 25,9 °C, variando de 24 °C a 28,6 °C; média de 75,5%, variando de 61,3 a 81,9%; e média 0,83 kPa, variando de 0,54 a 1,50 kPa, respectivamente. Já o acompanhamento diário das mesmas variáveis no intervalo de hora de 11h00min até 13h00min (as análises fisiológicas foram feitas às 12h00min). Onde a Tar apresentou média de 31,6 °C, mínima de 28,6 °C e máxima de 34,3; a UR apresentou média de 52,4%, mínima de 42,2e máxima de 61,3%; já o DPV exibiu média de 2,31 kPa, variando de 1,51 a 3,13 kPa. O DPV foi calculo conforme metodologia proposta por Vianello & Alves (1991) (Figura 4).

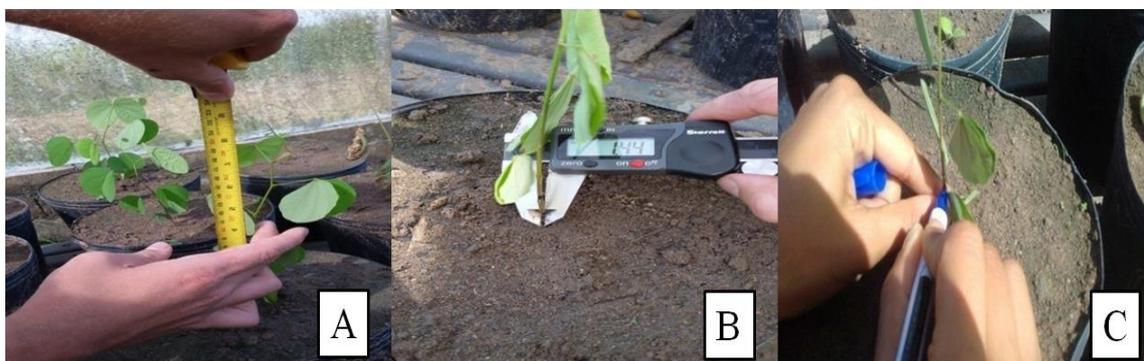


**Figura 4.** Comportamento diário das variáveis microclimáticas: Temperatura do ar (Tar), Umidade relativa do ar (UR) e o déficit de pressão de vapor (DPV), no interior da casa de vegetação. A linha pontilhada indica o momento do menor valor da razão  $F_v/F_m$ .

### 3.2 Avaliação do crescimento

No decorrer do período experimental foram mensurados semanalmente a altura da planta (cm) (Figura 5 A), o diâmetro do caule (mm) (Figura 5 B), e o número de folhas. A altura da planta (AP) foi mensurada com o auxílio de uma trena, baseando-se em uma marca permanente feita no caule a 1 cm da base do solo até a inserção da folha mais jovem (Figura 5

C). O diâmetro do caule foi aferido com um paquímetro digital de marca starrett (0,001mm), sempre na região do caule previamente marcada.



**Figura 5.** Mensuração da altura da planta (A); mensuração do diâmetro do caule (B); marca permanente feita no caule a 1 cm da base do solo (C). Fonte: Autor.

### ***3.3 Rendimento quântico máximo e efetivo (Y) do fotossistema II (PSII)***

A fluorescência da clorofila *a* foi medida através do rendimento quântico máximo do fotossistema II, obtido através da colocação de pinças especiais na terceira folha completamente expandida, onde permaneceram em adaptação ao escuro por 30 minutos, passado esse tempo, foram feitas as devidas leituras com uso do fluorômetro portátil PAM-2500 da marca Tecnal para obtenção da relação ( $F_v/F_m$ ), onde,  $F_v$  é a fluorescência variável e  $F_m$  a fluorescência máxima.

O rendimento quântico efetivo também foi medido na terceira folha completamente expandida após adaptação à luz e determinado conforme Genty et al. (1989), sendo calculado através da seguinte fórmula:  $\Delta F/F_m' = (F_m' - F) / F_m$ , onde  $F$  é a fluorescência máxima na amostra durante o ponto de saturação, e  $F_m$  a máxima fluorescência da amostra adaptada à luz.

### ***3.4 Índice SPAD e pigmentos fotossintéticos***

O método não destrutivo foi obtido através do índice SPAD (*Soil Plant Analysis Development*) (Figura 6), sendo feitas oito leituras nas mesmas folhas utilizadas na avaliação anterior, para obtenção do *SPAD folha*, e doze leituras nas folhas parte basal, mediana e apical da planta para obtenção do *SPAD total* tendo um diagnóstico mais completo de toda a planta.



**Figura 6.** Leituras feitas com uso do SPAD (*Soil Plant Analysis Development*). Fonte: autor.

A determinação dos pigmentos fotossintéticos (clorofilas *a*, *b*, carotenóides e total) foi realizada pelo método destrutivo proposto por Lichtenthaler e Buschmann (2001), retirando 0,1g do limbo foliar de folhas escolhidas ao acaso evitando as nervuras que, após serem picotadas, foram acondicionadas em tubos de ensaio revestidos por papel alumínio contendo álcool etílico (95%) para extração dos pigmentos.

As leituras foram determinadas com auxílio de um espectrofotômetro da marca Thermo scientific (Genesys 10UV scanning), sendo feitas as devidas leituras após um período de 48 h sob refrigeração, nos seguintes comprimentos de onda: 663, 645 e 480nanômetro(nm) e calculadas através das seguintes fórmulas:

$$\text{Clorofila } a(\mu\text{g.mL}^{-1})=13,36 \times A_{663} -5,19 \times A_{645}$$

$$\text{Clorofila } b(\mu\text{g.mL}^{-1})=27,43 \times A_{645}-8,12 \times A_{663}$$

$$\text{Clorofila total } (\mu\text{g.mL}^{-1})=\text{Clorofila } a+\text{Clorofila } b$$

$$\text{Carotenóides}(\mu\text{g.mL}^{-1})= \frac{(1000 \times A_{480} - 2,13 \times \text{Chla} - 97,64 \times \text{Chlb})}{209}$$

### **3.5 Teor relativo de água na folha**

Para avaliação do Teor relativo de água (TRA), foi aplicada a metodologia proposta Barrs & Weatherley (1962), sendo retirados seis discos foliares com aproximadamente 2 cm, obtidos da região central do limbo foliar, evitando a nervura central. Os discos foram pesados para a obtenção do Peso da Biomassa Fresca (PBF). Logo em seguida, foram colocados em placas de Petri contendo 5 mL de água destilada.

As placas foram mantidas sob refrigeração por 24 h, e após esse período os discos foram novamente pesados para obtenção do Peso da Biomassa Túrgida (PBT). Os discos foram levados à estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, durante 48 h até atingirem pesos constantes e pesados novamente para a obtenção do Peso da Biomassa Seca (PBS). Sendo o TRA calculado através da seguinte fórmula:

$$\text{TRA}(\%) = \frac{\text{PBF} - \text{PBS}}{\text{PBT} - \text{PBS}} * 100$$

### ***3.6 Produção e partição de biomassa seca***

Ao término do experimento, as plantas tiveram seus órgãos separados em folha (sem o pecíolo), caule e raiz, acondicionados em sacos de papel e posteriormente levados a estufa de circulação forçada de ar a 65°C até alcançar peso constante para obtenção da biomassa seca das folhas (BSF), dos caules (BSC) e das raízes (BSR). De posse destes dados foram calculadas a alocação de biomassa para as folhas (ABF), caule (ABC) e raízes (ABR) e determinada à relação raiz/parte aérea (R/Pa), aplicando-se as fórmulas propostas por Benincasa (2003):

$$\text{ABF} = \frac{\text{BSF}}{\text{BST}}, \text{ABC} = \frac{\text{BSC}}{\text{BST}}, \text{ABR} = \frac{\text{BSR}}{\text{BST}} \text{ e } \text{R/Pa} = \frac{\text{BSR}}{\text{BSF} + \text{BSC}}$$

Sendo: BSF= Biomassa Seca das Folhas; BSC= Biomassa Seca dos Caules; BSR= Biomassa Seca das Raízes; e BST= Biomassa Seca Total.

### ***3.7 Análise estatística***

Para determinar o número de folhas, as mesmas foram contadas quando completamente expandidas e transformadas em  $\sqrt{X+0,5}$  segundo Zar (1999). Os dados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância (ANAVA), para constatar possíveis efeitos dos tratamentos sobre as variáveis analisadas, e as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey (P<0,05), com auxílio do software estatístico *Sisvar* versão 5.6, (FERREIRA, 2011).

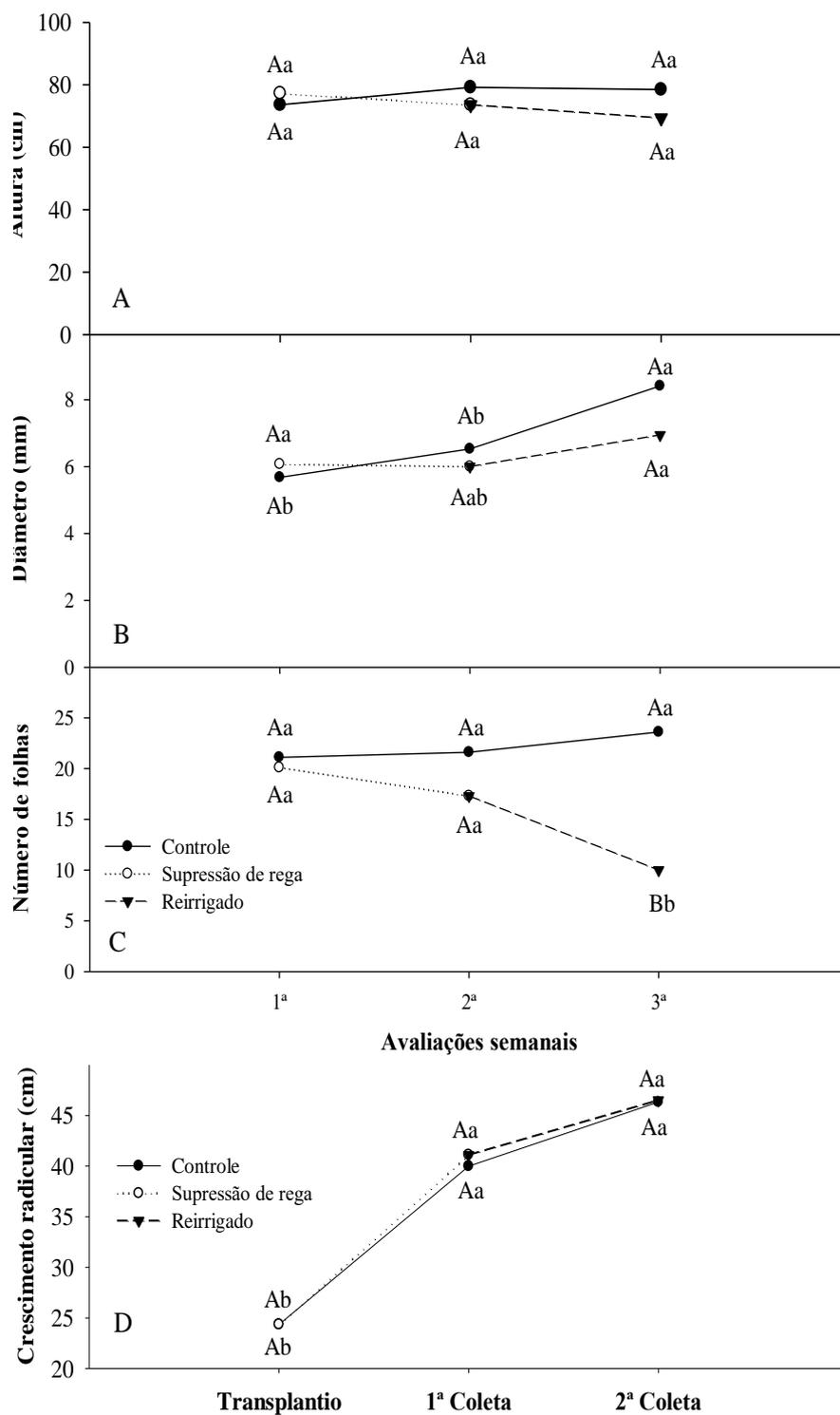
#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram evidenciadas alterações significativas na altura (Figura 7 A) e no diâmetro do caule (Figura 7 B) nas mudas submetidas aos tratamentos hídricos nas três semanas após a diferenciação. O número de folhas (Figura 7 C) tornou-se a única variável onde foi possível observar uma redução significativa na ordem de 42,37%, mesmo após a reidratação (3ª semana após a diferenciação) na comparação entre os tratamentos hídricos.

As plantas que compõe o tratamento reirrigado continuaram com o processo de abscisão foliar provocado pelo estresse hídrico, indicando que a espécie em questão utiliza desse mecanismo como estratégia morfológica na tentativa de evitar a extensa perda de água, diminuindo assim a demanda transpirativa da planta. Em plantas sob estresse hídrico, a queda das folhas está relacionada com a diminuição da turgescência celular provocada pela redução do status hídrico, afetando o crescimento celular e expansão foliar (TAIZ et al., 2017). Também foi observado um aumento no número de brotações de folhas após a reirrigação.

Souza et al. (2018), analisando o crescimento e desenvolvimento de plantas jovens de ipê-amarelo submetidas a diferentes regimes hídricos, constataram uma redução mais acentuada do número de folhas a medida que a intensidade do estresse aumentava, apontando ser uma resposta da planta para retardar a perda de água por transpiração e evitar possíveis danos oxidativos. Taiz et al. (2017), reforçaram a importância da água no crescimento vegetal, e que a baixa disponibilidade hídrica afeta o metabolismo vegetal resultando em uma menor expansão foliar, sendo evidente no menor número de folhas em ambos os trabalhos.

O crescimento radicular (Figura 7 D) foi a única variável biométrica acrescida com o estresse hídrico (comparação de cada tratamento individualmente nas respectivas coletas). Diversos estudos descrevem que o aprofundamento radicular é um atributo comum às plantas que são capazes de tolerar à seca (OLIVEIRA et al., 2010; FRANÇA et al., 2017; CUNHA et al., 2018). Esse recurso é útil, pois permite que a planta explore camadas mais profundas do solo em busca de água, possibilitando a manutenção de suas atividades fisiológicas e bioquímicas mesmo em situações adversas (NASCIMENTO, 2013).



**Figura 7.** Altura da planta (A); diâmetro do caule (B); número de folhas (C); e crescimento radicular (D) de mudas de *Bauhinia forficata* Link submetidas à supressão de rega e posterior reirrigação. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, as maiúsculas comparam os tratamentos hídricos em cada avaliação semanal e as minúsculas comparam cada tratamento ao longo do tempo nas respectivas épocas de avaliação e de coleta.

Scalon et al. (2011), estudando o efeito do estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.), evidenciaram um maior desenvolvimento radicular nas plantas cultivadas com 25% da capacidade de campo. Os autores atribuíram que essa priorização do crescimento radicular favorece a absorção de água. Segundo os mesmos autores, a continuidade desse crescimento irá depender de uma manutenção na pressão de turgor mínima, permitindo o alongamento da parede celulósica e o crescimento celular. Respostas semelhantes foram obtidas por Figueirôa et al. (2004), em seus estudos com mudas de *Myracrodruon urundeuva* submetidas a diferentes regimes hídricos.

Com a exposição ao estresse hídrico, as plantas do tratamento supressão rega reduziram de forma significativa a eficiência quântica do PSII no 8º dia após a diferenciação dos tratamentos (Figura 8 A), causando um declínio de 40,47%. Também se observou uma redução ainda mais acentuada de 43,52% do tratamento (SR), no que se refere à comparação desse tratamento individualmente até o 8º dia de avaliação.

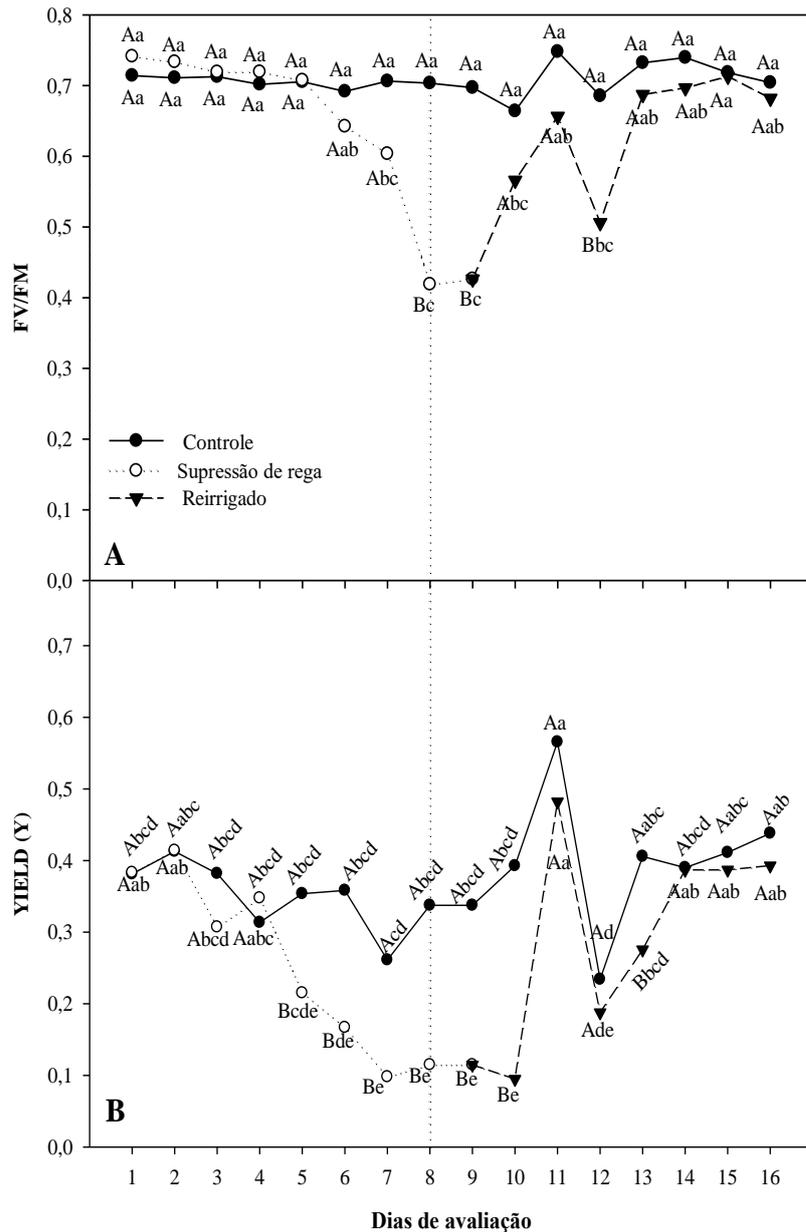
Após a reirrigação, as mesmas apresentaram uma rápida recuperação da razão  $F_v/F_m$ , necessitando de dois dias (10º dia) para se equivaler as plantas do tratamento rega diária. A queda deste índice no tratamento (R) no 12º dia é explicada por valores elevados de DPV no intervalo da amostragem (ANEXO), intensificando o efeito do estresse hídrico mesmo com a retomada da irrigação (PIMENTEL, 2004). Refletindo também na redução do rendimento quântico efetivo (Figura 8 B), nas plantas do mesmo tratamento e também no tratamento (C) para o mesmo dia.

De maneira geral, plantas que apresentam reduções da razão  $F_v/F_m$  a valores inferiores ao limite crítico de 0,7 quando submetidas a condições de seca, são indicativos de um possível efeito fotoinibitório, o que poderá ocasionar distúrbios nos centros de reações do fotossistema II, e a consequência disto é um decréscimo da eficiência fotoquímica do PSII, já que a água é doadora de elétrons para fixação de CO<sub>2</sub> atmosférico (LIU et al., 2011). No entanto, algumas espécies florestais são capazes de tolerar eventuais reduções da razão  $F_v/F_m$  em situações de seca, fazendo isso através de uma regulação foto-protetora reversível que, após a reidratação dos tecidos, as mesmas retomam rapidamente a eficiência fotoquímica do PSII a níveis ótimos (SANTOS, 2013; 2015; MOURA et al., 2016).

Campelo et al. (2015), estudando o efeito do estresse hídrico em plantas adultas de seis espécies florestais, evidenciaram que três dessas espécies mostraram-se mais adaptadas ao déficit hídrico, mantendo a razão  $F_v/F_m$  próximo a condições normais, e as outras espécies

reduziram de forma significativa esta razão. Os autores mencionaram que a taxa de recuperação das espécies menos adaptadas ao déficit hídrico se dá pelo alto potencial de brotação de novas folhas após as primeiras chuvas, o que também foi observado no presente estudo.

A curva projetada pelo rendimento quântico efetivo (Y) (Figura 8 B) mostrou-se, em parte, similar a curva da razão  $F_v/F_m$ . Em ambas variáveis, a supressão hídrica provocou redu-

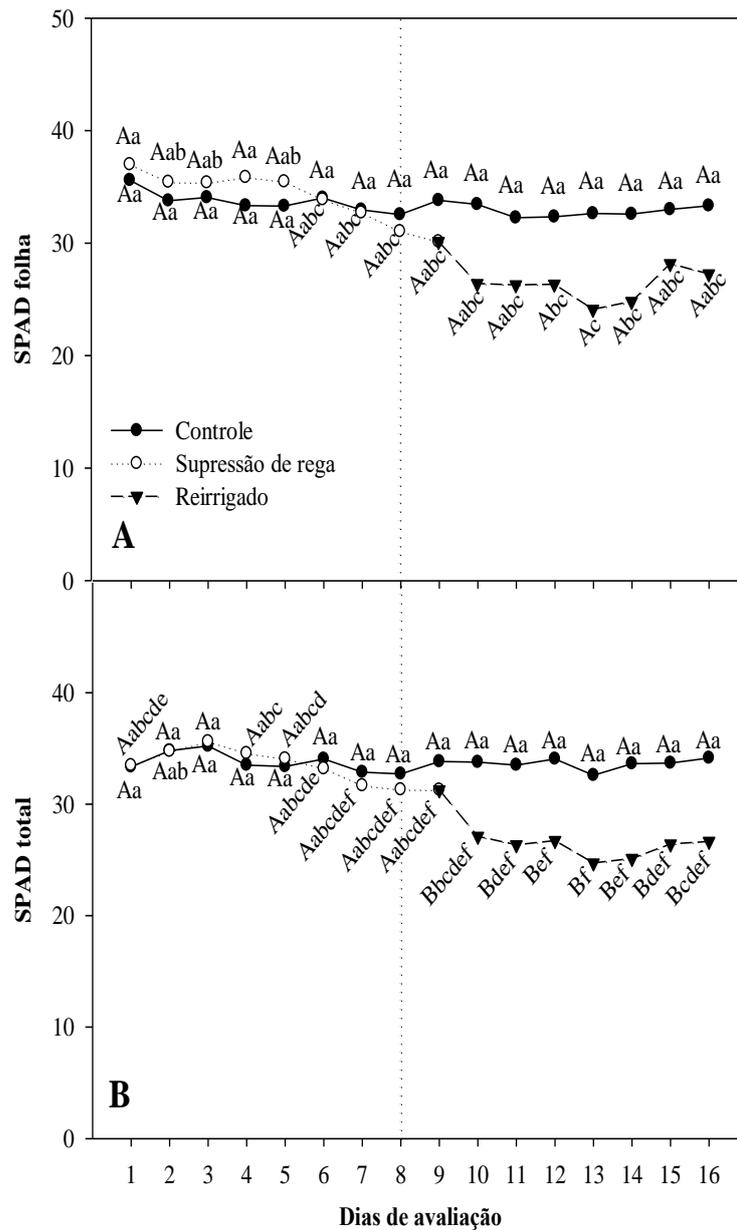


**Figura 8.** Rendimento quântico máximo ( $F_v/F_m$ ) (A); rendimento quântico efetivo (Y) (B) em mudas de *Bauhinia forficata* Link submetidas à supressão de rega e posterior reirrigação. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, as maiúsculas comparam os

tratamentos hídricos em cada dia e minúsculas comparam cada tratamento nos respectivos dias de avaliação. A linha pontilhada indica o momento da reirrigação do tratamento (SR).

ções, mostrando um menor aproveitamento da energia luminosa, haja vista que, o rendimento quântico efetivo pode ser utilizado como indicativo da fotossíntese através da fração de energia absorvida e utilizada na fase fotoquímica, obtida pela taxa de transporte de elétrons (MAIA JÚNIOR, 2017). A recuperação dessas variáveis com a retomada da irrigação pode indicar que a espécie *B. forficata* apresenta atividade foto-protetora para tornar mínimos os efeitos que o estresse hídrico causa em seu metabolismo.

O índice SPAD folha (Figura 9 A), não apresentou diferença estatística em comparação com o tratamento controle dentro de todo o período experimental, havendo diferença somente no que se refere à comparação dos tratamentos hídricos individualmente, onde foi averiguado um menor valor no 13º dia do tratamento (R). Já o índice SPAD total (Figura 9 B), o estresse imposto no experimento foi o suficiente para provocar reduções significativas entre os tratamentos hídricos a partir do 10º dia mesmo com a volta da irrigação, não sendo observada recuperação deste índice até o final do experimento.



**Figura 9.** SPAD folha (A); SPAD total (B) em mudas de *Bauhinia forficata* Link submetidas à supressão de rega e posterior reirrigação. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, as maiúsculas comparam os tratamentos hídricos em cada dia e minúsculas comparam cada tratamento nos respectivos dias de avaliação. A linha pontilhada indica o momento da reirrigação do tratamento (SR).

Tendo em vista que o SPAD total expressa melhor o teor de clorofila nas folhas, justamente por ter uma análise mais abrangente da planta. A sua redução provocada pelo estresse hídrico, e a não recuperação com a volta da irrigação, indica que houve uma maior degradação de clorofilas nas plantas sob estresse, haja vista que essa degradação ocorre dentro

de um período relativamente curto, sendo agravada pela falta de água nos tecidos foliares da planta (STREIT et al., 2005; MAIA JUNIOR, 2017). No entanto, a rota de síntese das clorofilas é extremamente prejudicada em plantas que apresentam algum estado de desidratação (STREIT et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2011), o que explica a não restauração desta variável no período experimental.

Nunes et al.(2017), estudando o efeito do déficit hídrico em mudas de *Schinus terebinthifolius* Raddi, evidenciaram reduções do índice estimado de clorofila(SPAD) com a imposição do estresse, e mesmo após irrigação, não foi observado recuperação dessa variável, estando atribuída ao menor teor relativo de água.

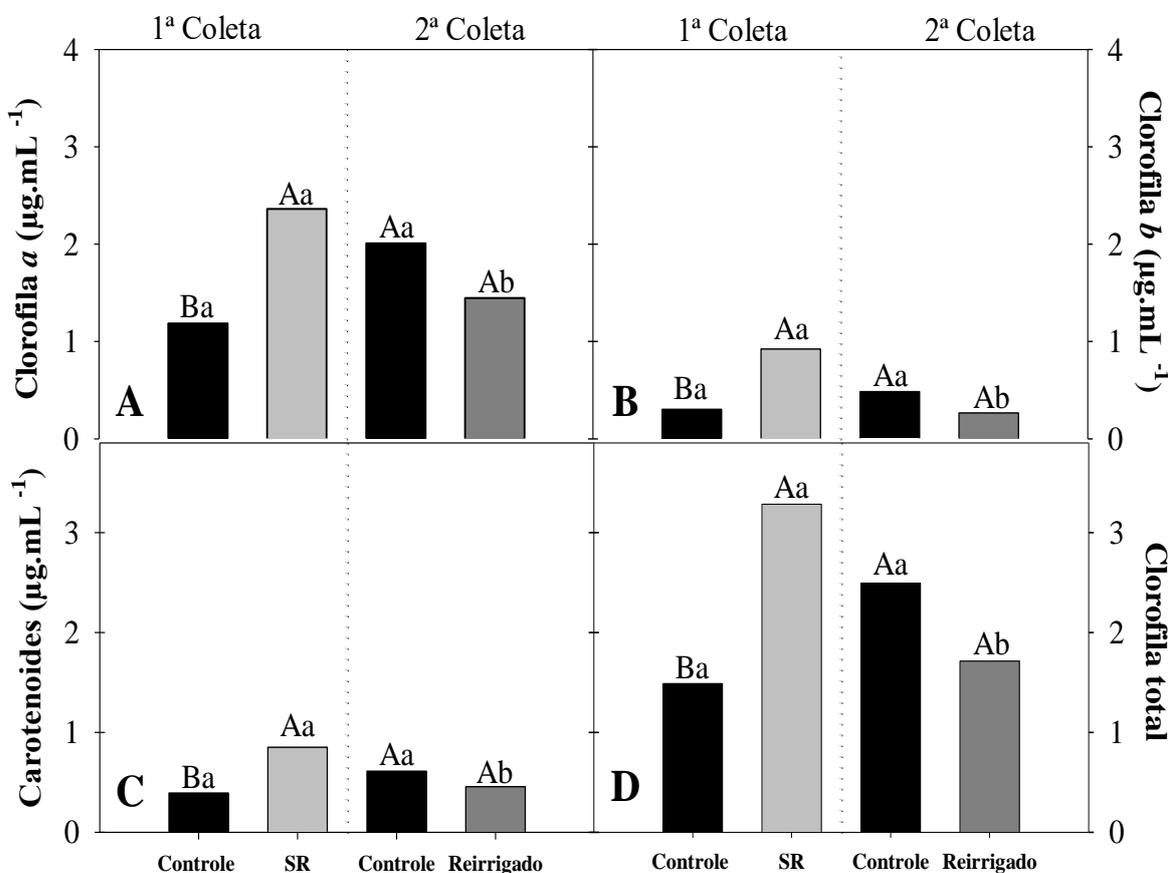
Houve um aumento significativo nos conteúdos de clorofila *a* (Figura10A), clorofila *b* (Figura10B), carotenóides (Figura10C) e clorofila total (Figura10 D), em plantas de *B. forficata* sob supressão de rega (comparação dos tratamentos hídricos na 1ª coleta). E após a reirrigação do tratamento SR, a concentração desses pigmentos tendeu a reduzir níveis significativos na 2ª coleta (comparação dos tratamentos hídricos individualmente nas respectivas coletas).

Este comportamento leva a crer que a espécie apresentou uma atividade foto-protetora, já que a produção desses pigmentos, principalmente carotenóide e a clorofila *b* em situações de estresse, ajudam a prevenir à foto-oxidação da clorofila *a*, além de contribuírem na absorção de luz e conseqüentemente no processo fotossintético (MOURA et al., 2016).Com a desidratação dos tecidos, as moléculas de clorofilas tendem a se concentrar devido a maiores contrações nas paredes celulares.Segundo Mendes et al. (2011),este hábito pode ser interpretado como uma resposta adaptativa das plantas aos diversos agentes estressantes que prejudicam seu desenvolvimento. A reirrigação promoveu uma maior distribuição dessas moléculas nas folhas, indicando uma possível recuperação da sanidade do aparato fotossintético em mudas *B. forficata*.

Diversos trabalhos constataram que certas espécies arbóreas apresentam este comportamento, constatando-se aumentos nos teores de clorofilas quando submetidas a condições adversas. Como por exemplo, Nascimento et al. (2015), estudando os efeitos da salinidade em mudas jatobá (*Hymanea courbaril* L.), evidenciaram uma manutenção dos teores das clorofilas *a* e *b*, e um acúmulo nas concentrações de carotenóides, onde os autores

associaram que esse comportamento está relacionado à proteção celular contra possíveis danos fotoxidativos.

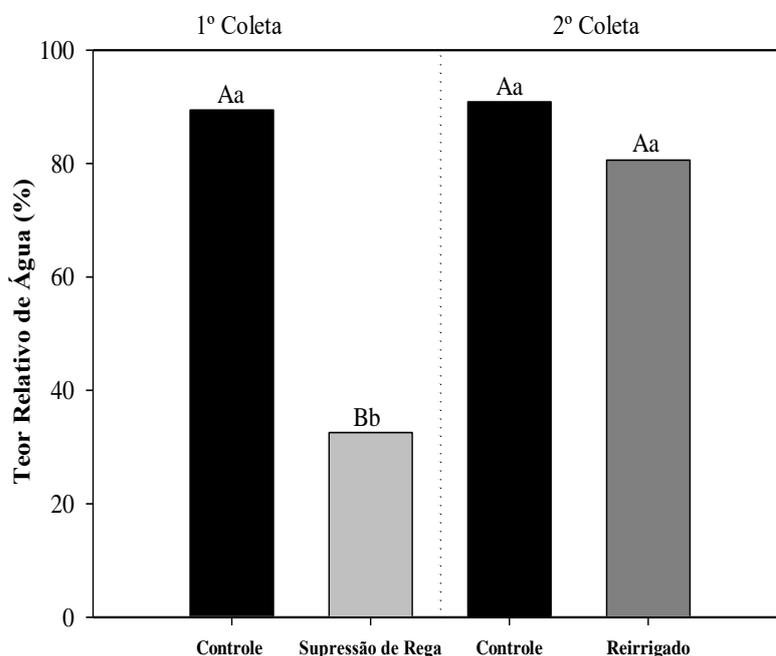
Resultados parecidos foram obtidos por Moura et al. (2016) em mudas de *Jatropha curcas* L. cultivadas sob diferentes regimes hídricos, e por Santos (2013) analisando as respostas ecofisiológicas e bioquímicas em plantas adultas de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) ao déficit hídrico. Em ambos os trabalhos, os pesquisadores também associaram que o acúmulo de pigmentos fotossintéticos em plantas sob estresse, é resultado de uma resposta foto-protetora para reduzir possíveis danos ao aparato fotossintético.



**Figura 10.** Pigmentos fotossintéticos. Clorofila a ( $\mu\text{g. mL}^{-1}$ ) (A); clorofila b ( $\mu\text{g. mL}^{-1}$ ) (B); carotenóides ( $\mu\text{g. mL}^{-1}$ ) (C); e clorofila total (D) em mudas de *Bauhinia forficata* Link submetidas à supressão de rega e posterior reirrigação. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, as maiúsculas comparam os tratamentos hídricos em cada coleta e as minúsculas comparam cada tratamento nas respectivas coletas.

Na avaliação do status hídrico, por meio do teor relativo de água, da *B. forficata* foi possível averiguar um declínio na turgescência foliar das plantas sob estresse hídrico, causando reduções na ordem de 63,4% na 1ª coleta (comparação entre os tratamentos hídricos no 8º dia, 1ª coleta). Na segunda coleta, com a volta da reirrigação, foi evidenciada uma recuperação de 59,62% (comparação dos tratamentos nas respectivas coletas) (Figura 11).

A diminuição do teor relativo de água em plantas sob estresse hídrico provoca uma série de alterações nas funções fisiológicas, alterando principalmente a integridade do aparato fotossintético que, por sua vez, irá promover reduções nos processos de produção das plantas (ANJUM et., 2016). No entanto, a capacidade da planta suportar períodos de estresse hídrico, bem como a recuperação fotossintética com a reirrigação, é uma expressão dependente de tolerância à seca que visa impedir ou minimizar reduções no crescimento e desenvolvimento das mesmas (MAIA JÚNIOR, 2017). Como observado no presente trabalho, o aumento nas concentrações de clorofilas nas plantas de *B. forficata* submetidas ao estresse hídrico, possibilitou a recuperação da turgescência foliar com a volta da irrigação. O aumento no comprimento radicular dessas mesmas plantas também pode ter contribuído para tal fato.



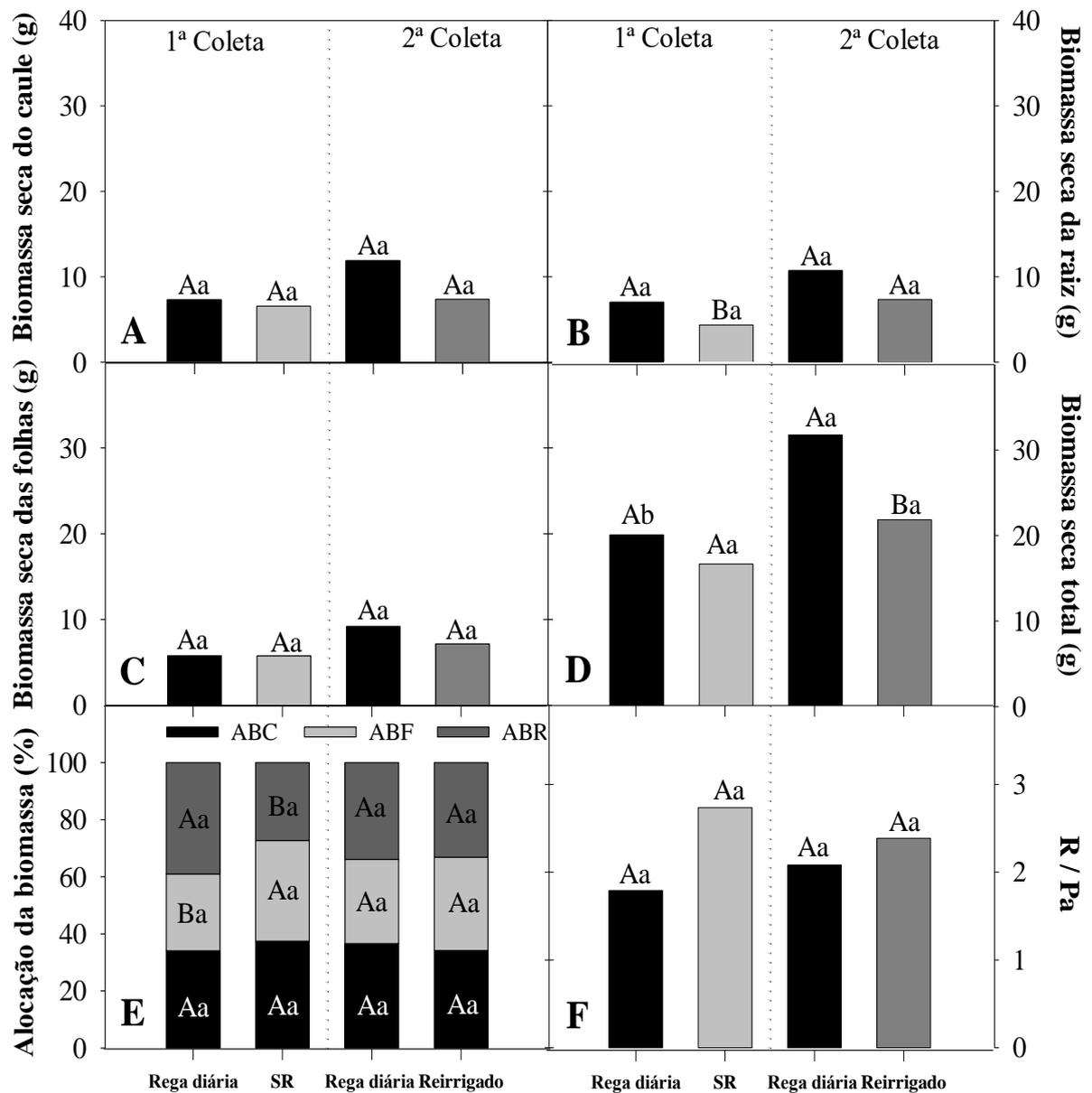
**Figura 11.** Teor relativo de água na folha (TRA) em mudas de *Bauhinia forficata* Link submetidas à supressão de rega e posterior reirrigação. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, as maiúsculas comparam os tratamentos hídricos em cada coleta e as minúsculas comparam cada tratamento nas respectivas coletas.

França et al. (2017) estudando a análise fisiológica em mudas de guanandi (*Calophyllum brasiliense* Cambess) submetidas ao déficit hídrico, também evidenciaram reduções do teor relativo de água e um aumento nos conteúdos de clorofilas nas plantas sob estresse, investindo na produção de clorofila *b* para assim assegurar uma taxa de produção mínima, mesmo com reduções no status hídrico da espécie.

Com relação à biomassa seca e a sua alocação, foi observado um decréscimo na produção da biomassa seca da raiz (Figura 12 B) e também na sua alocação (Figura 12 E), e um aumento na alocação da biomassa para folhas (Figura 12 E) nas plantas submetidas ao déficit hídrico na 1ª coleta. Para as demais variáveis não foram evidenciadas diferenças significativas em ambas as coletas, com exceção para a biomassa seca total do tratamento reirrigado (Figura 12 D), na 2ª coleta.

Apesar de ter sido constatado que o estresse hídrico não influenciou no comprimento radicular das plantas sob estresse (Figura 7 D), essas plantas obtiveram menor biomassa seca, o que indica que as raízes eram bem mais finas. Este comportamento resultou numa menor alocação de biomassa para as raízes, haja vista que essa variável tem relação direta com o peso das mesmas. Resultados semelhantes foram obtidos por Scalon et al. (2011), onde os autores verificaram um maior aporte no comprimento radicular, em contrapartida, também foi observado uma menor biomassa seca da raiz nas plantas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam) sob estresse hídrico.

Já o acréscimo na alocação de biomassa para folhas pode ser explicado pelo aumento na emissão de novas brotações, aumentando significativamente a quantidade de biomassa das folhas. A redução do número de folhas (Figura 7 C), principalmente aquelas com maiores danos advindo da seca e o aumento no número de folhas novas, são mais um indício de que a *B. forficata* buscava se adaptar ao estresse através de alterações morfológicas. Resultados parecidos foram obtidos por Oliveira et al. (2010), onde os autores evidenciaram que a recuperação de plantas de nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss) sob diferentes regimes hídricos, se dá por meio do aumento na emissão de novas folhas com a volta da irrigação.



**Figura 12.** Biomassa seca do caule (A); da raiz (B); das folhas (C); total (D); alocação da biomassa (E); e R/Pa (F) em mudas de *Bauhinia forficata* Link submetidas à supressão de rega e posterior reirrigação. Letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, as maiúsculas comparam os tratamentos hídricos em cada coleta e as minúsculas comparam cada tratamento nas respectivas coletas.

## 5. CONCLUSÕES

Após 8 dias de estresse hídrico, mudas de *Bauhinia forficata* são capazes de restabelecer seu metabolismo, comprovado pela eficiência quântica do fotossistema II ( $F_v/F_m$ ), dois dias após a retomada da irrigação;

Mudas de *Bauhinia forficata* são capazes de suportar até 8 dias sob estresse hídrico sem comprometer seu metabolismo. No entanto, as mesmas podem ser drasticamente afetadas com a prolongação da intensidade e do tempo de exposição ao estresse.

## 6. 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 à deficit hídrico e reidratação. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 48, n. 1, p. 9-16, 2013.
- ALICE, C.B.; SIQUEIRA, N.C.S.; MENTZ, L.A.; SILVA, G.A.A.B.; JOSÉ, K.F.D. **Plantas medicinais de uso popular**: Atlas Farmacognóstico. Canoas: ULBRA, 205p, 1995.
- ANJUM, S. A.; ASHRAF, U.; TANVEER, M.; KHAN, I.; HUSSAIN, S.; SHAHZAD, B.; WANG, L. Drought induced changes in growth, osmolyte accumulation and antioxidant metabolism of three maize hybrids. **Frontiers in plant science**, v. 8, n. 69, p. 1-11, 2017.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Mata Atlântica. As árvores e a paisagem**. Editora Paisagem do Sul, Porto Alegre, p. 396.2004.
- BARRS, H. D.; WEATHERLEY, P. E. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficit in leaves. **Australian Journal of Biological Science**, v. 15, p. 413-428, 1962.
- BENINCASA, M. M. P. Análise de crescimento de plantas (noções básicas). Jaboticabal: FUNEP, 41 p, 2003.
- BIANCHI, L.; GERMINO, G. H.; SILVA, M. A. Adaptação das plantas ao déficit hídrico. **Acta Iguazu**, v. 5, n. 4, p. 15-32, 2016.
- CAMPELO, D. H.; LACERDA, C. F.; SOUSA, J. A.; CORREIA, D.; BEZERRA, A. M. E.; ARAÚJO, J. D. M.; NEVES, A. L. R. Trocas gasosas e eficiência do fotossistema ii em plantas adultas de seis espécies florestais em função do suprimento de água no solo. **Revista Árvore**, 39(5), 973-983, 2015.
- CAMPOSTRINI, E. Fluorescência da clorofila a: considerações teóricas e aplicações práticas. UFNF, Rio de Janeiro, 2001.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas. v.1. 1.039 p, 2003.

- CUNHA, R. L. M.; GALVÃO, J. R.; ALVES, R. M.; GOMES, V. A.; OLIVEIRA, F. C.; FERREIRA, I. V. L. Ecofisiologia de progênie de cupuaçuzeiro submetida a déficit hídrico e reidratação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada** v.12, nº.2, p. 2500 – 2509, 2018.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FIGUEIRÔA, J. M.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 3, p. 573-580, 2004.
- 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, n. 4, p. 264-269. 2017.
- FREITAS, J. M. N.; CARVALHO, K. L.; LOBATO, A. K. S.; CASTRO, D. A.; MAIA, P. S. P.; OLIVEIRA NETO, C. F.; COSTA, R. C. L. Atividade da redutase do nitrato, conteúdo relativo de água e teores de clorofila solúveis totais em folhas de açaizeiro (*Euterpe edulis* Mart.) submetidas ao déficit hídrico e ao alagamento. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2, p. 924-926. 2007.
- FREITAS, R. S.; SILVA, E. C. respostas fisiológicas de mudas de *Aspidosperma pyrifolium* (Apocynaceae) a ciclos de suspensão de rega. **Scientia Plena**, v. 14, n. 5, p. 51– 201. 2018.
- GENTY, B.; BRIANTAIS, J. M.; BAKER, N. R. The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. **Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects**, v. 990, n. 1, p. 87-92, 1989.
- JORGE, A. P. Insulinomimetic effects of kaempferitrin on glycaemia and on <sup>14</sup>C-glucose uptake in rat soleus muscle. **Chemico Biological Interactions**, v.149, n. 2-3, p. 89-96, 2004.
- JULIANI, C. Ação hipoglicemiante da *Bauhinia forficata* Link. Novos estudos clínicos e experimentais. **Jornal dos Clínicos**, v.3, p. 93-112, 1941.
- LARCHER, W. Ecofisiologia Vegetal. CHBA.Ed. Rima, São Carlos. 531p. 2004.
- LICHTENTHALER, H.K.; BUSCHMANN, C. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**, F4.3.1-F4.3.8, 2001.

- LIU C., LIU Y., GUO K, FAN D., LI G., ZHENG Y., YU L, YANG R. Effect of drought on pigments, osmotic adjustment and antioxidant enzymes in six woody plant species in karst habitats of southwestern China. **Environmental and Experimental Botany**, 71, 174–183, 2011.
- LÓPEZ, R. E. S.; SANTOS, B. C. *Bauhinia forficata* Link (Fabaceae). **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p.161-252, 2015.
- MACHADO FILHO, J. A.; CAMPOSTRINI, E.; YAMANISHI, O. K.; FAGUNDES, G. R. Variação sazonal das trocas gasosas em folhas de mamoeiro cultivado em condições de campo. **Bragantia**, v. 65, n. 2, p. 185-196, 2006.
- MAIA JÚNIOR, Sebastião de Oliveira. **Tolerância de cultivares de cana-de-açúcar ao déficit hídrico: relações hídricas, trocas gasosas, fluorescência da clorofila e metabolismo antioxidante**. Tese (Doutorado em Agronomia). Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, p. 168. 2017.
- MARAGHNI, M.; GORAI, M.; NEFFATI, M. The influence of water-deficit stress on growth, water relations and solute accumulation in wild jujube (*Ziziphus lotus*). **Journal of Ornamental and horticultural Plants**, 1(2): 63-72 p. 2011.
- MELO JÚNIOR, J. C. F.; GONÇALVES, T. M.; JARDIM, R. I. L. Adaptações estruturais e potencial plástico de *Schinus terebinthifolia* Raddi.(Anacardiaceae) em diferentes formações de restinga. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 06, p. 2218-2238, 2019.
- MENDES, B. S. D. S.; WILLADINO, L.; CUNHA, P. C.; OLIVEIRA FILHO, R. A.; CAMARA, T. R. Mecanismo fisiológicos e bioquímicos do abacaxi ornamental sob estresse salino. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 3, p. 71-77, 2011.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. RENISUS – Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS. Espécies vegetais. Disponível em: <<http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/RENISUS.pdf>. 2009>. Acesso em: 23 de dezembro de 2019.
- MOURA, A. R. D.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA, J. A. A. D.; LIMA, T. V. D. Relações hídricas e solutos orgânicos em plantas jovens de *Jatropha curcas* L. sob diferentes regimes hídricos. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 2, p. 345-354, 2016.

- NASCIMENTO, H. H. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA, E. C.; SILVA, M. A. Análise do crescimento de mudas de Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água do solo. **Revista Árvore**. Viçosa –MG. v.35, n.3, Edição Especial, p.617-626, 2011.
- NASCIMENTO, H. H. C.; SANTOS, C. A. D.; FREIRE, C. S.; SILVA, M. A. D.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Ajustamento osmótico em mudas de jatobá submetidas à salinidade em meio hidropônico. **Revista Árvore**, v. 39, n. 4, p. 641-653, 2015.
- NASCIMENTO, Hugo Henrique Costa do. **Mecanismos fisiológicos e bioquímicos em mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.), sob condições adversas**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, p. 162. 2013.
- NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B.; OYA, T. Tolerância à seca em plantas: mecanismos fisiológicos e moleculares. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v. 23, p. 12 18, 2001.
- NOGUEIRA, A. C. O.; SABINO, C. V. S. Revisão do gênero *Bauhinia* abordando aspectos científicos das espécies *Bauhinia forficata* Link e *Bauhinia variegata* de interesse para a indústria farmacêutica. **Fitosociologia** 7(2):77–84. 2012.
- NUNES, D. P.; SCALON, S. DE P. Q.; DRESCH, D. M.; GORDIN, C. R. B. Photosynthetic and enzymatic metabolism of *Schinus terebinthifolius* Raddi. Seedlings under water deficit. **Ciência e Agrotecnologia** (Online), v. 41, p. 676-682, 2017.
- OLIVEIRA M. M.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; AZEVEDO NETO, A. D.; SANTOS, M. G. Crescimento de plantas jovens de nim-indiano (*Azadirachta indica* A. Juss.-Meliaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 771-779. 2010.
- OLIVEIRA, Renata Ramayane Torquato. Estresse hídrico e salino na germinação e crescimento inicial de plântulas de *Bauhinia forficata* LINK. 2018. 31 f. Trabalho de conclusão de curso – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.
- PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica, Rio de Janeiro EDUR, 192 p. 2004.

PIZZOLATTI, M.G.; CUNHA, J.R.; SZPOGANICZ, B.; SOUSA, E. 2003. Flavonoides glicosilados das folhas e flores de *Bauhinia forficata* (Leguminosae). **Química Nova**, v. 26, p. 466-469, 2003.

SANTOS, Livia Maria de Jesus. **Respostas ecofisiológicas e bioquímicas ao déficit hídrico em *Ziziphus joazeiro* Mart. Em duas eco-regiões do Estado de Sergipe Agreste e Sertão.** Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação). Universidade Federal de Sergipe. Sergipe, p. 63. 2013.

SANTOS, Mayana Matos de Oliveira. **Aspectos morfoanatômicos e fisiológicos de plantas jovens de amburana (*Amburana cearensis* (Fr. All.) A. C. Smith) e umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.).** Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais). Departamento de Recursos Genéticos Vegetais da Universidade Estadual de Feira de Santana. Bahia, p. 90. 2015.

SANTOS, R. K. A.; CAIRO, P. A. R.; BARBOSA, R. P.; LACERDA, J. J.; NETO, C. S. M.; MACEDO, T. H. J. Respostas fisiológicas de plantas jovens de *Eucalyptus urophylla* tratadas com bioestimulante sob déficit hídrico. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 3, p. 1072-1081, 2019.

SCALON, S. P, Q.; MUSSURY, R. M.; EUZÉBIO, V. L. M.; KODAMA, F. M.; KISSMANN, C. Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, v. 21, n. 4, p. 655-662, 2011.

SILVA, E. C. A.; LUCENA, P. G. C.; NASCIMENTO, R. M.; SANTOS, C. B.; ARAÚJO, R. P. S.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Mecanismos bioquímicos em *Moringa oleifera* lam. para tolerância à salinidade. **Acta Iguazu**, v. 6, n. 4, p. 54-71. 2017.

SILVA, K. L.; CECHINEL FILHO, V. Plants of the genus *Bauhinia*: chemical composition and pharmacological potential. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n.3, p. 449-454, 2002.

SOUZA, N. S.; CONCEIÇÃO, H. E. O.; SILVA, M. K. F.; OLIVEIRA, L. J. D. S.; MELLO, W. J.; MAIA, S.; FILHO, M. S. Crescimento e desenvolvimento de plantas jovens de ipê-amarelo submetidas a diferentes regimes hídricos. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, 12(7), 3108-3117, 2018.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W.; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas. **Ciência Rural**, v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 888 p. 2017.

TURKAN, I. **Plant Responses to Drought and Salinity Stress: Developments in Post-Genomic Era**. In *Advances in Botanical Research*. Vol. 57. Elsevier, p. 593. 2011.

TURNER, N. C. Adaptation to water deficits: A changing perspective. **Australian Journal of Plant Physiology**. 13: 175-190. 1986.

VAZ, A. M. S. F., TOZZI, A. M. G. A. Synopsis of *Bauhinia* sect. *Pauletia* (Cav.)DC. (Leguminosae: Caesalpinioideae: Cercideae) in Brazil. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 477-491, 2005.

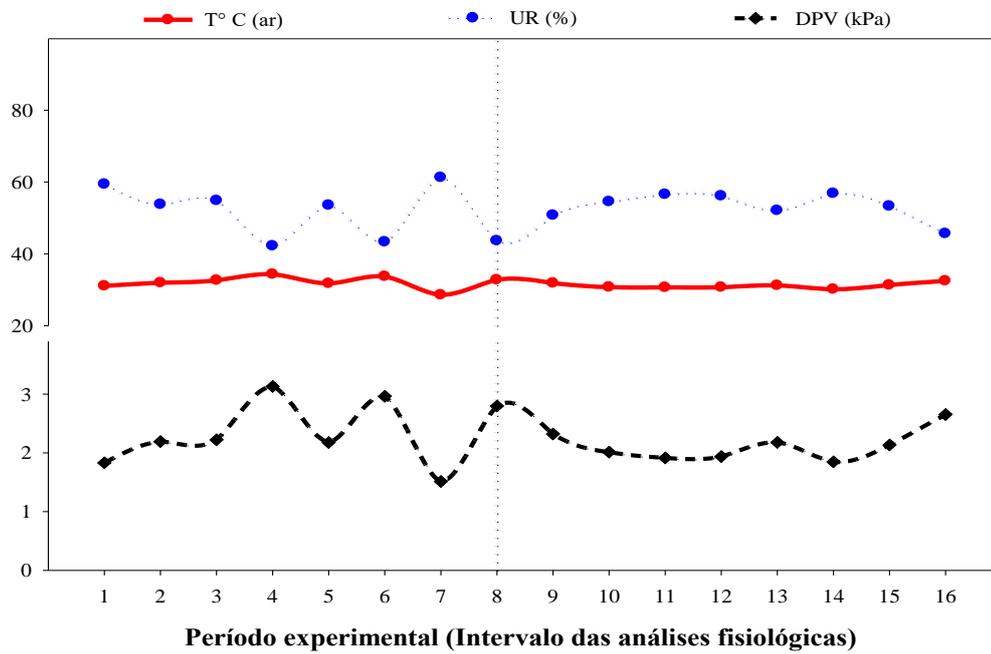
VAZ, A.M.S.F. *Bauhinia* in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB82666>>. Acesso em: 22 Dez. 2019.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária, 433-34 p. 1991.

XU, Z; ZHOU, G; SHIMIZU, H. Plant responses to drought and rewatering. **Plant Signaling e Behavior**, v. 5, n. 6, p. 649-654, 2010.

ZAR, JERROLD H. **Biostatistical analysis**. London: Prentice-Hall, 1999.

## ANEXO:



**Figura 13.** Comportamento diário das variáveis microclimáticas: Temperatura do ar (Tar), Umidade relativa do ar (UR) e o déficit de pressão de vapor (DPV), no interior da casa de vegetação no intervalo entre 11h00min às 13h00min. A linha pontilhada indica o momento do menor valor da razão  $F_v/F_m$ .