

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS ARAPIRACA
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO AGRICULTURA E AMBIENTE**

KARLA CAROLINA DA SILVA NICÁCIO

**ECOFISIOLOGIA E MORFOANATOMIA DE BAUHINIA VARIEGATA (LINN)
E ENTEROLOBIUM CONTORTISILIQUM (VELL)**

**ARAPIRACA
2014**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS ARAPIRACA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AGRICULTURA E AMBIENTE

KARLA CAROLINA DA SILVA NICÁCIO

Ecofisiologia e Morfoanatomia de *Bauhinia variegata* (Linn) e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell)

Arapiraca
2014

KARLA CAROLINA DA SILVA NICÁCIO

Ecofisiologia e Morfoanatomia de *Bauhinia variegata* (Linn) e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell)

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente da Universidade Federal de Alagoas - UFAL como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Agronomia.

Orientador:

Prof. Dr. José Vieira Silva

Coorientador:

Prof. Dr. Jessé Marques da Silva Júnior

Arapiraca
2014

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecário: Valter dos Santos Andrade

N582e Nicácio, Karla Carolina da Silva.
Ecofisiologia e morfoanatomia de *Bauhinia variegata* (Linn) e *Esterolobium contortisiliquum* (Vell) / Karla Carolina da Silva Nicácio. – 2014.
79 f. : il.

Orientador: José Vieira Silva.

Coorientador: Jessé Marques da Silva Junior.

Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente) – Universidade Federal de Alagoas. Campus Arapiraca. Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente. Arapiraca, 2014.

Inclui bibliografia.

1. Pata-de-vaca. 2. Tamboril. 3. Morfologia vegetal. 4. Anatomia vegetal.
5. Ecofisiologia vegetal. I. Título.

CDU: 631:581.4

Ecofisiologia e Morfoanatomia de *Bauhinia variegata* (Linn) e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell)

KARLA CAROLINA DA SILVA NICÁCIO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente da Universidade Federal de Alagoas como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Agricultura e Ambiente.

APROVADO EM: ___/___/___

BANCA AVALIADORA



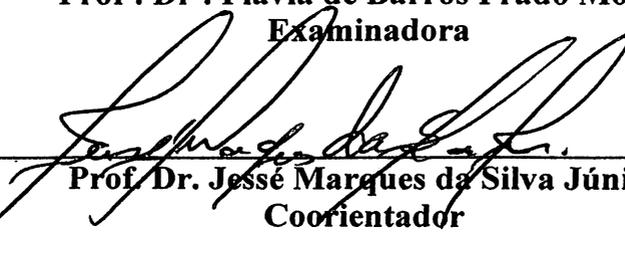
Prof. Dr. José Vieira Silva – UFAL/Campus Arapiraca
Orientador



Prof. Dr. Hugo Henrique Costa do Nascimento
Examinador



Prof. Dr. Flávia de Barros Prado Moura
Examinadora



Prof. Dr. Jessé Marques da Silva Júnior
Coorientador

Arapiraca, AL
2014

Dedico,
À minha mãe, Wilma,
Ao meu esposo Wesley,
pelo apoio e compreensão.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por dar saúde, disposição e sabedoria.

Aos meus pais Wilma e Luziel, pelo sustento e luta pela minha educação, me apoiando e incentivando constantemente com dicas e conselhos. Aos meus avós, Manoel Benedito e Maria de Lourdes, pela acolhida e pelo amor que a mim foi ofertado.

Ao Wesley, meu esposo e melhor amigo, pela sua fortaleza na distância, pelo apoio incondicional, pela paciência, compreensão e pelo amor que me deu nas horas em que eu mais precisei. Um agradecimento especial para sua querida família.

Aos meus irmãos Wildson e Leandro que me apoiaram em todos os momentos. Ao meu sobrinho Guilherme, que me fez conhecer um outro lado do amor. Aos meus cunhados Karolyne, Tatiane, Felipe e Junior, pela torcida pela minha formação.

Ao meu orientador Prof. Dr. José Vieira Silva, pela força e orientação e ao Coorientador Prof Dr. Jessé Marques da Silva Júnior pela dedicação, paciência, força, orientações e auxílios dedicados sem medir esforços.

À todos os professores do programa de pós graduação que sempre colaboraram com a formação educacional digna e de qualidade.

À Universidade Federal de Alagoas e ao Programa de Pós-Graduação Strito Sensu Mestrado em Agricultura e Ambiente, pela possibilidade da realização deste curso.

À FAPEAL (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Alagoas) e ao Centro de Referências em Recuperação em Áreas Degradadas (CRAD), pelo financiamento e apoio a minha pesquisa.

Aos colegas do Laboratório de Fisiologia Vegetal (LABFIVE) pelas discussões, pelas dicas e a troca de experiência, em especial ao Lennon, Saymon, Jonatas e Keilla, pela força na realização dos experimentos.

Aos colegas do programa de pós-graduação pelas convivência durante todo o mestrado que fortaleceu laços de amizade, tornando os dias mais agradáveis, compartilhando experiência, carinho e respeito.

RESUMO

A variação na intensidade do regime de chuvas em Alagoas faz com que o Estado seja caracterizado pela presença de três mesorregiões: litoral, agreste e sertão. De maneira geral, a distribuição de chuvas define o tipo de vegetação, a diversidade de espécies e suas taxas de sobrevivência e de reprodução. Nas áreas sujeitas ao intenso processo de antropização, estes indicadores são afetados negativamente, levando à degradação ambiental acentuada, tornando-as improdutivas, abandonadas e susceptíveis à desertificação. O presente trabalho tem por objetivo estudar a ecofisiologia e morfoanatomia de *Bauhinia variegata* (Linn.) e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.). As sementes das espécies em estudo foram colhidas e beneficiadas no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Universidade Federal de Alagoas – Campus Arapiraca. Foram estudadas as fases de germinação, em BOD, emergência, em casa de vegetação, estabelecimento e rustificação das mudas. Na germinação e emergência foram estudados os métodos para superação da dormência das sementes, o índice de velocidade de germinação e emergência, a porcentagem de germinação e emergência e o tempo médio de germinação e emergência. No estabelecimento das mudas, as plântulas foram transplantadas para vasos e submetidas aos tratamentos com presença ou ausência de hidrogel, aos regimes de irrigação de dois e quatro dias e cindo épocas de avaliações. Foram verificadas a altura da planta, diâmetro do caule, massa seca da folha, massa seca do caule, massa seca da raiz, massa seca total, área foliar e índice de qualidade de Dickson, além de analisadas as taxas de crescimento (Taxa de crescimento absoluto (TCR), Taxa aximilatória líquida (TAL), Taxa de crescimento absoluto (TCA) e Razão de área foliar (RAF)). Na fase de rustificação, foi avaliado o condicionamento foliar à condição de sol pleno, onde foram quantificadas as variações nos teores de carotenoides e clorofilas por métodos não destrutivos, através do índice SPAD e pelo método destrutivo, pela técnica de espectrofotometria. Por fim, foram realizados estudos anatômicos através de secções transversais do limbo foliar. O maior percentual de germinação para a *Bauhinia variegata* foi observado pelos métodos pré-germinativos, escarificação mecânica com lixa e química com ácido sulfúrico concentrado por 5, 10 e 15 minutos. E para emergência o melhor tratamento é imersão no ácido sulfúrico por 15 minutos. Para *Enterolobium contortisiliquum* melhores percentuais de germinação e emergência foram obtidos com a escarificação mecânica com lixa e química com ácido sulfúrico concentrado por 10 e 15 minutos. A espécie *Bauhinia variegata* obteve maior desenvolvimento vegetal durante a produção de mudas, quando submetidas ao uso do hidrogel e um regime de irrigação de dois dias. *Bauhinia variegata*, quando submetidas a diferentes intensidades luminosas, demonstrou plasticidade fenotípica e elevada capacidade de aclimação.

Palavras chave: Pata-de-vaca. Tamboril. Hidrogel. Anatomia vegetal. IDQ. Clorofila.

OVERVIEW

Variation in rainfall intensity in the state of Alagoas divides it into three mesoregions: coastal, Agreste and Sertão. In general, the distribution of rainfall defines vegetation type, species diversity and their survival and reproduction rates. In areas subjected to intense process of human impact, these indicators are negatively affected, leading to severe environmental degradation, making them unproductive, abandoned and susceptible to desertification. This paper aims to study the ecophysiology and morphoanatomy of *Bauhinia variegata* (Linn.) and *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.). Seeds were collected and processed at the Plant Physiology Laboratory of the Federal University of Alagoas - Campus Arapiraca. Germination was studied in BOD, emergence, in a greenhouse, establishment and seedling hardening. In germination and emergence, it was studied methods to overcome seeds dormancy, speed index of germination and emergence, percentage of germination and emergence, and the average time for germination and emergence. Seedlings were transplanted to pots and subjected to treatments with presence or absence of hydrogel, under irrigation schemes of two and four days, and five evaluation periods. The following characters were evaluated: plant height, stem diameter, leaf dry weight, stem dry weight, root dry weight, total dry weight, leaf area, and Dickson Quality Index. Moreover, growth rates were analyzed (relative growth ratio (RGR), net assimilation ratio (NAR), absolute growth ratio (AGR), and leaf area ratio (LAR)). Leaf conditioning was evaluated in the hardening phase after being exposed to full sunlight condition, where it was quantified variations in carotenoid and chlorophyll contents by non-destructive methods (through the SPAD index), and by destructive method (through spectrophotometry technique). Finally, anatomical studies were carried out through leaf blade cross-sections. The highest percentage of germination for *Bauhinia variegata* was observed by pre-germination methods, mechanical scarification with sandpaper, and chemistry with concentrated sulfuric acid immersion for 5, 10 and 15 minutes. And for emergence, the best treatment is immersion in sulfuric acid for 15 minutes. For *Enterolobium contortisiliquum*, the best germination and emergence percentages were obtained with mechanical scarification with sandpaper, and chemistry with concentrated sulfuric acid immersion for 10 to 15 minutes. *Bauhinia variegata* had higher plant development during seedling production, when subjected to the use of hydrogel, and a two-day irrigation scheme. *Bauhinia variegata*, when subjected to different light intensities, showed phenotypic plasticity and high acclimation capacity.

Keywords: *Bauhinia variegata*. *Enterolobium contortisiliquum*. Hydrogel. Plant anatomy. DQI. Chlorophyll

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 2

- Figura 1 - Altura da planta (AP) (a), diâmetro do caule (DC) (b), massa seca do caule (MSC) (d), massa seca da folha (MSF) (e), massa seca total (MST) (f) e área foliar (g) de mudas de *Bauhinia variegata* submetidas a diferentes intervalos de irrigação e em diferentes épocas de coletas após o transplante..... 54
- Figura 2 - Altura da planta (AP) (a), massa seca da folha (MSF) (b), massa seca total (MST) (c) e área foliar (d) de mudas de *Bauhinia variegata* submetidas à presença ou ausência de hidrogel e em diferentes épocas de coletas após o transplante..... 56
- Figura 3 - Diâmetro do caule (DC) (a), massa seca da folha (MSF) (b) de mudas de *Bauhinia variegata* submetidas a diferentes intervalos de irrigação e a presença ou ausência de hidrogel..... 57
- Figura 4 - Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) (a), Razão de Área Foliar (RAF) (b), Taxa Assimilatória Líquida (TAL) (c), Taxa de Crescimento Relativo (TCR) (d), de mudas de *Bauhinia variegata* em função do intervalo de irrigação e condicionador de solo em diferentes épocas de coleta após o transplante..... 59

ARTIGO 3

- Figura 1 - Preparação dos extratos para determinação dos pigmentos fotossintetizantes e fotoprotetores..... 68
- Figura 2 - Preparação das lâminas para análises anatômicas dos cortes histológicos..... 70
- Figura 3 - Valores médios do índice SPAD verificado em folhas de *Bauhinia variegata* submetidas a diferentes condições de luminosidade..... 71
- Figura 4 - Efeito da exposição direta a condições de pleno sol em mudas de *Bauhinia variegata*..... 72
- Figura 5 - Fotomicrografias de secções transversais de folhas de *Bauhinia variegata* submetidas a diferentes condições de luminosidade..... 76

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

- Tabela 1 - Resumo da análise de variância dos dados de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME), obtidos em sementes de *Bauhinia variegata* e *Enterolobium contortisiliquum* submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos..... 39
- Tabela 2 - Percentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), percentagem de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) - em dias - de sementes de *Bauhinia variegata* submetidas a diferentes tratamentos para superação de dormência..... 40
- Tabela 3 - Percentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), percentagem de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) - em dias - de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* submetidas a diferentes tratamentos para superação de dormência..... 42

ARTIGO 2

- Tabela 1 - Análises de variâncias referentes aos dados de produção de altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e área foliar (AF) de mudas de *Bauhinia variegata*..... 53
- Tabela 2 - Análises de variâncias referentes aos dados de produção de massa seca da raiz (MSR), massa seca do caule (MSC), massa seca da folha (MSF) e massa seca total (MST) em mudas de *Bauhinia variegata*..... 53
- Tabela 3 - Índice de Qualidade Dickson (IQD) aplicado à mudas de *Bauhinia variegata*..... 58

ARTIGO 3

- Tabela 1 - Concentrações de clorofila "a", "b", a/b, total e carotenoides de folhas de mudas de *Bauhinia variegata* submetidas a diferentes condições de luminosidade..... 73
- Tabela 2 - Espessura do limbo e tecidos foliares de *Bauhinia variegata* submetidas a diferentes condições de luminosidade..... 75
- Tabela 3 - Espessura da nervura central de *Bauhinia variegata* submetidas a diferentes condições de luminosidade 77

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Estudos Ecofisiológicos.....	14
2.1.1 Germinação	14
2.1.2 Análise de crescimento.....	15
2.1.3 Estresse hídrico	17
2.1.4 Condicionadores do solo	18
2.1.5 Luz.....	19
2.2 Pata-de-vaca	20
2.2.1 Caracterização da espécie.....	20
2.2.2 Distribuição e importância da espécie	21
2.3 Tamboril	21
2.3.1 Caracterização da espécie.....	21
2.3.2 Distribuição e importância da espécie	22
2.4 Recuperação de áreas degradadas: um caso particular do Tamboril	23
REFERÊNCIAS	24
ARTIGO 1 - GERMINAÇÃO E EMERGÊNCIA DE <i>Bauhinia variegata</i> (Linn.) (Pata-de-vaca) E <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong (Tamboril).....	32
RESUMO	32
1 INTRODUÇÃO	34
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
2.1 Local do Experimento.....	36
2.2 Teste de Germinação e Emergência.....	36
3 RESULTADO E DISCUSSÃO	38
3.1 Teste de Germinação e Emergência.....	38
4 CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS	43
ARTIGO 2 - DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE <i>Bauhinia variegata</i> (Linn.) SUBMETIDAS A CONDICIONADORES DE SOLO E DIFERENTES MANEJOS HÍDRICOS.....	46

RESUMO	46
1 INTRODUÇÃO	48
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	49
2.1 Condicionador de Solo, Intervalos de Irrigação e Épocas de coleta.....	49
2.2 Análise de Crescimento em casa de vegetação	50
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	52
3.1 Análise de Crescimento	52
4 CONCLUSÕES	61
REFERÊNCIAS	61
ARTIGO 3 - PLASTICIDADE MORFOANATÔMICA E ANÁLISES DE MOLÉCULAS DE CLOROFILA E CAROTENÓIDES EM <i>Bauhinia variegata</i> (Linn.) SUBMETIDAS A DIFERENTES CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE.....	64
RESUMO	64
1 INTRODUÇÃO	65
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	67
2.1 Índice SPAD.....	67
2.2 Doseamento dos pigmentos fotossintéticos e fotoprotetores	68
2.3 Anatomia foliar	69
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
3.1 Índice SPAD.....	70
3.2 Doseamento dos pigmentos fotossintéticos e fotoprotetores	72
3.3 Anatomia Foliar	74
4 CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS	77

1. INTRODUÇÃO GERAL

A pata-de-vaca (*Bauhinia variegata*) é uma Fabaceae arbórea aculeada, produtora de lenha de alto poder calorífico e de folhas, ramos finos e frutos consumidos pelos animais de criação. É uma planta pioneira, de rápido crescimento e largamente utilizada na medicina popular como hipoglicemiante, diurético e antiinflamatório. A árvore é de porte médio, caducifolia e apresenta flores com coloração variegada. As árvores do Gênero *Bauhinia* distribuem-se pela zona tropical do mundo inteiro e podem ser utilizadas como planta forrageira, ornamental, papel e celulose, madeira serrada e roliça e plantio de proteção.

O tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) uma Fabaceae lenhosa colonizadora de sítios inóspitos da Caatinga, cujas folhas secas, ricas em proteína e sementes constituem forragem muito apreciada pelos animais. Está distribuída no país, desde a região Amazônica até o Rio Grande do Sul, com predominância nas florestas latifoliadas na bacia do rio Paraná. Possui um rápido crescimento e por isto é bastante recomendada o plantio de suas mudas em áreas degradadas. Seu fruto é uma vagem e apresenta sementes com impermeabilidade do tegumento à água que garante o mecanismo de manutenção de baixos teores de água no interior da semente.

No processo de produção de mudas é necessário o desenvolvimento de tecnologias que potencialize a produção. Para isto, a escolha dos métodos de colheita, beneficiamento e armazenamento de sementes, estudos sobre mecanismos de dormência e germinação de sementes, embalagens, substrato e manejo de mudas são de grande importância para produção de mudas de qualidade. O desenvolvimento destas técnicas é complexo devido à grande diversidade dentro e entre as espécies, aliada à pouca informação científica existente sobre este assunto (VÁSQUEZ-YANES e OROZCO-SEGOVIA 1993; DAVIDE, FARIA e BOTELHO, 1995). Assim, o sucesso desses plantios é dependente, entre outros fatores, do conhecimento do comportamento das sementes e da produção de mudas que sejam capazes de resistirem às condições adversas do meio (SANTOS et al., 2008).

Alguns fatores podem comprometer a produção de mudas de boa qualidade, tais como, a escolha da semente, do substrato e do adubo utilizado, pois estes contribuem para melhor desenvolvimento e sanidade da muda (YAMANISHI, 2004). Na técnica de produção de mudas têm sido utilizados materiais orgânicos para a formulação de substratos. Para isto, há a necessidade de determinar quais são as misturas mais adequadas para o melhor desenvolvimento de cada espécie, que forneça os nutrientes e propriedades físicas mais

adequadas, como a retenção de água, aeração, facilidade para penetração nas raízes, etc. (GUIMARÃES et al., 2006). Segundo Neves, Silva e Duarte (2010), o substrato ideal para o produtor precisa ser de baixo custo, de fácil acesso e abundante, no entanto raramente isso é possível, caracterizando uso de geralmente se utilizar resíduos industriais. Esta prática agrícola de caráter sustentável busca minimizar o impacto ambiental que seria provocado pela disposição destes resíduos de forma inadequada na natureza, provocando a poluição do meio ambiente.

Outros fatores externos como, condições favoráveis de luz, temperatura, oxigênio e disponibilidade de água também interferem na germinação e conseqüentemente na produção de mudas (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Mas, nem sempre essas condições adequadas são encontradas em zonas áridas e semiáridas, onde a evaporação é superior à precipitação.

Um dos fatores que dificultam a produção de mudas de pata-de-vaca e tamboril é a presença de dormência das sementes, impedindo a sua germinação. Embora a dormência seja vantajosa para aumentar as chances de sobrevivência da espécie na natureza, este fenômeno pode se tornar um problema quando se pretende produzir mudas em viveiro, em razão do atraso e desuniformidade na germinação das sementes (MARANHO e PAIVA, 2012) e conseqüentemente a diferença no crescimento da muda.

O crescimento é avaliado através da análise de crescimento e, a partir dos dados coletados, pode-se inferir fisiologicamente, estimando de forma bastante precisa, as causas de variações de crescimento entre as plantas geneticamente diferentes ou entre plantas semelhantes crescendo em ambientes diferentes (LARCHER, 2000).

O conhecimento sobre manejo e análise de sementes da maioria das espécies florestais, bem como a análise de crescimento e o comportamento morfofisiológico da muda em diferentes ambientes ainda é bastante incipiente, de modo a fornecerem dados que possam caracterizar seus atributos físicos e fisiológicos (LIMA et al., 2006). Desta forma, é indispensável realizar estudos básicos sobre as técnicas, desde os processos de germinação ao de manutenção e melhorias nas condições do desenvolvimento inicial das mudas até o processo de aclimatização, a fim de prepara-las para as condições adversas às quais irão ser submetidas em campo.

Assim, o presente trabalho objetivou-se em avaliar as características ecofisiológicas e morfoanatômicas de pata-de-vaca (*Bauhinia variegata*) e tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Estudos Ecofisiológicos

2.1.1. Germinação

Dentre os principais aspectos que servem de base para o manejo de florestas nativas, está a germinação de sementes como subsídio tanto para a compreensão da regeneração natural (LANDGRAF, 1994) quanto para a tecnologia de sementes florestais.

O processo de germinação da semente envolve a superação da dormência e a retomada do crescimento do embrião. A transcrição de gens é reassumida, a síntese de proteína é reiniciada e a taxa de respiração e o metabolismo intermediário aumenta drasticamente. Em outras palavras, germinação é a transformação do embrião em uma plântula (NEDEL, 2003).

Para que a semente germine é necessário que haja um limite crítico de água adquirido por um processo de embebição. Em algumas espécies, esta embebição eleva a porcentagem e velocidade de germinação, de modo que, a água permite a reorganização e ativação de processos celulares que estavam desorganizados e inativos em decorrência do processo de dessecação (GUIMARÃES et al., 2008). Além disso, a semente deve ser viável, isto é, esteja viva; haja a presença de gases; temperatura adequada para a espécie; presença ou ausência de luz a depender da espécie; e que a semente não esteja dormente (NEDEL, 2003).

Algumas espécies vegetais possuem sementes dormentes, dentre elas, leguminosas arbóreas, são caracterizadas por apresentarem dormência tegumentar. Esta característica se constitui em um dos principais problemas para produção de mudas de espécies florestais nativas, principalmente de leguminosas (OLIVEIRA et al., 2003). Quando a dormência é tegumentar, as sementes não germinam na natureza até que elas sejam escarificadas, por exemplo, mediante o atrito com o solo, que desgasta o tegumento, permitindo que a água ou o oxigênio entrem na semente, removendo em alguns casos a fonte de inibidores (RAVEN et al., 2001; ALMEIDA e FIRMINO, 2007).

Diversos métodos visando à superação desse tipo de dormência vêm sendo estudados aplicando tratamentos que provoquem ruptura ou o enfraquecimento do tegumento, como escarificação ácida, mecânica, choque térmico, entre outros. A escarificação mecânica consiste em contatar em velocidade as sementes em superfícies abrasivas, tais como lixas e a

escarificação química consiste na imersão das sementes em soluções como a de ácido sulfúrico, por períodos de tempo variáveis com a espécie. (SILVA et al., 2012)

É importante ressaltar que, nas sementes existem mecanismos de defesa contra as variações do ambiente que dificultam ou impedem as atividades metabólicas localizadas nos tecidos das plantas rumo à germinação. Este mecanismo, conhecido por repouso fisiológico, já está estabelecido com base em informações genéticas pré-existentes. A partir do momento em que o ambiente se torna favorável ocorre à reativação do metabolismo e conseqüentemente a retomada do crescimento embrionário. Contudo, os fatores ambientais podem ser manipulados, a fim de otimizar a porcentagem, velocidade e uniformidade de germinação, resultando na obtenção de plântulas mais vigorosas e na redução de gastos de produção (NASSIF et al., 2004).

Outro fator externo que influencia diretamente a germinação é o substrato, devido a sua estrutura, aeração, capacidade de retenção de água e grau de infestação de patógenos, entre outros, podendo favorecer ou prejudicar a germinação das sementes. No teste de germinação os substratos mais utilizados listados pelas RAS (BRASIL, 1992) são: o papel-filtro, papel-toalha, pano, papel-mata borrão, terra vegetal e areia, os quais devem estar adequadamente úmidos para que forneçam às sementes a quantidade de água necessária.

A temperatura é outro fator importante na germinação, pois está interligada com os processos bioquímicos, exercendo forte influência na velocidade e uniformidade de germinação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Para as espécies florestais brasileiras, a temperatura ótima de germinação situa-se entre 15°C e 30°C, a qual está normalmente relacionada às temperaturas da região de origem da espécie, na época favorável para a germinação (ANDRADE et al., 2000).

Além da germinação, o vigor das sementes, igualmente importante, pode ser definido como um conjunto de características que determinam o potencial fisiológico da plântula, ou seja, a capacidade de apresentar desempenho adequado quando expostas a diferentes condições ambientais (BHERING et al., 2006). A porcentagem, a velocidade e tempo médio de germinação são fatores cruciais na obtenção de plântulas mais vigorosas, principalmente no sistema de produção de mudas. Contudo, essas variáveis são diretamente influenciadas pelo tipo de sementes, local e ambiente de germinação, além da interação do tipo de semente e pré-embebição quando submetida (ALVES et al., 2005).

2.1.2. Análise de crescimento

O crescimento vegetativo pode ser mensurado por meio de diferentes métodos ou técnicas, onde as informações coletadas nas análises permitem inferir sobre as quantidades de materiais alocados nas diversas partes (raízes, hastes, folhas e frutos) e conseqüentemente na planta como um todo (JAUER et al., 2004). Desta forma, a análise de crescimento é uma técnica que detalha as mudanças morfofisiológicas da planta, em função do tempo, avaliando, também, a produção fotossintética, por meio do acúmulo de matéria seca (FALQUETO et al., 2009; CONCENÇO et al., 2011), permitindo avaliar o crescimento final da planta como um todo e, a partir dos dados de crescimento, pode-se inferir fisiologicamente, as causas de variações de crescimento entre as plantas geneticamente diferentes ou entre plantas semelhantes crescendo em ambientes diferentes (LARCHER, 2000).

Com o objetivo de explicar e entender as modificações que ocorrem entre comportamento das espécies vegetais, são utilizadas diferentes variáveis fisiológicas, como índice de área foliar (IAF), taxa de crescimento absoluto (TCA), razão de área foliar (RAF), taxa de assimilação líquida (TAL) e taxa de crescimento relativo (TCR). A mais utilizada é o índice de área foliar (IAF), que mensura a intensidade de competição por luz entre plantas individuais, dentro de uma população (TAIZ e ZEIGER, 2009). Para isto, são realizadas avaliações periódicas da quantidade de fitomassa produzida pela planta e suas estruturas (folhas, caules, raiz, flores e grãos) durante o desenvolvimento da planta (BENINCASA, 2003; TAIZ e ZEIGER, 2009), tornando possível, assim, avaliar o crescimento final da planta, bem como a contribuição de cada órgão no seu desenvolvimento total (CAMPOS et al., 2008).

Alguns fatores externos como luz, água e temperatura influenciam no desenvolvimento da vegetação. O suprimento inadequado de um desses fatores pode reduzir o vigor da planta e limitar seu desenvolvimento (LIMA JÚNIOR et al., 2006). Quando, por exemplo, as plantas são expostas à alta irradiância, o balanço entre a produção de espécies reativas de oxigênio e os mecanismos de defesa das plantas podem ser alterados, resultando normalmente em danos às células (LIMA et al., 2002). A grande maioria das espécies nativas quando submetidas à estresse hídrico, apresenta redução significativa na área foliar e crescimento do caule das plantas, em função dos efeitos do ambiente no crescimento e desenvolvimento vegetal, resultando em alterações nas taxas de crescimento. Logo, a eficiência do crescimento da planta está relacionada à habilidade de adaptação às condições do ambiente (SCALON et al., 2003).

2.1.2.1. Índice de Qualidade de Dickson (IQD)

A qualidade de mudas, representando simultaneamente vários parâmetros de crescimento, pode ser inferida através Índices de Qualidade de Dickson (IQD). Para determinar o IQD deve-se levar em consideração a altura da parte aérea (AP), do diâmetro do colo (DC), massa seca da parte aérea (MSPA) que é dada pela soma da massa seca do coleto (MSC) e a massa seca de folhas (MSF) e da massa seca das raízes (MSR) (DICKSON, LEAF e HOSNER, 1960).

Assim, ele é um bom indicador da qualidade das mudas, pois no seu cálculo são considerados o vigor e o equilíbrio da distribuição das biomassa na planta, ponderando os resultados de vários parâmetros empregados para a avaliação da qualidade, desde que sejam empregados em mudas desenvolvidas em condições de ambiente semelhantes (FONSECA et al., 2002). Desta forma, quanto maior o índice de qualidade de Dickson, melhor a qualidade das mudas (GOMES, 2001). Para a obtenção dessa informação, é necessário proceder métodos destrutivos da muda, onde, muitas vezes, torna-se inviável para muitas empresas florestais, pela demanda de custo e tempo. Porém, tendo em vista a importante informação que este índice pode trazer para o produtor de muda, estudos realizados em casa de vegetação, tornam-se viáveis e necessários.

2.1.3. Estresse hídrico

O principal constituinte do tecido vegetal é a água, onde representa 50% da massa fresca nas plantas lenhosas e cerca de 80 a 95 % nas plantas herbáceas. A presença dela é necessária nas reações, como reagente no metabolismo vegetal, transporte e translocação de solutos, na turgescência celular, na penetração do sistema radicular e na abertura e fechamento dos estômatos, controlando a taxa fotossintética, a transpiração e o crescimento em qualquer fase do ciclo vegetal (TAIZ e ZEIGER, 2004; GOMES et al., 2004; PORTES et al., 2006). Assim, a ausência ou baixos níveis de água torna mais difícil o estabelecimento das plantas na fase juvenil (GONÇALVES et al., 2005; LIBERATO et al., 2006; SANTOS JUNIOR et al., 2006).

A anatomia foliar também é influenciada em ambientes adversos, sendo que a condição hídrica é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento foliar (CASTRO et al., 2009) e na produção vegetal (SILVA et al., 2005). Plantas cultivadas em ambientes

áridos e semiáridos estão expostas a longos períodos de déficit de água no solo e por isto desenvolveram adaptações para tolerar a seca. As plantas adaptadas normalmente reduzem a taxa fotossintética associada com fechamento estomático devido a mudanças no *status* de água da folha, levando à redução da transpiração e da possibilidade de morte por dessecação (SILVA et al., 2009).

2.1.4. Condicionadores do solo

Dentre as tecnologias existentes que contribuem com o processo de recuperação de áreas degradadas, tem-se como exemplo ao uso de polímeros hidroabsorvente, disponíveis no mercado e que são adicionados às covas de plantio das mudas na forma hidratado. A utilização de polímeros hidroabsorventes, genericamente chamados de hidrogéis, tem ganhado espaço nas últimas décadas. São compostos sintéticos com diferentes finalidades, recomendados para a utilização agrícola como condicionadores de solo devido à sua capacidade de melhorar as propriedades físico-químicas do mesmo.

Poucos são os estudos realizados com hidrogéis que têm atuação direta na retenção de água (BLAINSK et al., 2006). No entanto, estes vêm sendo estudados em regiões onde há estacionalidade climática, com uma estação seca bem definida, como no Brasil Central (OLIVEIRA et al., 2004; SOUZA et al., 2010; 2011; MOGHADAM et al., 2011; VENTUROLI; VENTUROLI, 2011). Neste sentido, os polímeros hidroabsorventes podem ser utilizados para reter água no substrato, substituindo a técnicas de irrigação ou mesmo reduzindo o intervalo entre as irrigações (AZEVEDO et al., 2002).

A irrigação na fase de desenvolvimento inicial de mudas, principalmente nas épocas de seca, é essencial para sua sobrevivência e desenvolvimento (FERNANDES, 2010). Assim sendo, quando o hidrogel é aplicado diretamente na cova, ele potencializa o crescimento e a sobrevivência das mudas nos primeiros meses após o plantio (DRANSKI et al., 2013).

Em espécies florestais, o hidrogel tem sido utilizado, inclusive no Brasil, por empresas que trabalham com reflorestamento, conseguindo reduzir os custos de plantio de eucalipto em 8% no primeiro ano, chegando ao final do ciclo de sete anos com economia de 3% (BOLETIM CELULOSE ON-LINE, 2007). Da mesma forma, Buzetto et al. (2002) verificaram a eficácia de hidrogel no plantio de *E. urophylla*.

2.1.5. Luz

A luz é um dos fatores limitantes importantes no crescimento de árvores da floresta tropical na fase juvenil e, entretanto, pouco se conhece sobre as respostas fisiológicas de espécies nativas do Semiárido aos diferentes fatores do ambiente, especialmente a luz.

O aumento súbito da irradiância durante a formação das mudas podem causar alterações morfológicas, anatômicas e bioquímicas. Assim, plantas que apresentam plasticidade morfofisiológica, ou seja, capacidade de aclimação a diferentes condições de ambiente são capazes de responder diferencialmente a níveis de radiação no ambiente por alterações anatômicas, morfológicas e fotossintéticas (PANDEY e KUSHWAHA, 2005; OGUCHI et al., 2005). Dentro da plasticidade possível para cada estado sucessional, as folhas podem ter seus níveis dos pigmentos ajustados, as taxas fotossintéticas e anatomia alterada em resposta à luz (OGUCHI et al, 2003;. ROZENDAAL et al, 2006;. TERASHIMA et al, 2006;. SARIJEVA et al ., 2007).

De maneira geral, plantas cultivadas sob elevados níveis de radiação solar possuem menor área foliar, aumento da espessura foliar e menor área foliar específica, maior alocação de biomassa para as raízes, maiores teores de clorofila por área foliar, maiores razões entre clorofilas *a* e *b* e maior densidade estomática (BOARDMANN, 1977; GIVINISH, 1988). Além disto, os cloroplastos são adaptados para realizar altas taxas de conversão de luz em energia química (LICHTENTHALER e BURKART, 1999). Os teores dos pigmentos fotossintetizantes e fotoprotetores nas folhas podem ser usados para estimar o potencial fotossintético das plantas, uma vez que estes pigmentos estão relacionados com absorção e transferência de energia luminosa e com o crescimento e a adaptação a diferentes ambientes. Assim, plantas com alto teor de clorofila é capaz de alcançar taxas fotossintéticas mais elevadas, pelo seu valor potencial de captação de “quanta” na unidade de tempo (PORRA et al., 1989; CHAPPELLE e KIM, 1992).

Dentre as alterações nas folhas submetidas a forte radiação observa-se também que várias camadas de células de mesófilo, são ricas em cloroplastos, possuem uma densa venação e um sistema de ramos vigoroso (LACHER, 2000). Assim, o limbo se torna mais espesso e aumenta seu desenvolvimento do parênquima paliçádico (QUEIROZ-VOLTAN et al., 2011), podendo também ocorrer diferenciação dos vasos de xilema e floema (SILVA JÚNIOR et al., 2012). Desta forma, o aumento súbito da irradiância em plantas não aclimatadas pode induzir a fotoinibição da fotossíntese e, em casos extremos, resultar na foto-oxidação do tecido foliar (HOUTER e PONS, 2005).

2.2. Pata-de-vaca

2.2.1. Caracterização da espécie

O gênero *Bauhinia* é conhecida popularmente como pata-de-vaca, unha-de-vaca, bauínia, mororó. A espécie *Bauhinia variegata* (Linn) pertence à família Fabaceae, subfamília Caesalpinioidea. Esta família se constitui por 152 gêneros e aproximadamente 2800 espécies tropicais e subtropicais (LORENZI et al., 2002). São consideradas pioneiras tardias na escala de sucessão vegetal, pois têm crescimento moderadamente rápido e recomendadas para plantios mistos destinados a recomposição vegetal arbórea (LORENZI, 2002; PEREIRA, 1992).

É uma árvore semidecídua, heliófita de folha caduca de tamanho médio, medindo aproximadamente de 7 à 10 metros de altura ou arbusto de porte elevado com uns trinta centímetros de diâmetro de caule. Estudos de natureza fitoquímica indicam a presença de glicosídeos, ácidos orgânicos, sais minerais, taninos, pigmentos e mucilagens nas espécies de *Bauhinia* (LORENZI e MATOS 2002).

Conforme o nome popular pata-de-vaca sugere, apresentam uma folha peciolada composta fendida no meio, formando dois lobos ou folíolos, que a assemelham a uma pata de bovino. Apresenta simetria e de consistência cartácea e ambas as superfícies pilosas. Os folíolos possuem ápices obtusos e se unem na porção terminal da folha, com o ponto de união a cerca de um quarto do comprimento foliar. O padrão de venação é do tipo actinódromo. Cada lobo apresenta, em geral, seis nervuras primárias, saindo radialmente do mesmo ponto, e convergindo nos bordos para formar a nervura marginal. Ambas as faces da folha são recobertas por cera epicuticular em forma de placas que se agrupam formando estruturas estreladas. Nessas, também são comuns tricomas (LUSA, 2009).

Possuem flores zigomorfas são grandes, bonitas e perfumadas, formadas de junho a setembro e dispostas em racemos axilares de cor-de-rosa, na maioria das subespécies, podendo também apresentar flores brancas, de acordo com a espécie e subespécie. Seus frutos são legumes ou vagens achatados e deiscentes (LORENZI e MATOS, 2002) que mede de 10 à 25 cm de comprimento tem 2 à 3 cm de largura (CORRÊA, 1984). As sementes são ovaladas, sua coloração varia de marrom esverdeada a marrom escura, depende da época de coleta dos frutos e mede 0,5 a 1 cm de comprimento e 0,3 a 0,5 cm de largura (CARTAXO et al., 2001). As plantas dessa família apresentam sementes com dormência causada basicamente por um bloqueio físico representado pelo tegumento resistente e impermeável que, ao impedir a

entrada de água e as trocas gasosas, não permite que o processo germinativo se inicie (LORENZI, 2002; ALVES et al., 2000).

2.2.2. Distribuição e importância da espécie

A espécie *variegata*, originária da Ásia, são as mais encontradas em ornamentação de ruas, adaptando-se aos mais variados ambientes e solos (ALZUGARAY; ALZUGARAY, 1988). As árvores do Gênero *Bauhinia* distribuem-se pela zona tropical do mundo inteiro, possuem grande importância econômica e medicinal, sendo amplamente utilizadas na preparação de medicamentos, na indústria de celulose, como planta apícola, na produção de mel, na alimentação animal e na ornamentação de ruas e praças (CARVALHO, 2003).

Como espécie medicinal é tradicionalmente utilizado em bronquite, lepra e tumores. A casca do caule é usado como adstringente, tônico, e anti-helmíntico (RAM e MEHROTRA, 1980); infusão das folhas é utilizado como um laxante e a casca do caule tem ação diurética, antidiabética, tônica renal, hipoglicemiante (COL HERBER, 1991), antibacteriana, antifúngica, anti-úlceras e atividade hepatoprotetora (BODAKHE, JAYAKAR e RAM, 2007).

2.3. Tamboril

2.3.1. Caracterização da espécie

Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong. pertencente à Família Fabaceae, popularmente conhecida por tamboril, orelha-de-macaco, orelha-de-negro, tambori, timbaúba, timbó, tambaré, timbaúva, ximbó e pacará. É uma espécie decídua, ótima para reflorestamento em plantios mistos de áreas degradadas, de preservação permanente, principalmente por seu rápido crescimento inicial. Possui a altura de 20-35 metros, tronco cilíndrico, as folhas são compostas e bipinadas com 3 a 7 pares de pequenos folíolos oblongos, as inflorescências são tipo capítulo axilares, globosas, com cerca de 10 a 20 flores brancas. Os frutos são vagens, recurvadas, com 6-10 cm de comprimento e semilenhosas, surgem verdes e se tornam pretos. A frutificação ocorre em junho-julho, mas as vagens podem permanecer nas árvores por tempo mais longo (LORENZI, 2002).

As sementes de *E. contortisiliquum* possui como reserva amido e proteínas que são utilizadas na germinação para nutrição do embrião até o estabelecimento da plântula (SOARES; NORMANDO; GALLÃO, 2007). São estenospérmicas, achatadas e oblongas;

apresenta comprimento médio de 1,35 cm, largura média de 0,95 cm e espessura média de 0,66 cm (BARRETTO e FERREIRA, 2011). Apresenta dormência como a maioria das leguminosas arbóreas.

O tamboril é considerado uma espécie pertencente ao grupo ecológico clímax exigente de luz (SOUSA et al., 2008). Trata-se de uma espécie heliófila, pouco exigente quanto às características do solo, e de crescimento rápido, sendo empregada, por isso, em florestamentos e reflorestamentos, atendendo a inúmeros objetivos que envolvem do paisagismo à recuperação de áreas degradadas. É frequentemente encontrada colonizando regiões com clareiras, áreas desmatadas e bordas de mata (DURIGAN et al., 2002).

2.3.2. Distribuição e importância da espécie

A espécie *E. contortisiliquum*, é uma planta pioneira que ocorre em diversas formações florestais desde o Ceará, Piauí, Maranhão e Pará até o Rio Grande do Sul (LORENZI, 2002). Encontra-se, também, na Argentina, Bolívia, Paraguai e Nordeste do Uruguai (MUÑIZ, 1993).

A madeira dessa árvore é utilizada na construção civil, na fabricação de barcos, brinquedos, móveis e outros. Possui várias características comuns às leguminosas arbóreas e seus frutos possuem saponina (SANTOS, 1987; LORENZI, 2002). Suas flores apresentam importância apícola, a estética de sua copa lhe confere uso paisagístico e sua madeira é utilizada para diversos fins. Espécie recomendada para reflorestamentos e recuperação ambiental, pois a dispersão de suas sementes por roedores, como pacas e cutias, facilita sua disseminação (CARVALHO, 2003), além de apresentar um rápido crescimento.

Apresenta grande importância nos sistemas agropecuários, pois como a maioria das leguminosas arbóreas, são bastante eficientes no sombreamento e o conseqüente proporciona conforto térmico aos animais e a outras culturas vegetais. Além disso, protege o solo contra a erosão e a lixiviação, e diminui o uso de fertilizantes nitrogenados devido à fixação biológica de nitrogênio por bactérias associadas a esses vegetais (BALIEIRO et. al., 2004).

Desta forma, a recuperação de áreas degradadas através da produção de mudas nativas surge como uma alternativa viável para amenizar essa situação. Há várias espécies arbóreas nativas da Caatinga que podem ser utilizadas na recuperação de áreas degradadas. Dentre elas, destaca-se a pioneira Tamboril.

2.4. Recuperação de áreas degradadas: um caso particular do Tamboril

Para a revegetação de áreas degradadas, deve ser levada em consideração a seleção adequada das espécies e das técnicas de manejo que acelerem e restabeleçam os processos de sucessão natural, caminho mais apropriado para a formação e restabelecimento da função e, ou, forma da vegetação (NAPPO et al., 2004). Assim, o objetivo maior da recuperação ambiental deve ser o de buscar restabelecer as estruturas e as funções ecológicas que havia no ecossistema, antes da degradação. Inúmeras pesquisas vêm sendo realizadas visando adequar métodos e técnicas de reflorestamento às diferentes situações, porém ainda é necessário o seu aprimoramento de tal maneira que seja observado o custo e benefício, onde os investimentos realizados sejam efetivamente capazes de se auto-sustentarem, além de promoverem as mais estreitas e complexas relações solo-planta-animal (GISLER e BARBOSA, 2000).

A Caatinga ocupou, originalmente, uma área do semiárido nordestino estimada entre 600 e 900 mil km², indo do norte do Piauí ao norte de Minas Gerais (SAMPAIO, 1995). É caracterizado pela formação de floresta seca composta de vegetação de porte arbóreo, arbustivo e herbáceo, com ampla variação fitofisionômica e elevada diversidade de espécies (DRUMOND et al., 2000). Este Bioma é influenciado diretamente pelo clima, onde devido à baixa pluviosidade, má distribuição das chuvas, grande taxa de evapotranspiração e baixa retenção de água dos solos, acarretam uma elevada deficiência hídrica às plantas (FREIRE et al., 2003).

As espécies da Caatinga possuem uma grande capacidade de aproveitar qualquer conteúdo de água do solo, mesmo que insuficiente para molhar o solo. Isto porque na Caatinga observam-se formações xerofíticas, que substituem as folhas por espinhos para reduzir ao máximo a perda de líquido pela transpiração, sendo os cactos o extremo deste tipo de mecanismo. As plantas, em geral, apresentam folhas pequenas e muito finas e as raízes, para capturar o máximo de água durante as chuvas leves, cobrem a superfície do solo, para capturar o máximo de água durante as chuvas leves (PAES-SILVA, 2000).

Atividades antrópicas como a agropecuária, a construção de estradas e barragens, o extrativismo e a urbanização contribuem de forma elevada para o desmatamento dessa região. O elevado processo de degradação das matas nativas da Caatinga pode levar à extinção de muitas espécies vegetais, que na maioria das vezes ainda são pouco conhecidas sendo imprescindível a conservação deste bioma (ANDRADE et al., 2005), principalmente para a manutenção dos padrões regionais e globais do clima, da disponibilidade de água potável, de solos agricultáveis e de parte importante da biodiversidade do planeta.

Diante do exposto, faz-se necessário o desenvolvimento de tecnologias de produção de mudas nativas. Para isso é indispensável haver identificação botânica das espécies, escolha dos métodos de colheita, beneficiamento e armazenamento de sementes, estudos sobre mecanismos de dormência e germinação de sementes, embalagens, substrato e manejo de mudas, já que o desenvolvimento desta é complexa devido à grande diversidade intra- e interespecífica, aliada à pouca informação científica existente sobre este assunto (VÁSQUEZ-YANES e OROZCO-SEGOVIA 1993; DAVIDE et al., 1995). O plantio de mudas é o método mais utilizado, principalmente por permitir a obtenção de um povoamento com uma densidade inicial bastante uniforme. Outra forma é a regeneração natural, que apresenta baixos custos diretos, mas tem a grande desvantagem de ser um método demorado, além do que, em condições não favoráveis, pode ser extremamente difícil obter uma regeneração natural satisfatória (JANKOVSKI, 1996).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. A. M. C.; FIRMINO, J. L. Germinação de sementes de timbaúba (*Enterolobium schomburgkii* benth) – Mimosoidae. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 7, 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, p.1-2, 2007.
- ALVES, M. C. S. MEDEIROS FILHO, S.; BEZERRA, A. M. E.; OLIVEIRA, V. C. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *moringa oleifera* L. em diferentes locais de germinação e submetidas à pré-embebição. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1083-1087, 2005.
- ANDRADE, A. C. S.; SOUZA, A. F.; RAMOS, F. N.; PEREIRA, T. S.; CRUZ, A. P. M. Germinação de sementes de jenipapo: temperatura, substrato e morfologia do desenvolvimento pós-seminal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.609-615, 2000.
- ANDRADE, L. A.; PEREIRA, I. M., LEITE, U. T., BARBOSA, M. R. V. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Revista Cerne**, Lavras, v.11, n.3, p.253-262, 2005.
- AZEVEDO, T. L. F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A. C. A.; FREITAS, P. S. L.; FRIZZONE, J. A. Níveis de polímero superabsorvente, frequência de irrigação e crescimento de mudas de café. **Acta Scientiarum**, v.24, n.5, p.1239-1243, 2002
- BALIEIRO, F. C.; FRANCO, A. A.; SOUTO, S. M.; DIAS, P.; CAMPELLO, E. F. Sistemas grossilvipastoris: a importância das leguminosas arbóreas para as pastagens da região centro-sul. In: 4 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004, Campo Grande. **Anais dos Simpósios**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte. p. 191-204, 2004.

BARRETTO, S. S. B.; FERREIRA, R. A. Aspectos morfológicos de frutos, sementes, plântulas e mudas de Leguminosae Mimosoideae: *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan e *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo) Morong. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, n. 2 p.223 - 232, 2011.

BENICASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2003.

BHERING, M. C.; DIAS, D. C. F. S.; VIGIAL, D. S.; NAVEIRA, D. S. P. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de pimenta. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 64-71, 2006.

BLAINSKI, E.; GUIMARÃES, R. M. L.; AZEVEDO, T. F.; GONÇALVES, A. C. A.; BERTONHA, A.; FOLEGATTI, M. V. Influência da presença de polímeros hidroabsorventes na capacidade de retenção de água de um substrato. IN: **XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**. João Pessoa, PB 2006.

BOARDMANN, N. K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Annual Review of Plant Physiology**. v. 28, p. 355-377, 1977.

BODAKHE, B.; JAYAKAR, B.; RAM, A. Hepatoprotective properties of *Bauhinia variegata* bark extract. *Yakugaku Zasshi*. v.127, n. 50 p.3-7, 2007.

BOLETIM CELULOSE ON-LINE. *Internacional Paper*. Disponível em: <<http://www.celuloseonline.com.br/pagina/pagina.asp?IDItem=14512&IDNoticia=11967>>. Acesso em: 9 abril 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 399 p. 2009.

BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; SEIXAS, F. **Avaliação de um polímero adsorvente a base de acrilamida no fornecimento de água no fornecimento de água em mudas de *Eucalyptus Urophylla* em pós-plantio**. Piracicaba: IPEF, 8p. Circular técnica, 195. 2002.

CAMPOS, M. F. ONO E. O.; BOARO C. S. F.; RODRIGUES J. D. Análise de crescimento em plantas de soja tratadas com substâncias reguladoras. **Revista Biotemas**, Botucatu, v. 21, n. 3, p. 53-63, 2008.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 588p. 2000.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 1039 p. 2003.

CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia Vegetal: Estrutura e Função de Órgãos Vegetativos**. Lavras: UFLA. 234 p. 2009.

COL HERBER, D. **Useful plants of India**. 2nd ed. Dehradun: Allied Book Center; **Useful plants of India**. 2nd ed. Dehradun: Allied Book Center, p. 75, 1991.

- CONCENÇO, G. I. ASPIAZÚ, I.; GALON, L.; FERREIRA, E. A.; FREITAS, M. A. M.; FIALHO, C. M. T.; SCHWANKE, A. M. L.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A. Photosynthetic characteristics of hybrid and conventional rice plants as a function of plant competition. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 803-809, 2011.
- CORRÊA, M. P. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura – IBDF. v. 2. p. 324, 1984.
- DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. **Propagação de espécies florestais**. Companhia Energética de Minas Gerais, Universidade Federal de Lavras, Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, Belo Horizonte. 1995.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.
- DRANSKI, J. A. L.; PINTO JUNIOR, A. S.; CAMPAGNOLO, M. A.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Sobrevivência e crescimento do pinhão-manso em função do método de aplicação e formulações de hidrogel. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.5, p.537-542, 2013.
- DRUMOND, M. A.; KIILL, L. H. P., LIMA, P. C. F., OLIVEIRA, M. C., OLIVEIRA, V. R., ALBUQUERQUE, S. G., NASCIMENTO, C. E. S.; CAVALCANTE, J. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga. **In Seminário para avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga**. Embrapa/Cpatsa, UFPE e Conservation International do Brasil, Petrolina, 2000.
- DURIGAN, G. FIGLIOLIA, M. B.; KAWABATA, M.; GARRIDO, M. A. O.; BAITELLO, J. B. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. 2. ed., São Paulo: Páginas e Letras Editora e Gráfica, 2002.
- FALQUETO, A. R. CASSOL, D.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; OLIVEIRA, A. C.; BACARIN, M. A. Partição de assimilados em cultivares de arroz diferindo no potencial de produtividade de grãos. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 453-461, 2009.
- FERNANDES, E. R. P. **Hidrogel e turno de rega no crescimento inicial de eucalipto**. 2010. 35p. (Dissertação de Pós Graduação em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, 2010.
- FONSECA, E. P.; VALÉRIS, S. A.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, v. 26, p. 515-523, 2002.
- FREIRE, M. B. G. S. RUIZ, H. A.; RIBEIRO, M. R.; FERREIRA, P. A.; ALVAREZ, V. H.; FREIRE, J. F. Condutividade hidráulica de solos de Pernambuco em resposta à condutividade elétrica e RAS da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 45-52, 2003.
- GHAPPELLE, E. W.; KIM, M. S. Ratio analysis of reflectance spectra (RARS): an algorithm for a remote estimation of the concentrations of chlorophyll A, chlorophyll B, and

carotenoids in soybean leaves. **Remote Sensing of Environment**, New York, v. 39, p. 239-247, 1992.

GISLER, C. V. T.; BARBOSA, L. M. **Estrutura e função de mata ciliar implantada em Santa Cruz das Palmeiras, SP.** In: Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas, 4., 2000, Blumenau. Anais. Blumenau: Sociedade Brasileira de Recuperação de áreas Degradadas, 2000.

GIVINISH, T. J. Adaptation to sun and shade: a whole-plant perspective. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 15, p. 63-92, 1988.

GOMES, J.M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de Eucalyptus grandis, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K.** 2001. 166p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2001

GOMES, M. M. A.; LAGÔA, A. M. M. A.; MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C.; MACHADO, M. A. Interactions between leaf water potential, stomatal conductance and abscisic acid content of orange trees submitted to drought stress. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 16, n. 3, p. 155-161, 2004.

GONÇALVES, J.F.C.; BARRETO, D.C.S.; SANTOS JUNIOR, U.M.; FERNANDES, A.V.; SAMPAIO, P.T.B.; BUCKERIDGE, M.S. Growth, photosynthesis and stress indicators in young rosewood plants (*Aniba rosaeodora* Ducke) under different light intensities. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.17, p.325-334, 2005.

GUIMARÃES, M. A; SANTOS DIAS, D. C. F; LOUREIRO, M. E. Hidratação de sementes. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas** V. 2, N. 1, p. 31, 2008.

GUIMARÃES, M. M. B.; SEVERINO, L. S.; BELTRÃO, N. E.; COSTA, F. X.; XAVIER, J. F.; LUCENA A. M. A. Produção de muda de mamoneira em substrato contendo diferentes resíduos orgânicos e fertilizante mineral. In: **Anais ...2º Congresso Brasileiro de Mamona**, 2006.

HOUTER, N. C.; PONS, T. L. Gap size effects on photoinhibition in understorey saplings in tropical rainforest. **Plant Ecology**, 179, p.43-51, 2005.

JANKOVSKI, T. **Estudo de alguns aspectos da regeneração natural induzida em povoamentos de Pinus taeda L. Pinus elliotti Engelm.** 1996. 129p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1996.

JAUER, A; DUTRA, L. M. C.; ZABOT, L.; LUCCA FILHO, A. C. Análise de crescimento da cultivar de feijão pérola em quatro densidades de semeadura. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**. Uruguaiana, v. 10, p. 101 - 113, 2004

LANDGRAF, P. R. C. **Germinação de sementes de guarea (*Guarea guidonea* (L.) Sleumer), maçaranduba (*Persea pyrifolia*) e peito de pombo (*Tapirira guianeensis* Aul.).** 1994. 91f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1994.

- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: Rima Artes e Textos. 531p, 2000.
- LIBERATO, M. A. R.; GONÇALVES, J. F.C.; CHEVREUIL, L. R.; NINA JUNIOR, A. R.; FERNANDES, A. V.; SANTOS JUNIOR, U. M. Leaf water potential, gas exchange and chlorophyll *a* fluorescence in acariquara seedlings (*Minquartia guianensis* Aubl.) under water stress and recovery. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.18, p.315-323, 2006.
- LICHTENTHALER H. K.; BURKART, S. Photosynthesis and high light stress. **Bulg. J. Plant Physiol.** v.25(3-4) p.3-16, 1999.
- LIMA JÚNIOR, É. C.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; BARBOSA, J. P. R. A. D. Aspectos fisiológicos de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Árvore**. v. 30, p.33-41. 2006.
- LIMA, A. L. S.; DAMATTA, F. M.; PINHEIRO, H. A.; TÓTOLA, M. R.; LOUREIRO, M. E. Photochemical responses and oxidative stress in two clones of *Coffea canephora* under water deficit conditions. **Environmental and Experimental Botany**. v.47, p.239-247, 2002.
- LIMA, J. D.; ALMEIDA, C.C.; DANTAS, V. A. V.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinioideae). **Árvore**, Viçosa, v.30, n.4, p.513-518, 2006.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa. 352p. 1992.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, v. 1, 384 p. 2002.
- LUSA, M. G.; BONA, C. Análise morfoanatômica comparativa da folha de *Bauhinia forficata* Link e *B. variegata* Linn. (Leguminosae, Caesalpinioideae) **Acta bot. bras.** v.23, n.1, p.196-211. 2009.
- MARANHO A. S.; PAIVA, A. V. Superação de dormência tegumentar em sementes de *Senna silvestris* (Vell.) H. S. Irwin & Barneby. **Revista Biotemas**, Rio Branco, v.25, n.2, p. 25-31, 2012.
- MOGHADAM, H. R.; ZAHEDI, H.; GHOOSHCHI, F. Oil quality of canola cultivars in response to water stress and super absorbent polymer application. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 579-586, 2011.
- MUÑIZ, G. I. B. **Anatomia da madeira de espécies arbóreas da Floresta Estacional semidecidual de Misiones, Argentina**. (Tese) Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1993.
- NAPPO, M. E.; GRIFFITH, J. J.; MARTINS, S. V.; DE MARCO JÚNIOR, P.; SOUZA, A. L.; OLIVEIRA-FILHO A. T. Dinâmica da estrutura fitossociológica da regeneração natural de espécies arbóreas e arbustivas no sub-bosque de povoamento puro de *Mimosa scabrella* Benth, em área minerada, em Poços de Caldas-MG. **Revista Árvore**. Viçosa - MG, v. 28, n. 6, p. 811-829, 2004.

NASSIF, S. M. L.; VIEIRA, I. G.; FERNANDES, G. D. **Fatores externos (ambientais) que influenciam na germinação de sementes.** Disponível em: <<http://www.ipef.br/tecsementes/germinacao.html>>. Acesso em: 20 janeiro. 2014.

NEDEL, J. L. Fundamentos da Qualidade de Sementes. In: PESKE, S. T.; ROSENTHAL, M. D.; ROTA, G. R. M. (Ed.). **Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos.** Pelotas: Ed. Universitária UFPel, p. 94-137, 2003.

NEVES, J. M. G.; SILVA, H. P.; DUARTE, R. F. Uso de substratos alternativos para produção de mudas de moringas. **Revista Verde** (Mossoró – RN – Brasil) v. 5, n. 1, p. 173-177, 2010.

OGUCHI R.; HIKOSAKA K.; HIROSE T. Does the photosynthetic light-acclimation need change in leaf anatomy? **Plant Cell Environ.** v. 26, p.505-512, 2003.

OGUCHI, R. et al. Leaf anatomy as a constraint for photosynthetic acclimation: differential responses in leaf anatomy to increasing growth irradiance among three deciduous trees. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v.28, n.7, p.916-927, 2005.

OLIVEIRA, L. M.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, M. L. M. Avaliação de métodos para quebra da dormência e para a desinfestação de sementes de Canafistula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert. **Revista Árvore**, v.27, n.5, p.597-603, Viçosa-MG, 2003.

OLIVEIRA, R. A.; REZENDE, L. S.; MARTINEZ, M. A.; MIRANDA, G. V. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 8, n. 1, p. 160-163, 2004.

PANDEY, S.; KUSHWAHA, R. Leaf anatomy and photosynthetic acclimation in *Valeriana jatamansi* L. grown under high and low irradiance. **Photosynthetica**, Praga, v.43, n.1, p.85-90, 2005.

PEREIRA, T. S. Germinação de sementes de *Bauhinia forficata* LinK. (Leguminosae e Caesalpinoideae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 14, n. 1, 1992.

PORRA, R. J.; THOMPSON, W. A.; KRIDEMANN, P. E. Determination of accurate extinction coefficients and simultaneous equations for assaying a and b extracted with four different solvents: verification of the concentration of chlorophylls Standards by atomic absorption spectroscopy. **Biochimic et Biophysica Acta**, Amsterdam, v. 975, p.35-45, 2000.

PORTES, M. T. ALVES, T. H.; SOUZA, G. M. Water deficit affects photosynthetic induction in *Bauhinia forficata* Link (Fabaceae) and *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (Rutaceae) growing in understorey and gap conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 18, n. 4, p. 491-512, 2006.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B.; ROLIM, G. S.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; HERNANDES, J. L. Variações na anatomia foliar de videira Niagara em diferentes sistemas de condução. **Bragantia**, v. 70, n. 3, p. 488-493, 2011.

RAM, P. R.; MEHROTRA, B. N. Compendium of Indian medicinal plants. **New Delhi: Publication and information directorate.** v.3. p. 84-91, 1980.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 6ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

ROZENDAAL, D. M. A.; HURTADO, V. H.; POORTER, L. Plasticity in leaf traits of 38 tropical tree species in response to light; relationships with light demand and adult stature. **Func. Ecol.** v.20 p.207-216, 2006.

SAMPAIO, E. V. S. B. Overview of the Brazilian caatinga. In: **Bullock, S.H.; Mooney, H.A.; Medina, E. (Ed.)**. Seasonally dry tropical forests. Cambridge, Cambridge University Press. p. 35-63, 1995.

SANTANA, J. A. S. **Estrutura fitossociológica, produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes em uma área de Caatinga no Seridó do Rio Grande do Norte**. 2005. 184 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – UFPB/CCA-Areia.

SANTOS JUNIOR, U. M.; GONÇALVES, J. F. C.; FELDPAUSCH, T. R. Growth, leaf nutrient concentration and photosynthetic nutrient use efficiency in tropical tree species planted in degraded areas in central Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v.226, p.299-309, 2006.

SANTOS, H. O.; SILVA-MANN, R.; ANDRADE, T. M.; CORTEZ, P. C. C. F.; BISPO, M.V.C.; ROCHA, R. C.; CARVALHO, M. L. M. Potencial germinativo de sementes de mamona (*ricinus communis* L.) Submetidas a estresse salino. IN: **III congresso brasileiro de mamona**, salvador/BA, 2008.

SARIJEVA, G.; KNAPP, M.; LICHTENTHALER, H. K. Differences in photosynthetic activity, chlorophyll and carotenoid levels, and in chlorophyll fluorescence parameters in green sun and shade leaves of *Ginkgo* and *Fagus*. **J. Plant Physiol.** v.164, p.950-955, 2007.

SCALON, S. P. Q.; R. M.; RIGONI, M. R.; SCALON FILHO, H. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condição de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.6, p.753-758, 2003.

SILVA JÚNIOR, J. M.; CASTRO, E. M. M. R.; PASQUAL M.; BERTOLUCCI, S. K. V. Variações anatômicas de *Laelia purpurata* var. *cárnea* cultivada *in vitro* sob diferentes intensidades e qualidade espectral de luz. **Ciencia Rural**, v. 42, n. 3, p. 480-486, 2012.

SILVA, A. C. F.; SILVEIRA, L. P.; NUNES, I. G.; SOUTO, J. S. Superação de dormência de *Enterolobium contortisiliquum* Mor. (Vell.) Morong. **Scientia Plena** v.8, n. 4, p. 1-6. 2012.

SILVA, E. C. NOGUEIRAI, R. J. M. C.; VALE, F. H. A.; ARAÚJO, F. P. D, PIMENTA, M. A. Stomatal changes induced by intermittent drought in four umbu tree genotypes. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Londrina, v. 21, n. 1, p. 33-42, 2009.

SILVA, L. M.; ALQUINI, Y.; CAVALLET, V. J. Interrelações entre a anatomia vegetal e a produção vegetal. **Acta Botânica Brasílica**, v. 19, n. 01, p. 183-194, 2005.

SOARES, D. A.; NORMANDO, L. R. O.; GALLÃO, M. I. Mobilização de reservas em sementes de *Enterolobium Contortisiliquum* (VELL.) MORONG durante a germinação. In:

VIII CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL. 2007, Caxambu. **Anais...** Caxambu: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007.

SOUSA, M. P.; BRAGA, L. F.; BRAGA, J. F.; DELACHIAVE, M. E. A. Germinação de sementes de *Plantago ovata* Forsk. (Plantaginaceae): temperatura e fotoblastismo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.32, n.1, p.51-57, 2008.

SOUZA, D. M.; RESENDE, I. M. H.; VENTUROLI, S.; FARIA, M. C. G.; TEIXEIRA, C. R.; VIEIRA, D. A.; OLIVEIRA, C. E. B.; BARREIRA, S. CALIL, F. N.; BORGES, J. D.; VENTUROLI, F. Influência de polímero hidroabsorvente na mortalidade pós-plantio de espécies nativas em área degradada pela mineração no bioma Cerrado. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, X., 2011, São Lourenço, MG. **Anais**. São Lourenço: Sociedade de Ecologia do Brasil/SEB, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, F. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, p. 719, 2004.

TERASHIMA, I.; HANBA, Y. T.; TAZOE, Y.; VYAS, P.; YANO, S. Irradiance and phenotype: comparative eco-development of sun and shade leaves in relation to photosynthetic CO₂ diffusion. **J. Exp. Bot.** v.57, n.2 p.343-354, 2006.

VÁZQUES-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. **Annual Review of Ecology and Systematics** 24: p. 69-87, 1993.

VENTUROLI, F.; VENTUROLI, S. Recuperação florestal em uma área degradada pela exploração de areia no Distrito Federal. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, GO, v. 5, n. 13, p. 183-195, 2011.

YAMANISHI, O. K.; FAGUNDES, G. R.; MACHADO, FILHO, J. Á.; VALONE, G. V. Efeito de diferentes substratos e duas formas de adubação na produção de mudas de mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, 2004.

ARTIGO 1

GERMINAÇÃO E EMERGÊNCIA DE *Bauhinia variegata* (Linn.) (Pata-de-vaca) E
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong (Tamboril)

RESUMO

Bauhinia variegata (Linn.), planta hipoglicemiante da família das Leguminosae-Caesalpinoideae, largamente usada na medicina popular e na arborização urbana. *Enterolobium contortisiliquum* é uma planta pioneira pertencente a família Fabaceae, muito utilizada na construção civil, na fabricação de barcos, brinquedos, móveis e outros, além de ser recomendada na recuperação de áreas degradadas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a germinação de sementes e a emergência de plântulas de *Bauhinia variegata* (Linn.) e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos. Para superar a dormência tegumentar, as sementes foram submetidas aos tratamentos: sem nenhum tratamento sendo o grupo controle (T1); embebição em água destilada a temperatura ambiente durante 24 horas (T2); imersão em água a 80°C por 2 e 5 minutos (T3 e T4); escarificação química com a imersão das sementes em ácido sulfúrico concentrado (98%), por 5, 10 e 15 minutos (T5, T6, T7); e escarificação mecânica manual com material abrasivo (Lixa nº 80) do lado oposto ao hilo (T8). As sementes foram semeadas em caixas do tipo gerbox sobre duas folhas de papel mata-borrão e acondicionadas em câmara de germinação do tipo B.O.D. Em casa de vegetação, a semeadura ocorreu em bandejas de polietileno com 32 células contendo areia lavada. O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso, sendo oito tratamentos e quatro repetições de 25 sementes por tratamento para *B. variegata* e com oito tratamentos e cinco repetições de 20 sementes por tratamento para *E. contortisiliquum*. Foi avaliada a porcentagem de germinação (%G) e emergência (%E); índice de velocidade de germinação (IVG) e emergência (IVE) e tempo médio de germinação (TMG) e emergência (TME). A imersão das sementes de *B. variegata* em ácido sulfúrico por 5, 10, 15 min e lixa promoveram germinação de 100%, 100%, 100% e 95%, velocidade de 7,1, 8,14, 7,93 e 6,04, respectivamente; e emergência de 90% à velocidade de 2,34 no tratamento ácido sulfúrico a 15 min, sendo estes os tratamentos com menores tempos de germinação e emergência. Para *E. contortisiliquum* as porcentagens de germinação observadas foram de 100%, 100% e 97,6% em ácido sulfúrico por 10 e 15 min e lixa. O IVG, para os tratamentos com ácido sulfúrico a 10 e 15 min, foi de 6,12 e 5,47, onde também apresentaram menores TMG. Já a porcentagem de emergência para os tratamentos com ácido sulfúrico a 5, 10 e 15 min e lixa foram de 94%, 98%, 93% e 94%. Foi observado o IVE de 4,26 para ácido sulfúrico a 10 min, com menor tempo de emergência. Desta forma, a escarificação mecânica com lixa e química com ácido sulfúrico concentrado por 5, 10 e 15 minutos foram os mais eficientes na superação da dormência de *B. variegata*. Para *E. contortisiliquum* os tratamentos mais expressivos foram a escarificação mecânica com lixa e química com ácido sulfúrico concentrado por 10, 15 minutos.

Palavras-chave: Pata-de-vaca. Tamboril. Produção de mudas. Sementes florestais.

GERMINATION AND EMERGENCE of *Bauhinia variegata* (Linn.) (Pata-de-vaca) and
Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong (Tamboril)

ABSTRACT

Bauhinia variegata (Linn.) is a hypoglycemic plant of the Leguminosae-Caesalpinoideae family, widely used in popular medicine and in urban areas. *Enterolobium contortisiliquum* is a pioneer plant belonging to the Fabaceae family, widely used in construction, in the manufacture of boats, toys, furniture and others, and is recommended for the recovery of degraded areas. This study aimed to evaluate seed germination and seedling emergence of *Bahunia variegata* (Linn.) and *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong exposed to different pre-germination treatments. To overcome tegument dormancy, seeds were subjected to the following treatments: no treatment, being the control group (T1); immersion in distilled water at room temperature for 24 hours (T2); immersion in water at 80°C for 2 to 5 minutes (T3 and T4); chemical scarification by soaking seeds in concentrated sulfuric acid (98%) for 5, 10 and 15 minutes (T5, T6, T7); manual scarification with abrasive material (sandpaper No. 80) opposite to the hilum (T8). Seeds were sown in gerbox boxes on two sheets of blotter-like paper and placed in a B.O.D. germination chamber. In greenhouse, seeding was carried out in polyethylene trays with 32 cells containing washed sand. The experiment consisted of randomized complete block designs, with eight treatments and four replications of 25 seeds per treatment for *B. variegata*, and with eight treatments and five replications of 20 seeds per treatment for *E. contortisiliquum*. The following characteristics were evaluated: percentage of germination (%G) and emergence (%E); germination speed index (GSI) and emergence speed index (ESI); and mean time of germination (MTG) and emergence (MTE). The immersion in sulfuric acid for 5, 10, 15 min and the use of sand paper promoted germination of 100%, 100%, 100% and 95%, at a speed of 7.1, 8.14, 7.93 and 6.04, respectively; and also promoted 90% emergence at a speed of 2.34 in sulfuric acid treatment for 15 min, and these treatments presented the lowest germination and emergence times. For *E. contortisiliquum*, the observed germination percentages were 100%, 100% and 97.6% in sulfuric acid for 10 and 15 min and sandpaper. SIG for treatments with immersion in sulfuric acid for 10 and 15 minutes were 6.12 and 5.47, which also had lower MTG. On the other hand, the emergence rate in the treatment with sulfuric acid for 5, 10 and 15 min and sandpaper were 94%, 98%, 93% and 94%. It was observed ESI of 4.26 for sulfuric acid for 10 min, with less time of emergence. Thus, manual scarification with sandpaper and chemistry with concentrated sulfuric acid for 5, 10 and 15 minutes were the most efficient methods to overcome dormancy of *B. variegata*. For *E. contortisiliquum*, the most significant treatments were manual scarification with sandpaper and chemistry with concentrated sulfuric acid for 10 and 15 minutes.

Keywords: *B. variegata*. *E. contortisiliquum*. Seedling production. Forest seeds.

1. INTRODUÇÃO

Bauhinia variegata (Linn.) pertence à família Fabaceae e à subfamília Caesalpinioideae, originária da Índia, contudo sendo uma das espécies mais cultivadas nas ruas das cidades do sudoeste brasileiro, amplamente utilizada para fins ornamentais e paisagísticos. É uma leguminosa arbórea com altura variando entre 7 a 10 m, semidecídua, muito utilizada para fins medicinais, principalmente como hipoglicemiante (LORENZI, 2002).

Conhecida popularmente como pata-de-vaca, mororó, unha-de-vaca e bauínia, apresenta folha fendida no meio, formando dois lobos, que assemelha a uma pata de bovino. Possuem flores zigomorfas dispostas em racemos axilares que variam de cor, de acordo com a espécie e subespécie. Seus frutos são legumes/vagens achatados e deiscentes (LORENZI e MATOS 2002).

Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong, uma Mimosaceae, comumente conhecida por tamboril, orelha-de-macaco, orelha-de-negro, tambori, timbaúba, timbó, tambaré, timbaúva, ximbó e pacará (LORENZI, 2002). É uma espécie brasileira encontrada em diversas formações florestais e também em áreas desmatadas, em clareiras e bordas de mata. Árvore de grande porte e crescimento rápido, heliófila, secundária inicial, decídua, ótima para reflorestamento em plantios mistos de áreas degradadas, de preservação permanente, principalmente por seu rápido crescimento inicial (DURIGAN et al., 2002). Sua ocorrência abrange desde o estado do Pará, Maranhão e Piauí até o Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul, nas florestas pluviais e semidecídua.

As sementes das espécies em estudo apresentam dormência provavelmente causada pela impermeabilidade do tegumento à água (OLIVEIRA et al., 2012). A presença da dormência em sementes é de suma importância, uma vez que garante a permanência da espécie em campo quando as condições ambientais não são favoráveis a germinação. Esta característica assegura que a semente permaneça viável no solo durante longo período de tempo, constituindo um banco de sementes (ESCOBAR et al., 2010).

Para o produtor de mudas, sementes dormentes são consideradas como problema e para resolvê-lo tem-se realizados vários estudos para superar a dormência de diversas espécies. Dentre os métodos estudados para superação da dormência, destacam-se a escarificação química com ácido sulfúrico, a escarificação mecânica com lixa e a imersão em água em diversas temperaturas. Normalmente, independente do tempo de exposição, a escarificação química com ácido sulfúrico é o tratamento pré-germinativo mais satisfatório

para a maioria das espécies nativas, contudo, algumas dificuldades restringem sua utilização em larga escala, como dificuldade de aquisição e manuseio do ácido, bem como a destinação adequada dos resíduos gerados (BRANCALION et al., 2011).

Para que as sementes germinem faz-se necessário que algumas condições ambientais sejam favoráveis, como condições de luminosidade, temperatura, oxigênio e disponibilidade de água adequada (LIMA et al., 2006). A germinação é caracterizada pela protrusão da raiz primária. O processo tem início quando o teor de água da semente exceder um valor crítico que possibilite a ativação dos processos metabólicos promotores do crescimento do eixo embrionário (TAMBELINI e PEREZ, 1998). Assim, a absorção de água é a primeira condição necessária para dar início ao processo de germinação (CASTRO et al., 2004).

A porcentagem, a velocidade, a homogeneidade e tempo médio de germinação e emergência são fatores cruciais na obtenção de plântulas mais vigorosas, principalmente no sistema de produção de mudas. Contudo, essas variáveis são diretamente influenciadas pelo local e ambiente de geminação, além da interação do tipo de semente e pré-embebição quando submetida (ALVES et al., 2005).

Mesmo sendo crescente o acervo de informações sobre o gênero *Bauhinia* e *Enterolobium*, para a *B. variegata* e *E. contortisiliquum* ainda existem uma determinada carência quanto a informações científicas em relação à superação de dormência de sementes da espécie cultivadas no semiárido, uma vez que vários fatores intrínsecos da semente e ambientais citados anteriormente interferem na dormência e na sua liberação, promovendo diferentes níveis de dormência e, por consequente, no tempo de germinação no contexto de reprodução.

Desta forma, tornam-se necessários estudos com relação ao manejo e à análise das sementes, principalmente relacionado às condições apropriadas para obtenção da máxima germinação (ALVES et al., 2008). Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a germinação de sementes e a emergência de plântulas de *B. variegata* e *E. contortisiliquum* submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local do Experimento

Os estudos ecofisiológicos das espécies *B. variegata* e *E. contortisiliquum* foram realizados em laboratório e casa de vegetação, na Universidade Federal de Alagoas - *Campus Arapiraca*, situado a 9°42'02,01" Sul; 36°41'14,09" Oeste e altitude de 325 m.

2.2. Teste de Germinação e Emergência

Foram colhidos frutos em árvores de *B. variegata* e *E. contortisiliquum* no município de Arapiraca – AL, em agosto de 2013, para realização de testes de germinação e emergência no Laboratório de Fisiologia Vegetal.

Antes da montagem dos experimentos as sementes foram beneficiadas e imersas em solução de hipoclorito de sódio com concentração de 2,5% por 3 minutos, e em seguida, lavadas por 2 minutos em água corrente para remover o excesso de cloro residual. O teste de germinação foi conduzido sob condições controladas a 25 °C e luz constante e o teste de emergência foi conduzido em casa de vegetação com tela do tipo sombrite 50% (BRASIL, 2009).

A fim de superar a dormência tegumentar, as sementes foram submetidas a tratamentos pré-germinativos, baseados em pré-testes realizados, sob as seguintes condições: controle (T1), com ausência de tratamento pré-germinativo; embebição em água destilada a temperatura ambiente durante 24 horas (T2); imersão em água a 80 °C por 2 e 5 minutos (T3 e T4) em um béquer contendo 400 mL de água destilada, volume este necessário para submergir as sementes e com o auxílio de um termômetro foi realizado o controle da temperatura; escarificação química com a imersão das sementes em ácido sulfúrico concentrado (98%), por 5, 10 e 15 minutos (T5, T6, T7) e em seguida lavadas em água corrente durante 2 minutos minutos para retirar o excesso de ácido; e escarificação mecânica manual com material abrasivo (Lixa nº 80) do lado oposto ao hilo (T8). O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso, sendo oito tratamentos e quatro repetições de 25 sementes por tratamento para *B. variegata* e com oito tratamentos e cinco repetições de 20 sementes por tratamento para *E. contortisiliquum*.

Em laboratório, após a desinfecção das sementes e aplicação dos tratamentos, as mesmas foram semeadas em caixas do tipo gerbox sobre duas folhas de papel mata-borrão,

previamente hidratadas em 2,5 vezes o peso do papel seco (BRASIL, 2009), e acondicionadas em câmara de germinação do tipo B.O.D. a uma temperatura de 24°C e fotoperíodo de 12 horas.

As avaliações da quantidade de sementes germinadas iniciaram-se 24 h após a semeadura e foram feitas diariamente até que houvesse a estabilização da germinação. Foram consideradas como sementes germinadas aquelas que apresentaram comprimento da radícula superior a 2 mm.

Na casa de vegetação, a semeadura ocorreu em bandejas de polietileno com 32 células contendo 4,6 Kg de areia lavada previamente peneirada. Em seguida, a mesma foi umedecida com quantidade de água equivalente a 60% da capacidade de retenção, que correspondeu a 760 mL, cuja manutenção da umidade foi por meio de irrigações diárias. O acompanhamento do número de sementes emergidas foi realizado diariamente após 24 h da semeadura e utilizou-se como critério o surgimento dos cotilédones acima do nível do solo, até a estabilização da emergência.

As avaliações dos resultados dos testes de germinação e emergência, foram realizadas por meio da porcentagem de germinação (%G) e emergência (%E); índice de velocidade de germinação (IVG) e emergência (IVE) e tempo médio de germinação (TMG) e emergência (TME), respectivamente. Para a porcentagem de germinação e emergência foi realizada a contagem final das sementes germinadas em relação ao número inicial de sementes, calculada pela fórmula proposta por Labouriau e Valadares (1976).

$$\%G = \frac{N}{A} 100 \text{ e } \%E = \frac{N}{A} 100$$

Em que:

%G = Porcentagem de germinação;

%E = Porcentagem de emergência;

N = Número total de sementes germinadas ou plântulas emergidas;

A = Número total de sementes semeadas.

O índice de velocidade de germinação e emergência foi avaliado concomitantemente à determinação da porcentagem de germinação e emergência, sendo este calculado pelo somatório do número de sementes germinadas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação, de acordo com a fórmula definida por Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \frac{G_3}{N_3} + \dots + \frac{G_n}{N_n} \text{ e } IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \frac{E_3}{N_3} + \dots + \frac{E_n}{N_n}$$

Em que:

IVG = índice de velocidade de germinação;

IVE = índice de velocidade de emergência;

G1, G2, G3,..., Gn = número de sementes germinadas ou plântulas emergidas na primeira, segunda, terceira e enésima contagem;

N1, N2, N3,..., Nn = número de dias da semente à primeira, segunda, terceira e enésima contagem.

Em relação ao tempo médio, tanto de germinação quanto de emergência, foram feitas contagens diárias das sementes germinadas até o final da avaliação e calculado através da fórmula proposta por Labouriau (1983), sendo os resultados expressos em dias:

$$TMG = \frac{\sum ni t_i}{\sum ni}$$

Em que:

TMG = tempo médio de germinação ou emergência;

ni = número de sementes germinadas ou plântulas emergidas no intervalo entre cada contagem;

ti = tempo médio decorrido entre o início da germinação ou emergência;

i = énesima contagem.

Os dados foram testados, quanto à normalidade, pelo teste de Shapiro-Wilk e submetidos à análise de variância, e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de significância, com o auxílio do programa estatístico SISVAR, versão 5.1 Build 72 (FERREIRA, 2008).

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1. Teste de Germinação e Emergência

Para o teste de germinação foi observado que a estabilização da germinação das sementes ocorreu 13 dias após a semente para *B. variegata* e 17 dias para *E.*

contortisiliquum. Já para o teste de emergência houve a estabilização 18 dias após sementeira para *B. variegata* e 17 para *E. contortisiliquum*. Verificou-se também que, os tratamentos pré-germinativos para quebrar a dormência de sementes de *B. variegata* e *E. contortisiliquum* realizados, através do teste de germinação e emergência, influenciaram significativamente ao nível de 1% de significância em ambos os testes para todas as variáveis analisadas: percentagem de germinação (%G) e emergência (%E), índice de velocidade de germinação (IVG) e emergência (IVE) e tempo médio de germinação (TMG) e emergência (TME) (Tabela 1). Silva et. al. (2012), testando métodos de superação de dormência observou uma diferença significativa entre os tratamentos de escarificação química e mecânica aplicadas em sementes de *E. contortisiliquum*. Da mesma forma, Alves et. al. (2004) verificaram diferenças significativas na superação da dormência de *B. variegata* entre a escarificação mecânica e a testemunha.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância dos dados de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME), obtidos em sementes de *Bauhinia variegata* e *Enterolobium contortisiliquum* submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos.

Quadrados Médios				
Teste de Germinação <i>B. variegata</i>				
Fontes de Variação	GL	%G	IVG	TMG
Tratamentos	7	5877,42**	60,87**	12,53**
Resíduos	21	23,90	0,47	1,07
CV (%)		6,41	11,38	24,54
Teste de Emergência <i>B. variegata</i>				
Fontes de Variação	GL	%E	IVE	TME
Tratamentos	7	3535,35**	2,27**	13,18**
Resíduos	21	90,78	0,10	3,81
CV (%)		24,99	34,11	17,94
Teste de Germinação <i>E. contortisiliquum</i>				
Fontes de Variação	GL	%G	IVG	TMG
Tratamentos	7	9962,05**	30,40**	48,51**
Resíduos	21	64,20	0,33	43,84
CV (%)		14,21	20,79	43,84
Teste de Emergência <i>E. contortisiliquum</i>				
Fontes de Variação	GL	%E	IVE	TME
Tratamentos	7	7339,42**	13,21**	56,64**
Resíduos	21	22,28	0,06	1,28
CV (%)		8,36	11,25	12,42

** Diferença significativa a 1% de probabilidade pelo teste F

As maiores porcentagem de germinação para *B. variegata* ocorreram nos tratamentos com ácido sulfúrico por 5, 10, 15 min e lixa, os quais resultaram em 100%, 100%, 100% e 95 % de germinação, respectivamente. Já a porcentagem de emergência foi superior apenas com o ácido sulfúrico a 15 min, resultando 90% de emergência (Tabela 2).

Resultados semelhantes foram encontrados por Costa et al. (2013) ao estudarem a superação de dormência em sementes de *Bauhinia forficata* Link, em que os tratamentos com ácido sulfúrico (5, 10 e 15 min) mostraram desempenho satisfatório, revelando que o efeito na superação da dormência deve-se à ação do ácido no tegumento. Este fato confirma que a dormência presente na semente de *B. variegata* é devido à impermeabilidade de água e/ou gases para o interior da semente. Desta forma, os processos metabólicos necessários para que ocorra a germinação e que são induzidos a partir da embebição não conseguem ser iniciados. Estes resultados também corroboram com Smiderle et al. (2000) que ao estudar a superação de dormência em sementes de *Bauhinia angulata* encontraram valores superiores de germinação com relação a testemunha, ao submeter as sementes a ácido sulfúrico (5, 10 e 15 min). Já para Oliveira et. al. (2012), os tratamentos que se mostraram mais eficientes foram escarificação mecânica sem e com imersão em água por 24 h e escarificação química com ácido sulfúrico por 5 minutos.

Tabela 2 - Percentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), percentagem de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) - em dias - de sementes de *Bauhinia variegata* submetidas a diferentes tratamentos para superação de dormência.

* Tratamentos	Teste de Germinação			Teste de Emergência		
	%G	IVG	TMG	%E	IVE	TME
Testemunha	15 c	0,70 b	8,56 b	17 d	0,51 c	11,83 b
H ₂ O - 24h	23 b	0,45 b	8,01 b	25 c	0,54 c	10,73 a
H ₂ O 80°C - 2'	22 b	1,28 b	7,39 b	13 d	0,35 c	12,62 b
H ₂ O 80°C - 5'	8 c	0,33 b	7,75 b	6 d	0,12 c	13,91 b
H ₂ SO ₄ - 5'	100 a	7,10 a	3,59 a	60 b	1,44 b	10 a
H ₂ SO ₄ - 10'	100 a	8,14 a	3,09 a	64 b	1,57 b	8,80 a
H ₂ SO ₄ - 15'	100 a	7,93 a	3,19 a	90 a	2,34 a	8,73 a
Lixa	95 a	6,04 a	4,14 a	61 b	0,88 c	10,47 a

Nas colunas médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

*Tratamentos: testemunha – sementes sem tratamento; H₂O - 24 h - embebição das sementes em água a temperatura ambiente durante 24 h; H₂O 80 °C - 2' - imersão das sementes em água a temperatura de 80 °C durante 2 min; H₂O 80 °C - 5' - imersão das sementes em água a temperatura de 80 °C durante 5 min; H₂SO₄ - 5' - imersão das sementes em ácido sulfúrico durante 5 min; H₂SO₄ - 10' - imersão das sementes em ácido sulfúrico durante 10 min; H₂SO₄ - 15' - imersão das sementes em ácido sulfúrico durante 15 min; Lixa – escarificação mecânica com lixa n° 80.

A imersão das sementes em água quente (80°C a 5 min) não foi eficiente para superação da dormência das sementes de *B. variegata*, obtendo baixa percentagem de germinação e emergência (Tabela 2). Oliveira et. al. (2012), também não obtiveram resultados satisfatórios na quebra da dormência de *B. variegata* tratadas com imersão em água a 80, 90 e 100°C até resfriamento. Costa et al. (2013) ressalta que a explicação dessa baixa percentagem de germinação e emergência de sementes submetidas à água a 80°C é devido a danificação de

estruturas essenciais das sementes, uma vez que pode ter ocorrido o início do processo germinativo (protrusão da radícula), mas não suficientemente para que as plântulas germinassem e emergissem.

Para o índice de velocidade de germinação (IVG), os tratamentos com ácido sulfúrico e lixa, independentemente do tempo de exposição, também se revelaram superiores em relação aos demais, pois promoveram um IVG de 8,14; 7,93; 7,1 e 6,04 para a imersão de sementes de *B. variegata* no ácido durante 10, 15, 5 min e lixa, respectivamente, bem como, também apresentaram melhores tempo de germinação (TMG) (Tabela 2). Desta forma, observa-se que as sementes utilizadas no estudo estavam em pleno vigor, dependendo apenas da superação da dormência para germinar.

Ao avaliar o índice de velocidade de emergência (IVE), foi observado que o tratamento imersão em ácido sulfúrico a 15 min se mostrou como o tratamento mais eficiente com 2,34 de IVE. No entanto, o tempo médio de emergência (TME) não diferiu estatisticamente na maioria dos tratamentos (H_2O 80°C - 2', H_2SO_4 - 5', H_2SO_4 - 10', H_2SO_4 - 15' e Lixa), sendo o tratamento com ácido sulfúrico a 15 min com menor tempo de emergência (Tabela 2). Pode-se então verificar que independentemente do substrato usado na sementeira de *B. variegata*, em condições controladas ou em casa de vegetação, o tratamento ácido sulfúrico é eficiente na superação da dormência.

Quanto à espécie *E. contortisiliquum* verifica-se que os maiores valores de porcentagem de germinação ocorreram nos tratamentos com ácido sulfúrico por 10 e 15 min e lixa, os quais resultaram em 100%, 100% e 97,6%, respectivamente. Já para a porcentagem de emergência foram superiores os tratamentos com ácido sulfúrico a 5, 10 e 15 min e lixa com resultados de 94%, 98%, 93% e 94% de emergência, respectivamente (Tabela 3). Eira, Freitas e Mello (1993), encontraram valores superiores a 95% de germinação para os tratamentos com ácido sulfúrico, promovendo maior uniformidade e velocidade de germinação nas condições do presente trabalho, comportando-se como o melhor tratamento. Já para Silva e Rosa (2012) a escarificação mecânica com lixa é o método mais eficiente para superação da dormência tegumentar em sementes de *E. contortisiliquum* com germinação de 100% e maior IVG.

Tabela 3 - Porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG), percentagem de emergência (%E), índice de velocidade de emergência (IVE) e tempo médio de emergência (TME) - em dias - de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* submetidas a diferentes tratamentos para superação de dormência.

* Tratamentos	Teste de Germinação			Teste de Emergência		
	%G	IVG	TMG	%E	IVE	TME
Testemunha	3,20 d	0,16 d	9,0 b	4 d	0,07 f	14,75 c
H ₂ O - 24h	5,60 d	0,18 d	11,20 b	4 d	0,07 f	15 c
H ₂ O 80°C - 2'	12 d	0,46 d	9,12 b	20 c	0,55 e	9,96 b
H ₂ O 80°C - 5'	45,60 c	1,66 c	7,16 b	45 b	1,61 d	7,53 a
H ₂ SO ₄ - 5'	87,20 b	3,89 b	5,90 a	94 a	3,81 b	6,48 a
H ₂ SO ₄ - 10'	100 a	6,12 a	4,28 a	98 a	4,26 a	5,92 a
H ₂ SO ₄ - 15'	100 a	5,47 a	4,65 a	93 a	3,86 b	6,20 a
Lixa	97,60 a	4,42 b	5,64 a	94 a	3,37 c	7,12 a

Nas colunas médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

*Tratamentos: testemunha – sementes sem tratamento; H₂O - 24 h – embebição das sementes em água à temperatura ambiente durante 24 h; H₂O 80 °C - 2' - imersão das sementes em água à temperatura de 80 °C durante 2 min; H₂O 80 °C - 5' - imersão das sementes em água à temperatura de 80 °C durante 5 min; H₂SO₄ - 5' - imersão das sementes em ácido sulfúrico durante 5 min; H₂SO₄ - 10' - imersão das sementes em ácido sulfúrico durante 10 min; H₂SO₄ - 15' - imersão das sementes em ácido sulfúrico durante 15 min; Lixa – esscarificação mecânica com lixa n° 80.

Para o índice de velocidade de germinação (IVG), os tratamentos com ácido sulfúrico a 10 e 15 min, também se revelaram superiores em relação aos demais, pois promoveram um IVG de 6,12 e 5,47, respectivamente e com menores tempos de emergência (Tabela 3). Estes resultados corroboram com Silva et. al. (2012), que observou, tanto para a percentagem de emergência quanto para o IVG, melhores resultados de superação de dormência em ácido sulfúrico e em lixa. Para o índice de velocidade de emergência (IVE), a imersão das sementes com o ácido sulfúrico a 10 min se mostrou como o tratamento mais eficiente apresentando um índice de velocidade de emergência de 4,26. Entretanto, para o tempo médio de emergência (TME) a maioria dos tratamentos foi eficiente, não diferindo estatisticamente (H₂O 80°C - 5', H₂SO₄ - 5', H₂SO₄ - 10', H₂SO₄ - 15' e Lixa), sendo o tratamento com ácido sulfúrico a 10 min com menor tempo de emergência (Tabela 3). O desgaste do tegumento é essencial para que a percentagem de germinação e o IVG sejam elevados em semente de *E. contortisiliquum* (SCALON, et al. 2005).

4. CONCLUSÕES

Os tratamentos pré-germinativos, esscarificação mecânica com lixa e química com ácido sulfúrico concentrado por 5, 10 e 15 minutos promovem maior percentual de germinação para *Bauhinia variegata*. E para emergência o melhor tratamento foi a imersão no ácido sulfúrico por 15 minutos.

Para *Enterolobium contortisiliquum* os tratamentos pré-germinativos, escarificação mecânica com lixa e química com ácido sulfúrico concentrado por 10 e 15 minutos promove o maior percentual de germinação e emergência.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. U.; DORNELAS, C. S. M.; BRUNO, R. L. A.; ANDRADE, L. A.; ALVES, E. U. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia divaricata* L. *Acta bot. bras.* v.18, n.4 p.871-879. 2004.

ALVES, E. U.; NASCIMENTO, C. D. L.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; CARDOSO, E. A.; GALINDO, E. A.; SILVA, K. B. Germinação e vigor de sementes de *Bauhinia divaricata* L. *Ciência Rural*, v.38, n.4, p.960-966, 2008.

ALVES, M. C. S. MEDEIROS FILHO, S.; BEZERRA, A. M. E.; OLIVEIRA, V. C. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *moringa oleifera* L. Em diferentes locais de germinação e submetidas à pré-embebição. *Ciênc. agrotec.*, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1083-1087, 2005.

BRANCALION, P. H. S.; MONDO, V. H. V.; NOVEMBRE, A. D. L. C. Escarificação química para a superação da dormência de sementes de saguaraji-vermelho (*Colubrina glandulosa* Perk. -Rhamnaceae). *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.35, n.1, p.119-124, 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília. 399 p. 2009.

CASTRO, R.D.; BRADFORD, K.J.; HILHOST, H.W.M. Embebição e Reativação do metabolismo. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETTI, F. (Ed.). **Germinação - do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, p.149-162, 2004.

COSTA, E. S. et al. Dormência de sementes e efeito da temperatura na germinação de sementes de mororó. *Revista Ciência Agrária*, v. 56, n. 1, p. 19-24, 2013.

DURIGAN, G. et al. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. 2. ed., São Paulo: Páginas e Letras Editora e Gráfica, 2002.

EIRA, M. T. S. FREITAS, R. W. A.; MELLO, C. M. C.. Superação da dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (vell.) Morong. – Leguminosae. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 15, n.2, p. 177-181, 1993.

ESCOBAR, T. A.; PEDROSO, V. M.; BONOW, R. N.; SCHWENGBER, E. B. Superação de dormência e temperaturas para germinação de sementes de *Acacia caven* (Mol.) Mol. (espilho). *Revista Brasileira de Sementes*, vol. 32, nº 2 p. 124-130, 2010.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. *Revista Symposium* (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.

- LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 174p.
- LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro. v.48, n.2, p.263-284, 1976.
- LIMA, J. D.; ALMEIDA, C. C.; DANTAS, V. A. V.; SILVA, B. M. S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (LEGUMINOSAE, CAESALPINOIDEAE). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, n. 4, p. 513-518, 2006.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. São Paulo: Instituto Plantarum. v. 1, 384 p. 2002
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa, Instituto Plantarum. 2002.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- MALAVASI, M. M. Germinação de sementes. In: PINÃ-RODRIGUES, F. C. M. (Coord.). **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargill, 100p. 1988.
- OLIVEIRA, L. M.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U.; SOUZA, D. M. M.; ANDRADE, A. P. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Samanea tubulosa* Benthham - (Leguminosae-Mimosoideae). **Revista Árvore**, v.36, n.3, p.433-440, 2012.
- OLIVEIRA, T. M.; AMARAL G. C.; FARIAS, S. G. G.; ALVES, A. R.; MAIA, E. L.; SANTOS, L. M. Superação de dormência de sementes de mororó (*Bauhinia forficata* Linn.). **Scientia Plena** v.8, n. 4, p. 1-5. 2012
- SAMPAIO, E. V. S. B. Overview of the Brazilian caatinga. In: Bullock, S.H.; Mooney, H.A.; Medina, E. (Ed.). **Seasonally dry tropical forests**. Cambridge, Cambridge University Press. p. 35-63, 1995.
- SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; WATHIER, F.; GOMES, A. A.; SILVA, K. A.; PIEREZAN, L.; SCALON FILHO, H. Armazenamento, germinação de sementes e crescimento inicial de mudas. **Acta Sci. Biol. Sci.** Maringá, v.27, n.2, p.107-112, 2005.
- SMIDERLE, O. J.; LUZ, F. J. F. Superação da dormência em sementes de pata-de-vaca (*Bauhinia angulata* Vell). **Revista Agro@ambiente On-line** 4: 80-85, 2010.
- SILVA, A. C. F.; SILVEIRA, L. P.; NUNES, I. G.; SOUTO, J. S. Superação de dormência de *Enterolobium contortisiliquum* Mor. (Vell.) Morong. **Scientia Plena** v.8, n. 4, p. 1-6, 2012.
- SILVA, C. T. A. C. ROSA, A. P. M. Tratamentos para superação da dormência em sementes de orelha-de-negro (*Enterolobium contortisiliquum* (vell.) Morong). **Revista Varia Scientia Agrárias**, v. 02, n.02, p. 79-90, 2012.

TAMBELINE, M.; PEREZ, S. C. J. G. Efeito do estresse hídrico simulado com PEG (6000) ou manitol na germinação de sementes de barbatimão (*Stryphnodendron polyphyllum* Mart.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.20, n.1, p.226-232, 1998.

ARTIGO 2

DESENVOLVIMENTO INICIAL DE MUDAS DE *Bauhinia variegata* (Linn.)
SUBMETIDAS A CONDICIONADORES DE SOLO E DIFERENTES MANEJOS
HÍDRICOS.

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desenvolvimento inicial de plântulas de *Bauhinia variegata* (Linn.) em função do uso de condicionadores de solo (hidrogel) e diferente manejos hídrico. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação em delineamento experimental inteiramente casualizado e esquema fatorial 2 x 2 x 5, sendo representadas por 2 intervalos de irrigação (2 e 4 dias), condicionador de solo (presença e ausência) e 5 épocas de avaliação (0, 15, 30, 45 e 60 dias) para cada tratamento. Os tratamentos avaliados foram: 1) Substrato/intervalo de 2 dias de irrigação; 2) Substrato + hidrogel/intervalo de 2 dias de irrigação; 3) Substrato/intervalo de 4 dias de irrigação; e 4) Substrato + hidrogel/intervalo de 4 dias de irrigação. Para a condução do experimento 160 plântulas foram transplantadas para vasos de polietileno e as avaliações realizadas a cada 15 dias a partir do 30º dia após o transplante até completar os 90 dias. Em cada avaliação foi mensurado o diâmetro do caule (DC), altura da planta (AP), comprimento e largura das folhas, peso das folhas, caule e raiz, sendo estes utilizados para determinação da área foliar, massa seca da folha (MSF), massa seca do caule (MSC), massa seca da raiz (MSR), e massa seca total (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD). Em seguida determinadas as taxas de crescimento: Taxa de Crescimento Relativo (TCR), Taxa Assimilatória Líquida (TAL), Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) e Razão de Área Foliar (RAF). Observou-se que o intervalo de irrigação interferiu significativamente em todas as variáveis estudadas, bem como o uso de condicionador de solo obteve efeito significativo na altura de plantas (AP), área foliar (AF), massa seca da folha (MSF) e massa seca total (MST). Contudo, o intervalo de irrigação de dois dias associado ao uso de hidrogel proporcionaram maior desenvolvimento vegetal e maior velocidade de crescimento durante a fase inicial de formação de mudas *Bauhinia variegata*.

Palavras chaves: Pata-de-vaca. Frequência de Irrigação. Polímero hidrorretentor. Produção de mudas.

INITIAL DEVELOPMENT OF *Bauhinia variegata* (Linn.) SEEDLINGS UNDER SOIL
CONDITIONERS AND DIFFERENT WATER MANAGERMENTS.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the initial development of *Bauhinia variegata* seedlings (Linn.) regarding the use of soil conditioners (hydrogel) and different water managements. The experiment was a factorial 2 x 2 x 5 in a randomized complete block design, carried out in greenhouse, and was represented by two irrigation intervals (2 and 4 days), soil conditioner (with and without) and five evaluation periods (0, 15, 30, 45 and 60 days) for each treatment. The treatments were: 1) Substrate/2 days irrigation interval; 2) Substrate + hydrogel/ 2 days irrigation interval; 3) Substrate/4 days of irrigation interval; and 4) Substrate + hydrogel/4 days irrigation interval. One hundred sixty seedlings were transplanted into polyethylene pots, and evaluations were carried out every 15 days from the 30th day after transplantation until the 90th day. In each evaluation, it was measured stem diameter (SD); plant height (PH); length and width of leaves; stem, leaves and root weight, which are used to determine the leaf area; leaf dry weight (LDW), stem dry weight (SDW), root dry weight (RDW), total dry weight (TDW), and Dickson Quality Index (DQI). Afterwards, growth ratios were determined: Relative growth ratio (RGR), net assimilation ratio (NAR), absolute growth ratio (AGR) and Leaf area ratio (LAR). It was observed that the irrigation interval interfered significantly in all studied variables. Also, the use of soil conditioner had significant effect on plant height (PH), leaf area (LA), leaf dry weight (LDW), and total dry weight (TDW). In conclusion, two days interval associated with hydrogel provided higher plant development and higher growth ratio during the initial stage of *Bauhinia variegata* seedlings formation.

Keywords: *Bauhinia variegata*. Irrigation frequency. Hidroretentive polymer. Seedling production.

1. INTRODUÇÃO

Nas primeiras semanas após o plantio as mudas necessitam de grande disponibilidade de água e este fato influi diretamente no estabelecimento e no crescimento das plantas. Assim, a rega de mudas florestais durante o plantio e após as primeiras semanas torna-se necessária para a garantia do sucesso no estabelecimento. No entanto, tal prática em alguns casos é inviável economicamente e operacionalmente ou até mesmo impraticável, em função da disponibilidade de água (BUZETTO et al., 2002; MALAVASI et al., 2005; THOMAS, 2008), principalmente em regiões sujeitas a escassez hídrica.

Nesse sentido, os polímeros sintéticos (hidrogéis) vêm sendo empregados em várias culturas desde a década de 60, como tecnologia que contribui com o processo de produção de mudas, por melhorarem as propriedades físico-químicas dos solos, possibilitando a redução do número de irrigações e as perdas de nutrientes (SHAINBERG e LEVY, 1994; OLIVEIRA et al., 2004). Os hidrogéis estão disponíveis no mercado e são adicionados às covas de plantio das mudas na forma hidratada. O emprego do polímero no plantio de mudas é fundamentado na capacidade de potencializar o estabelecimento e desenvolvimento de mudas, uma vez que o mesmo retém água e disponibiliza gradativamente, reduzindo o turno de rega. Assim a presença do hidrogel contribui não só para a sobrevivência das mudas, como resulta em maior crescimento e fotossíntese das plantas (ARBONA et al., 2005).

A *Bauhinia variegata* é uma espécie arbórea, pioneira e de rápido crescimento. Esta é recomendada para plantios mistos em áreas destinadas à recomposição da vegetação arbórea, pois é uma planta pioneira e de rápido crescimento. O gênero *Bauhinia* tem sido difundido na cultura medicinal brasileira e é frequentemente encontrado na composição de fitoterápicos industrializados. Conhecida como pata-de-vaca, a espécie *Bauhinia variegata* Linn (Fabaceae) é largamente utilizada na medicina popular por possuir propriedades hipoglicemiantes comprovadas por meio de pesquisas farmacológicas, assim como as suas folhas são utilizadas em diversos tratamentos para inflamações renais. Sua madeira é moderadamente pesada, de textura grossa e pouco durável, podendo ser indicada em construção civil, para cabo de ferramentas e instrumentos agrícolas, para arcos e raios de carroças, bem como para lenha e carvão (LORENZI, 2002).

Vale ressaltar que, é escasso o conhecimento disponível para o manejo da maioria das espécies florestais, de modo a fornecer dados que possam caracterizar seus atributos físicos e fisiológicos. Desta forma é de grande importância estudar novas tecnologias e sua interação com as plantas a fim de aumentar a capacidade de retenção de água no solo e

auxiliar no estabelecimento da planta (FELFILI et al., 2008; VENTUROLI; VENTUROLI, 2011). Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial de plântulas de *Bauhinia variegata* em função do uso de condicionadores de solo (hidrogel) e diferentes manejos hídricos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Condicionador de Solo, Intervalos de Irrigação e Épocas de coleta

O experimento foi desenvolvido na Universidade Federal de Alagoas - *Campus Arapiraca* em casa de vegetação. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado e esquema fatorial $2 \times 2 \times 5$, representados por 2 intervalos de irrigação (2 e 4 dias), condicionador de solo (presença e ausência) e 5 épocas de avaliação (0, 15, 30, 45 e 60 dias após o transplante) para cada tratamento, com dez repetições cada. Assim, os tratamentos avaliados foram: 1) Substrato/ intervalo de 2 dias de irrigação; 2) Substrato + hidrogel/intervalo de 2 dias de irrigação; 3) Substrato/intervalo de 4 dias de irrigação; e 4) Substrato + hidrogel/intervalo de 4 dias de irrigação.

Para a condução do experimento, foram produzidas plântulas antecipadamente e 45 dias após a emergência foram selecionadas 160 plantas com homogeneidade de altura e diâmetro do caule. Em seguida, as mesmas foram transplantadas para vasos de polietileno preto contendo 1,7 L de substrato composto por areia, terra de barranco e casca de arroz carbonizada na proporção de 2:1:1 respectivamente, visto a praticidade de serem encontrados. Foi adicionado ao substrato, no momento do transplante, 3g/vaso do polímero hidroabsorventes hidratado em 150 mL de água nas parcelas contendo substrato + hidrogel. Cada parcela foi constituída por 10 vasos plásticos contendo uma planta cada.

A lâmina de irrigação foi determinada a partir do peso do recipiente utilizado no experimento (vaso plásticos de 1,7 L), contendo 2,6 kg do substrato seco. Em seguida, umedeceu-se todo substrato e após o período de drenagem 48 horas, pesou-se novamente amostra, obtendo a diferença entre o peso do substrato úmido e seco, sendo esta operação repetida três vezes. Foi determinando assim a quantidade de água retida no solo de 150 mL. Assim, utilizou-se, para irrigação em todos os tratamentos, uma lâmina de água de 15,78 mm, levando em consideração os tratamentos mencionados a cima.

2.2. Análise de Crescimento em casa de vegetação

Para análise de crescimento das mudas foram realizadas avaliações destrutivas de 10 plantas de cada tratamento por época de avaliação, como descrito anteriormente. As avaliações foram realizadas a cada 15 dias a partir do 30º dia após o transplante até completar os 90 dias, período que compreende o tempo médio necessário para a produção de mudas. Os resultados foram obtidos por intermédio da mensuração do Diâmetro do Caule (DC), Altura da Planta (AP), Área Foliar (AF), Massa Seca da Folha (MSF), Massa Seca do Caule (MSC), Massa Seca da Raiz (MSR), Massa Seca Total (MST) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD). O Índice de Qualidade de Dickson foi calculado pela fórmula proposta por Dickson et al., (1960):

$$IQD = \frac{MST(g)}{\frac{AP(cm)}{DC(mm)} + \frac{MSPA(g)}{MSR(g)}}$$

Onde,

MST = massa seca total (g);

AP = altura da Planta (cm);

DC = diâmetro do caule (mm);

MSPA = massa seca da parte aérea (g);

MSR = massa seca da raiz (g).

O diâmetro do caule foi mensurado com o auxílio de paquímetro na região do colo da muda. Já a altura da planta foi medida com auxílio de régua milimetrada, tendo como base o colo da planta ao ápice da gema apical. Foram avaliados ainda, o comprimento e largura de todas as folhas, estimando assim a área foliar através da equação, segundo Silva et al. (2007):

$$y = a + bx$$

Onde,

y = área foliar;

a = coeficiente de determinação de 6,78;

b = coeficiente de determinação de 1,64;

x = comprimento da folha (C) x largura da folha (L)

Para determinação de matéria seca, separou-se as partes das mudas (folhas, caule e sistema radicular), colocados em sacos de papel madeira devidamente identificados e submetidos à secagem em estufa de circulação de ar forçada regulada a uma temperatura de 65°C por 72 horas, onde posteriormente foram pesados em balança analítica com três casas decimais.

A partir das determinações de massa seca e de área foliar, foram determinadas, por meio de fórmulas matemáticas propostas por Benincasa (2003), as taxas de crescimento: Taxa de crescimento relativo (TCR), Taxa de assimilação líquida (TAL), Taxa de crescimento absoluto (TCA) e Razão de área foliar (RAF).

- Taxa de crescimento absoluto (TCA):

$$TCA = (W2-W1)/(T2-T1)$$

Em que:

TCA = taxa de crescimento absoluto (g dia⁻¹ ou semana);

W2 e W1 = massa de matéria seca (g);

T2 e T1 = tempo decorrido das amostras.

- Taxa de crescimento relativo (TCR):

$$TCR = TAL \times RAF$$

Em que:

TCR = Taxa de crescimento relativo (g.g⁻¹. dia⁻¹);

TAL = Taxa assimilatória líquida (g.dm⁻¹. dia⁻¹);

RAF = Razão de área foliar (cm² ou dm² g⁻¹)

- Razão de área foliar (RAF)

$$RAF = L/W$$

Em que:

L = área foliar;

W = matéria seca total da planta.

- Taxa assimilatória líquida (TAL)

$$TAL = (W2 - W1) (\ln L2 - \ln L1) / (L2 - L1)(T2-T1)$$

Em que:

Ln = logaritmo neperiano

Os dados foram submetidos às avaliações de normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Para os resultados referentes altura da planta, diâmetro do caule, área foliar, massa seca da folha, massa seca do caule, massa seca da raiz e massa seca total, foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, para os fatores e interações de caráter qualitativo. Para o fator quantitativo as médias foram analisadas e ajustadas por meio da regressão linear ($p \leq 5\%$), com o auxílio do programa estatístico Sisvar. Os dados de análises de crescimento foram avaliados por meio de gráficos gerados com o programa adequado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Análise de Crescimento

A partir dos resultados obtidos nas avaliações da análise de crescimento observou-se, por meio do Teste F da análise de variância, que houve efeito significativo para o tratamento irrigação em todas as variáveis estudadas. Já para condicionador de solo o efeito significativo se deu em altura de plantas (AP), área foliar (AF), massa seca da folha (MSF) e massa seca total (MST). Resultados semelhantes foram encontrados por Rodrigues (2007), quando estudando a influencia do uso de hidrogel no desenvolvimento de mudas do gênero *Eucalyptus*, onde não obteve resultados significativos para diâmetro do coleto e para massa seca da raiz.

A interação entre os fatores intervalo de irrigação e época de coleta, mostrou-se significativa em quase todas as variáveis, sendo estas, altura de planta (AP), diâmetro do caule (DC), área foliar (AF), massa seca do caule (MSC), massa seca da folha (MSF) e massa seca

total (MST). No tocante a interação entre intervalo de irrigação e condicionador de solo, resultados significantes foram observados apenas para diâmetro do caule (DC) e massa seca da folha (MSF), enquanto que a interação condicionador de solo e época de coleta apresentou-se significativa para altura da planta (AP), área foliar (AF) e massa seca da folha (MSF). Na interação entre os três fatores (intervalo de irrigação, condicionador de solo e época de coleta) não houve efeito significativo em todas as variáveis analisadas (Tabela 1 e 2).

Tabela 1 - Valores de F das análises de variâncias referentes aos dados de produção de altura da planta (AP), diâmetro do caule (DC) e área foliar (AF) de mudas de *Bauhinia variegata*.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio		
		AP	DC	AF
Intervalo de Irrigação (I)	1	571,558**	0,027**	1502443,519**
Condicionador de Solo (CS)	1	893,376**	0,005ns	2012036,054**
Época de Coleta (EC)	4	763,304 --	0,922 --	14353381,023 --
I x CS	1	5,814ns	0,011*	11673,156ns
I x EC	4	5,536*	0,010**	206627,332**
CS x EC	4	133,253**	0,004ns	355912,130**
I x CS x EC	4	25,166ns	0,001ns	36786,001ns
Resíduo	180			
CV (%)		18,03	13,69	28,47

-- Os tratamentos são quantitativos, o teste F não se aplica ** significativo ao nível de 1% de probabilidade, * significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Tabela 2 - Valores de F das análises de variâncias referentes aos dados de produção de massa seca da raiz (MSR), massa seca do caule (MSC), massa seca da folha (MSF) e massa seca total (MST) em mudas de *Bauhinia variegata*.

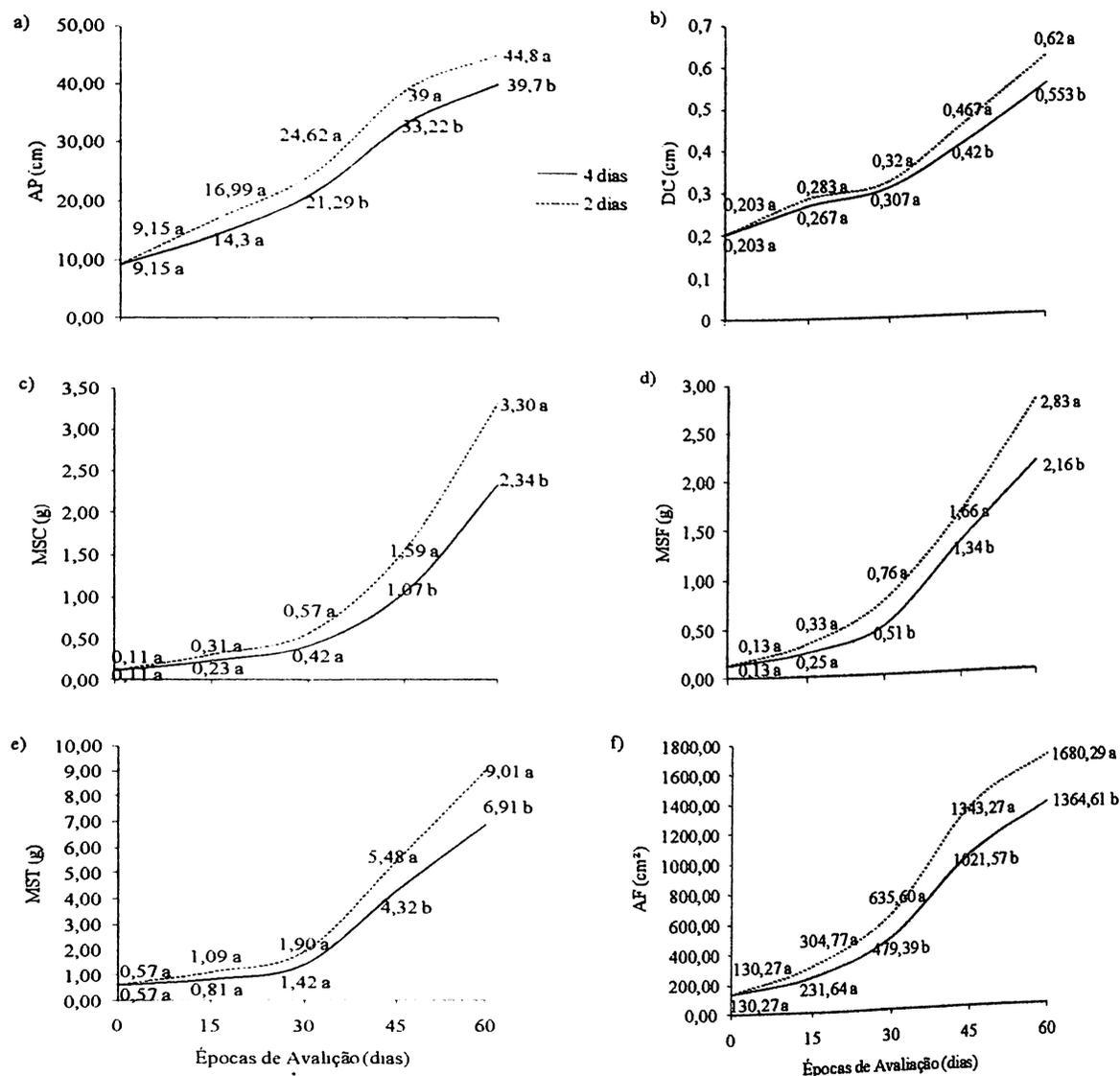
Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio			
		MSR	MSC	MSF	MST
Intervalo de Irrigação (I)	1	1,972**	5,892**	3,461**	32,401**
Condicionador de Solo (CS)	1	0,403ns	0,016ns	3,356**	6,734**
Época de Coleta (EC)	4	46,984 --	50,054 --	38,736 --	398,773 --
I x CS	1	0,100ns	0,056ns	0,418*	1,445ns
I x EC	4	0,402ns	1,597**	0,665**	7,169**
CS x EC	4	0,167ns	0,017ns	0,573**	1,428ns
I x CS x EC	4	0,200ns	0,107ns	0,283ns	1,678 ns
Resíduo	180				
CV (%)		34,95	30,64	29,98	25,63

-- Os tratamentos são quantitativos, o Teste F não se aplica, ** significativo ao nível de 1% de probabilidade, * significativo ao nível de 5% de probabilidade, ns não significativo.

Quando avaliadas as interações entre os tratamentos observou-se que as plantas sobre o regime de irrigação de 2 dias responderam de forma mais efetiva em todas as épocas de avaliação. Para altura de planta, massa seca da folha e área foliar o tratamento de irrigação de dois em dois dias foi superior a partir de 30 dias após o primeiro dia de avaliação, já para diâmetro do caule, massa seca do caule e massa seca total só foi superior a partir do 45º dia. Ao final do experimento, ou seja, 60 dias após a primeira avaliação, as mudas irrigadas de dois em dois dias tiveram um acréscimo de 11,38%, 10,81%, 29,1%, 23,67%, 23,30% e

18,79% em relação à altura da planta, diâmetro do caule, massa seca do caule, massa seca da folha, massa seca total e área foliar, respectivamente, quando comparadas com a irrigação de quatro em quatro dias (Figura 1).

Figura 1 - Altura da planta (AP) (a), diâmetro do caule (DC) (b), massa seca do caule (MSC) (d), massa seca da folha (MSF) (e), massa seca total (MST) (f) e área foliar (g) de mudas de *Bauhinia variegata* submetidas a diferentes intervalos de irrigação e em diferentes épocas de coletas após o transplante. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).



Esses resultados corroboram com Costa (2013), que ao estudar as mesmas variáveis, verificou um aumento significativo em mudas com o intervalo de irrigação de dois dias, com incrementos de 31,76% para altura da planta, 12,54% para diâmetro do caule, 51,43% para massa seca da raiz, 52,63% para massa seca do caule, 51,72% para massa seca das folhas e 51,54% para massa seca total. Costa et al. (2011), em estudo com eucalipto, concluíram que o

intervalo de irrigação (2 dias) favoreceu o maior número de folhas, altura da planta, massa seca do caule, massa seca da folha e massa seca total. Lenhard et al. (2010), estudando o crescimento inicial de mudas de pau-ferro sob diferentes regimes hídricos, que constataram influência da aplicação dos níveis de água, na altura da planta, diâmetro do colo, área foliar e massa seca da folha, até o trigésimo quinto dia.

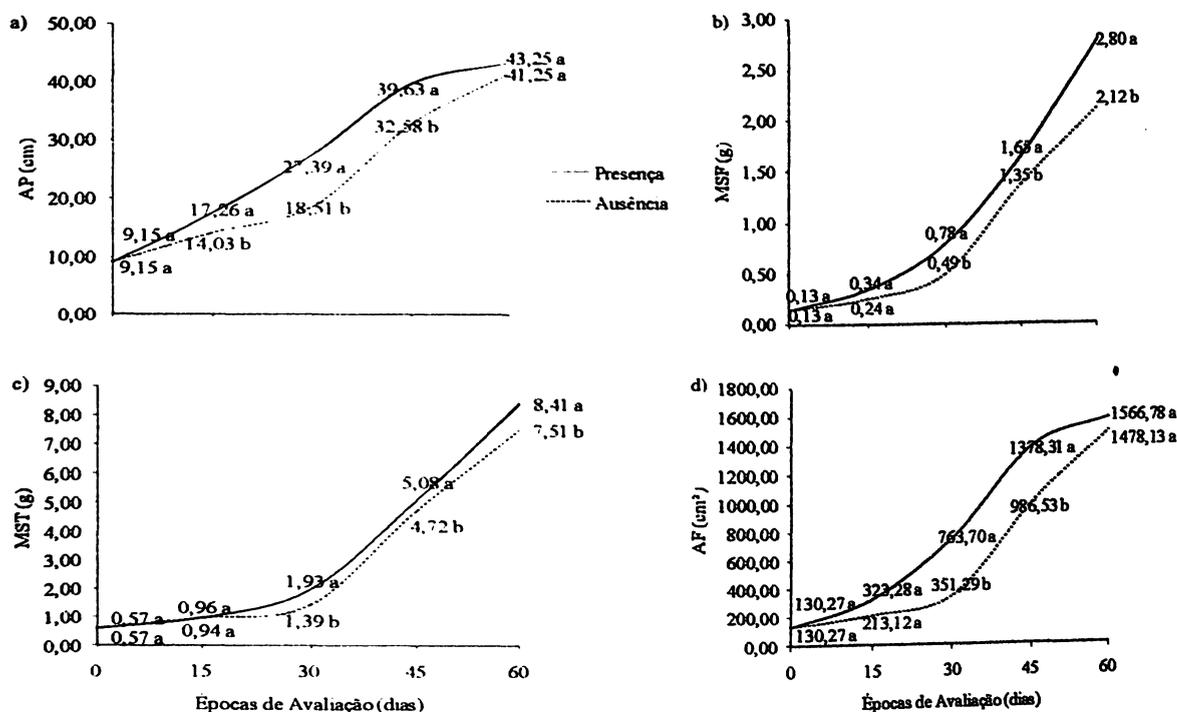
Deste modo, as plantas que se encontravam sob menor turno de rega, provavelmente tiveram melhor desenvolvimento por possuírem mais ramificações, o que possivelmente contribuiu para aumentar a concentração em área e massa dessas variáveis progressivamente no decorrer das épocas de coleta. Além disto, este turno de rega manteve a umidade adequada ao bom desenvolvimento das mudas de *B. variegata*, uma vez que, proporcionou incrementos mais significativos para as variáveis estudadas. De maneira contrária, o estresse hídrico reduz a alocação de biomassa das folhas e aumenta a das raízes, em resposta à baixa disponibilidade de água no solo (LENHARD et al., 2010).

Vale ressaltar que, nos primeiros quinze dias após o transplante, os intervalos de irrigação não interferiram nas variáveis analisadas (Figura 1). Da mesma forma, Pereira (2006) verificou que os níveis de estresse hídrico não influenciaram o desenvolvimento da parte aérea da planta, nos primeiros 15 dias após o plantio. Segundo, o referido autor após o transplante as plantas tentam se aclimatar nos primeiros dias as atuais condições, visando à sobrevivência e não o crescimento.

Para a interação hidrogel e época de avaliação foi constatado um incremento significativo para a massa seca da folha e massa seca total a partir do 30º dia após o primeiro dia de avaliação até o último dia de avaliação (Figura 2 b e c). A área foliar apresentou um incremento significativo a partir da terceira avaliação até 45 dias, no entanto, seu resultado não fora significativo na última avaliação (Figura 2 d).

Já para altura da planta este aumento foi observado a partir do 15º dia após a primeira avaliação até o 45º, porém, da mesma forma que para a área foliar, não se mostrou significativo na última avaliação (Figura 2 a). Este resultado pode ser explicado pela limitação de crescimento radicular proporcionada pelo tamanho do vaso, dificultando o crescimento da muda. Contudo, em todas as variáveis analisadas a presença do polímero foi superior.

Figura 2 - Altura da planta (AP) (a), massa seca da folha (MSF) (b), massa seca total (MST) (c) e área foliar (d) de mudas de *Bauhinia variegata* submetidas à presença ou ausência de hidrogel e em diferentes épocas de coletas após o transplante. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).



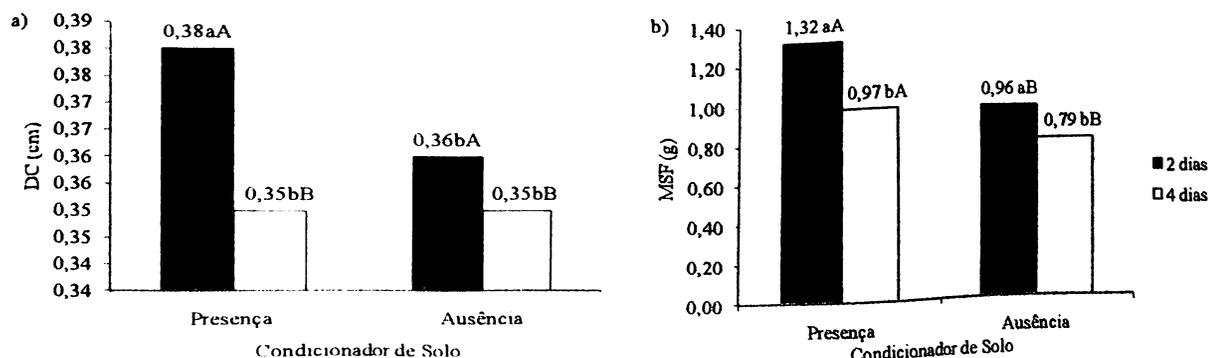
Este crescimento contínuo das mudas de *B. variegata* no decorrer das épocas de coleta, provavelmente é decorrente da idade da planta, uma vez que durante a fase de formação de mudas esse crescimento é mais acelerado, havendo maior crescimento e consequentemente maior acúmulo de biomassa a cada época de avaliação, a depender da espécie e do intervalo entre uma coleta e outra. Silva (2012), estudando o crescimento de espécies nativa do cerrado com o uso do hidrogel observou um comportamento contínuo para altura da planta, número de folha, diâmetro do caule, área foliar, massa seca da raiz, massa seca do caule e massa seca da folha. O autor supracitado verificou que quanto maior a ampliação dos intervalos avaliação maior o acúmulo de biomassa das plantas. Assim, para analisar o crescimento é necessário verificar as mudanças morfofisiológicas da planta, em função do tempo, avaliando, também, a produção fotossintética, por meio do acúmulo de matéria seca (FALQUETO et al. 2009, CONCENÇO et al. 2011).

O uso do hidrogel melhora as propriedades físico-químicas do solo, atuando diretamente na retenção de água, podendo desta forma, potencializar o crescimento e a sobrevivência das mudas nos primeiros meses após o plantio. Bernardi et al., (2012) verificaram maior incremento em altura (22,99%) e diâmetro (23,12%) para mudas de

Corymbia citriodora produzidas com 6g do polímero por litro de substrato, quando comparadas com mudas produzidas sem a adição do produto, na mesma adubação. Lopes et al. (2010) observaram que o uso de 0,96 g de polímero hidratado na cova possibilitou a manutenção do potencial hídrico das mudas de *Eucalyptus urograndis* em até 37 dias de restrição hídrica, sem comprometer o crescimento. Diferentemente no estudo de Barbosa et al (2013), o hidrogel não interferiu no estabelecimento ou no crescimento das mudas nos diversos tratamentos, no período em que o experimento foi avaliado.

Foram observados na Figura , efeitos significativos para as variáveis, diâmetro do caule e massa seca da folha em relação à interação presença ou ausência do hidrogel e intervalo de irrigação, onde os tratamentos presença de hidrogel e intervalo de irrigação de dois dias foram os que apresentaram resultados mais promissores. Gomes (2006) observou diferenças significativas em seus resultados com relação à fonte de variação concentrações de “hidratassolo”, no intervalo de irrigação de oito dias apenas para o diâmetro do caule; no intervalo de irrigação de dezesseis dias, para a altura das plantas, diâmetro do caule e número de folhas. Em contrapartida, Costa et al. (2011), estudando manejo de irrigação e uso de hidrogel no desenvolvimento de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, constatou que o efeito do polímero na altura da planta, número de folhas e diâmetro do colo aos 45 dias não foi significativo. Entretanto, várias literaturas afirmam que, o hidrogel torna a água mais acessível para as plantas, pois aumenta a absorção e retenção da água no solo, possibilitando um melhor desenvolvimento inicial das mesmas (OLIVEIRA et al., 2004). Navroski et al. (2014), estudando o uso de hidrogel e intervalos de irrigação em muda de *Eucalyptus dunnii*, obsevou que com a presença do polímero, as mudas permaneceram mais dias sem apresentar sintomas de déficit hídrico.

Figura 3 - Diâmetro do caule (DC) (a), massa seca da folha (MSF) (b) de mudas de *Bauhinia variegata* submetidas a diferentes intervalos de irrigação e a presença ou ausência de hidrogel. Médias seguidas pela mesma letra (minúsculas – intervalo de irrigação; maiúsculas – presença/ausência de hidrogel) não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).



Na tabela 3, podemos observar resultados expressivos para o Índice de Qualidade de Dickson, onde o mesmo revela caracteres prematuros para a aquisição de mudas de qualidade. No início das avaliações, transcorridos 15 dias nos diferentes tratamentos, percebe-se diferenças consideráveis quando é comparada a presença ou ausência de hidrogel. Nos tratamentos onde o hidrogel foi adicionado ao substrato (c/h 4-4 e 2-2), apresentaram os maiores índices de qualidade de mudas, representando cerca de 40% de incremento com relação aos tratamentos sem o hidrogel (s/h 4-4 e 2-2).

Tabela 3 - Índice de Qualidade Dickson (IQD) aplicado a mudas de *Bauhinia variegata*.

Épocas de coleta (dias)	IQD			
	s/h 4-4	s/h 2-2	c/h 4-4	c/h 2-2
15	0,52	0,68	1,10	0,92
30	0,94	1,63	1,06	1,86
60	0,86	0,98	1,00	1,20

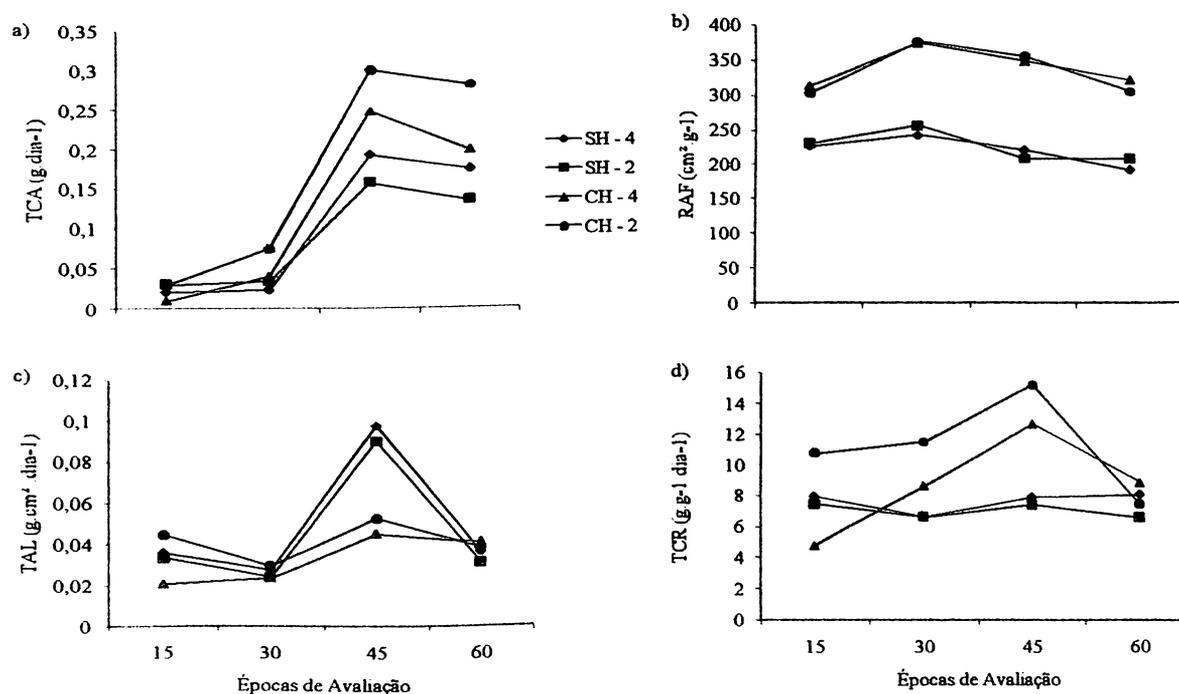
s/h 4-4: sem aplicação de hidrogel no substrato e intervalo de irrigação de 4 dias; s/h 2-2: sem aplicação de hidrogel no substrato e intervalo de irrigação de 2 dias; c/h 4-4: com aplicação de hidrogel no substrato e intervalo de irrigação de 4 dias; e c/h 2-2: com aplicação de hidrogel no substrato e intervalo de irrigação de 2 dias.

Na segunda avaliação, aos 30 dias de tratamento (Tabela 3) houve uma recuperação das mudas sem o hidrogel no substrato em relação aos tratamentos administrado com o hidrogel, ou seja, o início do processo de rustificação destas mudas ocorreu de fato. Segundo Santos e Calersso (1998), a restrição hídrica durante o processo de rustificação de plantas, parece ser um importante mecanismo para a manutenção dos processos bioquímicos e de crescimento. Fato este observado no tratamento s/h 2-2, onde as mudas obtiveram ganhos em praticamente todas as variáveis analisadas (Figuras 1 e 2), quando comparado ao tratamento c/h 4-4. Já na condição onde o substrato continha o hidrogel, o tratamento c/h 2-2 aos 30 dias, despontou como o tratamento mais promissor, apresentando um incremento de 102% com relação a do mesmo tratamento aos 15 dias.

Aos 60 dias de avaliações, foi observada uma diminuição no índice de qualidade de mudas, para todos os tratamentos (Tabela 3). Porém o que chama a atenção é o fato do tratamento s/h 4-4 permanecer constante durante os três períodos em que foram efetuadas as análises, em contra posição aos demais tratamentos que oscilaram consideravelmente. A provável razão para esta amplitude de resultados, é a questão do monitoramento adequado das irrigações, que segundo Ferreira et al., (1997) os quais relataram que a identificação do melhor momento de uma nova irrigação e quantidade de água a ser aplicada determinam um crescimento inicial com índices satisfatórios na produção de mudas.

Ao estudar os índices fisiológicos de crescimento, verificou-se que as plantas submetidas ao uso do hidrogel tiveram uma maior velocidade de crescimento até os 60 dias após o transplante (Figura 4). Assim, observando os índices de taxa de crescimento absoluto (TCA) fica comprovado um maior crescimento para a planta de pata-de-vaca aos 45 dias submetidos à presença do hidrogel nos intervalos de irrigação de dois e quatro dias, durante todo o período de desenvolvimento do estudo (Figura 4 a). A TCA é usada para ter uma ideia da velocidade média de crescimento ao longo do período de avaliação (BENINCASA, 2004). Esses dados se contrapõem ao de Venturoli et al. (2013), onde o uso do polímero hidroretentor, assim como as operações de irrigação das mudas no campo, não influenciaram o crescimento das plantas nem a sobrevivência, que foi considerada alta entre todos os tratamentos (superior a 78%). No entanto, os autores pedem que seja levado em consideração que o experimento foi conduzido em época de chuvas na região, conforme o Balanço Hídrico Climatológico da região e esse fato, provavelmente, contribuíram com o desenvolvimento das plantas até o início da estação seca, quando elas cessaram o crescimento como estratégia para permanecerem vivas, tolerando a seca.

Figura 4 - Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) (a), Razão de Área Foliar (RAF) (b), Taxa Assimilatória Líquida (TAL) (c), Taxa de Crescimento Relativo (TCR) (d), de mudas de *Bauhinia variegata* em função do intervalo de irrigação e condicionador de solo em diferentes épocas de coleta após o transplante. Em que: ■ (Ausência de hidrogel em intervalo de irrigação de dois dias); ◆ (ausência de hidrogel em intervalo de irrigação de quatro dias); ● (presença de hidrogel em intervalo de irrigação de dois dias); ▲ (Presença de hidrogel em intervalo de irrigação de quatro dias).



Quanto à razão de área foliar (RAF), as mudas submetidas ao tratamento hidrogel apresentaram maiores RAF que as mudas sem hidrogel, independentemente do regime de irrigação, que não diferiram entre si (Figura 4 b). A RAF expressa à área útil para a fotossíntese, ou seja, a capacidade de interceptação de luz e absorção de CO₂. Segundo Magalhães (1979), a razão de área foliar é a medida da dimensão do aparelho assimilador, e serve como parâmetro apropriado para as avaliações de efeitos genotípicos, climáticos e do manejo de comunidades vegetais. Os índices da RAF diminuem ao longo do ciclo das plantas, pois com o crescimento da planta, aumenta a interferência das folhas superiores sobre as inferiores, diminuindo a área foliar útil (PEREIRA et al., 2010).

Para taxa assimilatória líquida (TAL) observou-se valores expressivos aos 45 dias para os tratamento sem hidrogel, em ambos os intervalos de irrigação (Figura 4 c). Aos 60 dias, esses valores diminuíram significativamente, que o pode ser explicado pelo aumento na quantidade de folhas, as quais ficam sobrepostas umas as outras. De acordo com Valmorbidia (2003), a TAL diminui com a idade da planta devido ao auto-sombreamento das folhas inferiores.

As plantas submetidas à presença do hidrogel apresentaram crescimento significativamente superior em ambos os intervalos de irrigação, de acordo com o observado com a taxa de crescimento relativo (TCR). Aos 45 dias houve uma maior diferenciação do acúmulo de biomassa na presença do polímero para ambos os intervalos de irrigação (Figura 4 d). Assim, nota-se que os índices fisiológicos dependem simultaneamente da eficiência assimilatória de suas folhas e da massa de área foliar (número de folhas/planta, tamanho da folha e peso destas) que varia conforme a disponibilidade de água no solo (OLIVEIRA e GOMIDE, 1986).

Buzetto et al. (2002) estudando a cultura de *Eucalyptus urophylla* e a eficiência do hidrogel no fornecimento de água para mudas em campo, constataram que o polímero reteve a água de irrigação por maior período de tempo, disponibilizando-a de maneira gradativa para as plantas, o que resultou na diminuição da mortalidade das mudas cultivadas com o hidrogel, contudo não ocorreu um aumento na velocidade do crescimento vertical das mesmas. Assim, a aplicação do hidrogel diretamente na cova potencializou o crescimento e a sobrevivência nos primeiros três meses após o plantio. Estes fatos podem ser justificados pelos efeitos do polímero hidrorretentor que prolonga a umidade na rizosfera e minimiza os efeitos da desidratação do sistema radicular das mudas no ato do plantio (SARVAS, 2003; CORTÉZ et al., 2007).

4. CONCLUSÕES

Tendo em vista as características precoces que indicam qualidade de muda em *Bauhinia variegata*, que diminuem o tempo de permanência das mesmas em viveiros, pode ser indicado como estratégia na produção de mudas o uso de polímero hidrorretentor (hidrogel) incorporado ao substrato com intervalos de irrigação de dois dias.

REFERÊNCIAS

- ARBONA, V.; IGLESIAS, D. J.; JACAS, J.; PRIMO-MILLO, E.; TALON, M.; GÓMEZ-CÁRDENAS AND A. Hydrogel substrate amendment alleviates drought effects on young citrus plants. **Plant and Soil**, v.270, p.73-82, 2005.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas** (noções básicas). Jaboticabal. FUNEP. 42p. 2004.
- BERNARDI, M. R.; SPEROTTO JUNIOR, M.; DANIEL, O.; VITORINO, A. C. T. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. **Cerne**, v. 18, n. 1, p. 67-74, 2012.
- BUZETTO, F. A.; BIZON, J. M. C.; SEIXAS, F. Avaliação de um polímero adsorvente a base de acrilamida no fornecimento de água no fornecimento de água em mudas de *Eucalyptus Urophylla* em pós-plantio. Piracicaba: IPEF, **Circular técnica**, 195, 8p. 2002.
- CONCENÇO, G. I.; ASPIAZÚ, I.; GALON, L.; FERREIRA, E. A.; FREITAS, M. A. M. V.; FIALHO, C. M. T. V.; SCHWANKE, A. M. L. V.; FERREIRA, F. A. V.; SILVA, A. A. Photosynthetic characteristics of hybrid and conventional rice plants as a function of plant competition. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 803-809, 2011.
- CORTÉS, A. B.; RAMÍREZ, I. X. B.; ESLAVA, L. F. B.; NIÑO, G. R. Evaluación de hidrogeles para aplicaciones agroforestales. **Revista Ingeniería e Investigación**, v.27, p.35-44, 2007.
- COSTA, M. S. V. et al. Manejo de irrigação e uso de hidrogel no desenvolvimento de eucalipto. In: **Anais do IX Seminário de Iniciação Científica, VI Jornada de Pesquisa e Pós-Graduação e Semana Nacional de Ciência e Tecnologia Universidade Estadual de Goiás** 19 a 21 de outubro de 2011.
- COSTA, R. N. **Superação de dormência e crescimento inicial de *Sesbania virgata* (cav.) pers. em função do uso de condicionador de solo e disponibilidade hídrica.** (Trabalho de Conclusão de Curso) Universidade Federal de Alagoas. 2013.
- FALQUETO, A. R.; CASSOL, D.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; OLIVEIRA, A. C.; BACARIN, M. A. Partição de assimilados em cultivares de arroz diferindo no potencial de produtividade de grãos. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 453-461, 2009.

FELFILI, J. M.; FAGG, C. W.; PINTO, J. R. R. Recuperação de áreas degradadas. In: FELFILI, J. M.; SAMPAIO, J. C.; CORREIA, C. R. M. A. (Orgs.) **Conservação da natureza e recuperação de áreas degradadas na bacia do São Francisco: treinamento e sensibilização**. Brasília, DF: Centro de Referência em Conservação da Natureza e Recuperação de Áreas Degradadas/CRAD, 96p. 2008.

FERREIRA, C. A. G. **Aspectos de relações hídricas e crescimento de mudas de *Eucalyptus* spp. Produzidas em tubetes e aclimatadas**. 1997. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LENHARD, N. R.; SCALON, S. P. Q.; NOVELINO, J. O. Crescimento inicial de mudas de pau ferro (*Caesalpinia ferrea* MART. ex Tul. var. *leiostachya* Benth.) sob diferentes regimes hídricos. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 870-877, 2010.

LOPES, J. L. W.; SILVA, M. R.; SAAD, J. C. C.; ANGÉLICO, T. S. A. Uso de hidrogel na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* produzidas com diferentes substratos e manejos hídricos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 217-224, 2010.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 2 ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP. 2002.

MAGALHÃES, A. C. N. **Análise quantitativa do crescimento**. FERRI, M. G. (Coord.). Fisiologia vegetal 1. São Paulo: EPU. Ed. da Universidade de São Paulo, v.1, cap. 8, p.331-350, 1979.

MALAVASI, U. C.; GASPARINO, D.; MALAVASI, M. M. Semeadura direta na recomposição vegetal de áreas ciliares: efeitos da sazonalidade, uso do solo, exclusão da predação, e profundidade na sobrevivência inicial. **Semina**, v.26, p.449-454, 2005.

MOREIRA, J. N.; LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, M. A.; ARAÚJO, G. G. L.; FERREIRA, R. L. C.; SILVA, G. C. Caracterização da vegetação de Caatinga e da dieta de novilhos no Sertão de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 11, p. 1643-1651, 2006.

NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; CUNHA, F. S.; BERGHETTI, A. L. P.; PEREIRA, M. O. Influência do polímero hidroretentor na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus dunnii* sob diferentes manejos hídricos. **Nativa, Sinop**, v. 02, n. 02, p. 108-113. 2014.

OLIVEIRA, L. E. M.; GOMIDE, M. B. **Fisiologia Vegetal**, Lavras, Esalque, 72 p. 1986.

OLIVEIRA, R. A.; REZENDE, L. S.; MARTINEZ, M. A.; MIRANDA, G. V. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 160-163, 2004.

PEREIRA, M. R. R. **Comportamento fisiológico e morfológico de clones de *Eucalyptus* sp. W.(HILL ex. MAIDEN) submetidos a diferentes níveis de água no solo**. 2006. 53f. (Dissertação de mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

PEREIRA, M. R. R.; SOUZA, G. S. F., RODRIGUES, A. C. P., MELHORANÇA FILHO, A. L.; KLAR, A. E. Análise de crescimento em clones de eucalipto submetidos a estresse hídrico. **Irriga, Botucatu**, v.15, n.1, p.98-110, 2010.

RODRIGUES, S. B. S. **Análise do uso da água em unidades de produção de mudas de eucalipto**. 93f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológicos e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n3, p.287-294, 1998.

SARVAS, M. Effect of desiccation on the root system of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) Seedlings and a possibility of using hydrogel STOCKOSORB® for its protection. **Journal of Forest Science**, v.11, p.531-536, 2003.

SHAINBERG, I.; LEVY, G. J. Organic polymers and soil sealing in cultivated soils. **Soil Science**, Baltimore, v. 158, n. 4, p. 267-273, 1994.

SILVA, C. A. **Desenvolvimento inicial de três espécies nativa do cerrado em função de lâmina de irrigação e tamanho de recipiente**. 2012. 181p. (Tese de Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2012.

SILVA, P. S. L.; CUNHA, T. M. S.; SOUZA, A. D.; PAULA, V. F. S. Equations for leaf area estimation in some species adapted to the Brazilian semi-arid. **Caatinga** (Mossoró, Brasil), v.20, n.4, p.18-23. 2007.

THOMAS, D. S. Hydrogel applied to the root plug of subtropical eucalypt seedlings halves transplant death following planting. **Forest Ecology and Management**, v.255, p.1305-1314, 2008.

VALMORBIDA, J. **Níveis de potássio em solução nutritiva, desenvolvimento de plantas e produção de óleo essencial de *Mentha piperita* L.** 2003. 128f. (Dissertação de Mestrado em Horticultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

VENTUROLI, F.; VENTUROLI, S. Recuperação florestal em uma área degradada pela exploração de areia no Distrito Federal. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, GO, v. 5, n. 13, p. 183-195, 2011.

ARTIGO 3

PLASTICIDADE MORFOANATÔMICA E ANÁLISES DE MOLÉCULAS DE CLOROFILA E CAROTENÓIDES EM *Bauhinia variegata* (Linn.) SUBMETIDAS A DIFERENTES CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE

RESUMO

Com o objetivo de avaliar as alterações anatômicas e dosear os pigmentos fotossintéticos e de proteção em folhas de mudas de *Bauhinia variegata* (Linn.) submetidas a diferentes condições de luminosidade, foram obtidas dez mudas de pata-de-vaca do Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD) com 4 meses de idade e submetidas a condições de pleno sol (PS), com radiação direta sobre as plantas. Para a verificação do Índice SPAD, foram avaliadas quatro folhas ao acaso de cada muda com dez repetições da leitura por folha e em seguida calculada a média. As determinações foram realizadas em dias alternados até completar um mês de estresse luminoso. Para determinar o conteúdo de pigmentos fotossintéticos e fotoprotetores foi retirada uma vez por semana 0,5g de folhas das mudas, fatiados e colocados em tubos de vidro com rosca e capacidade de 15 mL, em triplicata, contendo 5 mL de acetona 80% e colocadas a baixa temperatura (± 10 °C) por 24 horas. Os extratos foram filtrados, em seguida retiradas uma alíquota de 0,25 mL de cada amostra e diluídas em 2,75mL de acetona 80% em uma cubeta de quartzo com capacidade de 3 mL. Realizou-se então as leituras de absorvância (%) em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 480, 649 e 665 nm. Para anatomia foliar foram retiradas amostras de tecidos das folhas, antes de submeter às mudas à pleno sol e após 45 dias de estresse, fixadas em solução F.A.A. 70% por 72 horas e acondicionadas em etanol 70%. Foram realizadas secções transversais manuais da região mediana das folhas, coradas com azul de toluidina (0,05%) e observadas em microscópio óptico. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado e os resultados submetidos a análises de variância e teste de Tukey a um nível de erro de 5%. O índice SPAD demonstrou que os teores dos pigmentos fotossintetizantes e de proteção presentes nas folhas de *B. variegata* decresceram de forma gradativa. Segundo valores obtidos pelo espectrofotômetro o estresse luminoso provocou uma diminuição concentração de clorofila "a", "b" e total e um aumento nos valores de carotenoides nas primeiras avaliações. No entanto, após 15 dias as concentrações dos pigmentos começaram a se reestabelecer. A partir das análises anatômicas observou-se que as mudas submetidas à radiação direta apresentaram um alongamento pronunciado das células do mesofilo, bem como na nervura central. Essas características demonstram que *Bauhinia variegata* apresenta plasticidade fenotípica e elevada capacidade de aclimação, quando submetidas a estresse luminoso.

Palavras chave: Estudos anatômicos. Efeito da luz. Espécie florestal. Adaptação

Morpho-anatomical plasticity and analysis of chlorophyll and carotenoids in *Bauhinia variegata* (Linn.) under different light conditions

ABSTRACT

In order to evaluate the anatomic changes and to determine photosynthetic and photoprotective pigments in leaves of *Bauhinia variegata* (Linn.) seedlings under different light conditions, ten seedlings were obtained from the Reference Center of Degraded Areas Recovery (Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas - CRAD) at 4 months of age, and subjected to conditions of full sunlight (FS), with direct radiation on plants. For verifying the SPAD index, four leaves of each seedling were evaluated at random with ten repetitions of leaf reading, and then the mean was calculated. The determinations were carried out on alternate days up to one month of light stress. In order to determine the photosynthetic and photoprotective pigments content, it was taken 0.5g of leaf once a week, which were sliced and placed in 15 ml glass tubes with a screw cap, in triplicate, containing 5 mL of 80% acetone, and left at low temperature (± 10 ° C) for 24 hours. Layers were filtered, then 0.25 mL of each sample was taken out and diluted in 2,75mL 80% acetone, in a 3 mL quartz cuvette. Absorbance readings (%) were carried out in a spectrophotometer at 480, 649 and 665 nm wavelengths. Leaves tissue samples were used for leaf anatomy before exposing the seedlings to full sunlight, and after 45 days of stress, fixed in 70% FAA solution for 72 hours, and placed in 70% ethanol. Leaf blade cross-sections were collected, stained with toluidine blue (0.05%), and observed in optical microscope. The experiment consisted of randomized complete block design, and results were submitted to analysis of variance and Tukey test at 5% error level. SPAD index showed that the levels of photosynthetic and photoprotective pigments present in *B. variegata* leaves decreased gradually. According to the values obtained by the spectrophotometer, light stress caused a decrease in chlorophyll "a", "b" and total chlorophyll, as well as an increase in carotenoids values for the first evaluation. However, after 15 days, pigments concentrations began to be re-established. From the anatomical analysis, it was observed that the seedlings subjected to direct radiation presented pronounced elongation of mesophyll cells and main leaf veins. These characteristics demonstrate that *Bauhinia variegata* presents phenotypic plasticity and high acclimation capacity when subjected to light stress.

Keywords: Anatomical studies. Light effect. Forest species. Adaptation.

1. INTRODUÇÃO

A pata-de-vaca (*Bauhinia variegata* Linn) é conhecida popularmente como uma planta medicinal muito utilizada como antiinflamatório, diurético e hipoglicemiante. Pertencente à família Fabaceae, de origem asiática e é amplamente cultivada pelo aspecto ornamental. Apresentam uma folha fendida no meio, formando dois lobos ou folíolos, que a assemelham a uma pata de bovino (LORENZI, 2002).

A adaptação da planta a diferentes ambientes interfere na eficiência reprodutiva, que está associada, entre outros fatores, aos teores de clorofila foliar (ALMEIDA et al., 2004). A clorofila é um dos fatores ligados à eficiência fotossintética de plantas e conseqüentemente ao crescimento e adaptabilidade a diversos ambientes. De maneira geral, quando as plantas são submetidas à alta irradiância diminuem a produção de clorofila “a” para evitar danos ao fotossistema (TAIZ e ZEIGER, 2004). As alterações luminosas no ambiente de cultivo proporcionam ajustes do aparelho fotossintético das plantas, os quais resultam na maior eficiência na absorção e transferência de energia para os processos fotossintéticos. Já as folhas adaptadas à sombra possuem uma menor relação clorofila a/b do que as adaptadas ao sol (ZANELLA, SONCELA e LIMA, 2006). Desta forma, plantas que apresentam plasticidade adaptativa das folhas às diferentes condições de luminosidade são passíveis de adaptação às condições de sol e sombra (CASTRO et al., 2007).

Os tecidos internos da folha também podem ser influenciados pela exposição à intensidade e a qualidade da radiação interferindo na ontogênese e na densidade dos elementos secretores, uma vez que a folha é um órgão plástico e sua estrutura interna adapta-se às condições externas do ambiente (NASCIMENTO et al., 2014). Para avaliar essas alterações, a anatomia foliar vem sendo objeto de estudo de vários trabalhos (ELIAS et al., 2003). No entanto, para a espécie em estudo, não há dados disponíveis a esse respeito na literatura.

Estudos utilizando a anatomia como uma ferramenta são de grande importância para a compreensão da plasticidade adaptativa de uma espécie submetida a diferentes condições ambientais (SOUZA et al., 2010). As determinações de teores de clorofila podem ser realizadas através de método parcialmente destrutivo e não destrutivo. As técnicas destrutivas são realizada leitura dos extratos dos solutos foliares em espectrofotômetro utilizando comprimento de ondas na região do vermelho do espectro de luz visível. Já o método não destrutivo é realizado por meio do medidor portátil de clorofila *Chlorophyll Meter* SPAD-502 que permite medições instantâneas da intensidade do verde da folha (GIL et al., 2002). Esse

clorofilômetro expressa os resultados em valores de unidade SPAD, que corresponde ao teor do pigmento presente na folha (ROCHA et al., 2005).

Neste sentido, é de suma importância estudar a capacidade da plântula em tolerar e responder de forma relativamente rápida às alterações do meio em relação à radiação incidente, seja como forma de maximizar o seu aproveitamento e/ou garantir a sua permanência, revelando sua capacidade de aclimatação. Bem como, gerar informações úteis para compreender melhor a plasticidade das respostas morfo-anatômicas às condições naturais de ocorrência dessa espécie auxiliando na tomada de decisão quanto ao manejo adequado a ser empregado no processo de produção de mudas, podendo servir de modelo para as demais espécies.

Desta forma, este estudo teve por objetivo avaliar as alterações anatômicas e dosear os pigmentos fotossintéticos e de proteção em folhas de mudas de *Bauhinia variegata* Linn. submetidas a diferentes condições de luminosidade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho com a espécie pata-de-vaca foi desenvolvido em campo e no laboratório de fisiologia vegetal, da Universidade Federal de Alagoas - *Campus Arapiraca*.

Para estas análises, foram obtidas mudas de pata-de-vaca do Centro de Referência em Recuperação de Áreas Degradadas (CRAD) acondicionadas em sacos plásticos de polietileno preto perfurados de 25 x 20 cm, com capacidade para 4 kg, com substrato terra preta, esterco bovino, e terra de subsolo, na proporção de 2:1:1. Estas foram irrigadas periodicamente, deixando o substrato sempre próximo da capacidade de campo, utilizando-se o sistema de irrigação por aspersão convencional mantendo-se até o final do experimento.

Durante o período experimental dez mudas de pata de vaca com 4 meses de idade foram retiradas da casa de vegetação com nível de sombreamento de 50% e submetidas a condições naturais de fotoperíodo, temperatura, intensidade luminosa e umidade, em pleno sol (PS), com radiação direta sobre as plantas.

2.1. Índice SPAD

Foram avaliadas 4 folhas ao acaso em cada muda, para verificar a intensidade da cor verde das folhas (índice SPAD) e conseqüentemente estimar fotodestruição dos fotossistemas promovidos pela excesso de luz a qual estavam submetidas durante o processo de

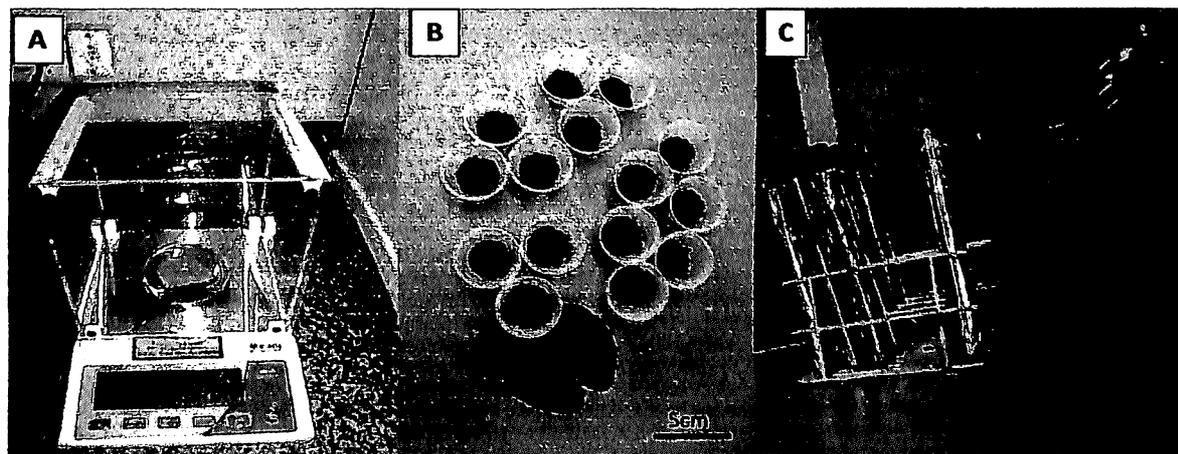
aclimatação. Foram realizadas dez repetições da leitura por folha e em seguida calculada a média. As avaliações foram desenvolvidas no período da manhã por volta das 11:00 horas.

As determinações foram realizadas em dias alternados, por meio do medidor portátil SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development-502) até completar 1 mês de aclimatação, totalizando em 15 avaliações.

2.2. Doseamento dos pigmentos fotossintéticos e fotoprotetores

Para determinar o conteúdo de pigmentos fotossintéticos (clorofila “a” e clorofila “b”) e fotoprotetores (carotenoides) foi retirada uma vez por semana 0,5 g de folhas das mudas a fim de obter uma amostragem dos pigmentos para a espécie (Figura 1 A). Os discos foliares foram fracionados (Figura 1 B) e colocados em tubos de vidro com tampa de rosca de capacidade de 15 mL (Figura 1 C), em triplicata, contendo 5 mL de acetona à 80%, submetidas a baixa temperatura (± 10 °C) na geladeira e mantidas por 24 h a fim de maximizar a extração de clorofila. Os tubos foram envolvidos com papel alumínio para que não ocorra a fotodegradação dos pigmentos (ARNON, 1949).

Figura 1 – Preparação dos extratos para determinação dos pigmentos fotossintetizantes e fotoprotetores. A – Pesagem do tecido foliar; B – Discos foliares fatiados; C – Tubos de vidro com acetona à 80% e discos foliares fatiados.



Fonte: NICÁCIO, 2014.

Após esse período, os extratos obtidos foram filtrados utilizando papel de filtro em ambiente com fonte de iluminação artificial verde de baixa intensidade, evitando a degradação dos pigmentos. Dos filtrados foram retiradas uma alíquota de 0,25 mL de cada amostra e diluídas em 2,75 mL de acetona 80% em uma cubeta de quartzo com capacidade de 3 ml e em seguida foram feitas colorimetricamente as leituras de absorbância (%).

A absorvância dos extratos foi medida em espectrofotômetro UV/VIS (Bel Photonics modelo UV-MS1), nos comprimentos de onda de 480, 649 e 665 nm (WELLBURN, 1994) a fim de dosear carotenoides, clorofila “a” e “b” respectivamente e utilizando-se como o branco apenas a acetona a 80%. Os cálculos para determinação de clorofila “a”, “b” e carotenoides foram feitos segundo equações (1), (2) e (3) respectivamente, de acordo com Berthand e Schoefs (1997).

$$\text{Chl a} = 12,21A_{663} - 2,81A_{645} \quad (1)$$

$$\text{Chl b} = 20,13A_{645} - 5,03A_{663} \quad (2)$$

$$\text{Carotenóides totais} = (1000A_{470} - 3,27A_{663} - 104A_{645}) / 198 \quad (3)$$

Onde:

Chl a = quantidade de clorofila “a”, em $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ extrato;

Chl b = quantidade de clorofila “b”, em $\mu\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$ extrato; e

A_{470} , A_{648} e A_{665} = absorvância como indicada no comprimento de onda.

2.3. Anatomia foliar

Antes de expor as mudas a estresse luminoso foram retiradas amostras de tecidos foliares para serem fixadas em F.A.A. 70% (formaldeído, ácido acético glacial e etanol 70%), por 72 horas e armazenadas em etanol 70% (JOHANSEN, 1940). Após 45 dias novas amostras de tecidos foliares foram retiradas a fim de verificar as variações na anatomia foliar (Figura 2 A).

Foram realizadas secções transversais manuais da região mediana das folhas (Figura 2 B). As secções transversais foram clarificadas em hipoclorito de sódio 50%, lavadas duas vezes em água destilada, para retirar todo cloro residual e coradas com azul de toluidina (0,05%) por um minuto (Figura 2 C e D). Foram confeccionas lâminas semipermanentes e observadas em microscópio óptico da marca Olympus e modelo BX60, com câmera digital (Canon A630) acoplada (SILVA JÚNIOR et al., 2012). As imagens foram analisadas utilizando o software Imagetool-UTHSCSA para análises de micromorfometria das secções transversais das folhas (METCALFE; CHALK, 1979).

Figura 2 - Preparação das lâminas para análises anatômicas dos cortes histológicos. A – Amostra do tecido foliar; B – Confeção dos cortes histológicos; C – Cortes histológicos em hipoclorito de sódio; D – Cortes histológicos em azul de toluidina.



Fonte: NICÁCIO, 2014.

As seções transversais foram utilizadas para a realização de medições de espessura das epidermes (adaxial e abaxial) e dos parênquimas paliçádicos lacunosos. Para tanto, utilizaram-se 5 folhas com 4 cortes avaliados por folha (repetição), num total de 20 observações para as variáveis densidade estomática e 6 folhas com 4 cortes avaliados para as variáveis analisadas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com cinco repetições. Os dados foram testados, quanto à normalidade, pelo teste de Shapiro-Wilk, e quanto à homocedacidade, pelo teste de Lavene, e apresentaram distribuição normal e variâncias homogêneas. Utilizaram-se a análise de variância e o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para a análise estatística dos resultados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Índice SPAD

Os resultados demonstram que, sob as condições testadas, os teores dos pigmentos fotossintetizantes e de proteção presentes nas folhas de *B. variegata* variaram de forma significativa durante o período de aclimação, levando a um decréscimo significativo e de forma gradativa dos valores do índice SPAD, apresentando-se entre 35,55 e 26,67 unidades SPAD. Este fato pode está correlacionado com a diminuição da quantidade de clorofila

presentes nas folhas devido à fotodestruição dos fotossistemas (Figura 3). Da mesma forma, Guimarães et al. (2011) estudando o cultivo da aroeira do sertão sob diferentes níveis de redução da radiação solar verificou menores índice SPAD durante o seu ciclo, para as mudas submetidas a pleno sol.

Foi observado também concomitantemente um amarelamento e até em alguns casos a necrose de parte das folhas (Figura 4). Os valores de SPAD refletem os teores relativos de clorofila e nitrogênio, e são calculados a partir de certa quantidade de luz emitida pelo instrumento medidor e refletida pela folha. A determinação dos teores de clorofila da folha é importante porque a atividade fotossintética da planta depende, em parte, da capacidade da folha para absorver luz (SALLA; RODRIGUES; MARENCO et. al., 2007).

Figura 3 - Valores médios do índice SPAD em folhas de *Bauhinia variegata* submetidas a diferentes condições de luminosidade.

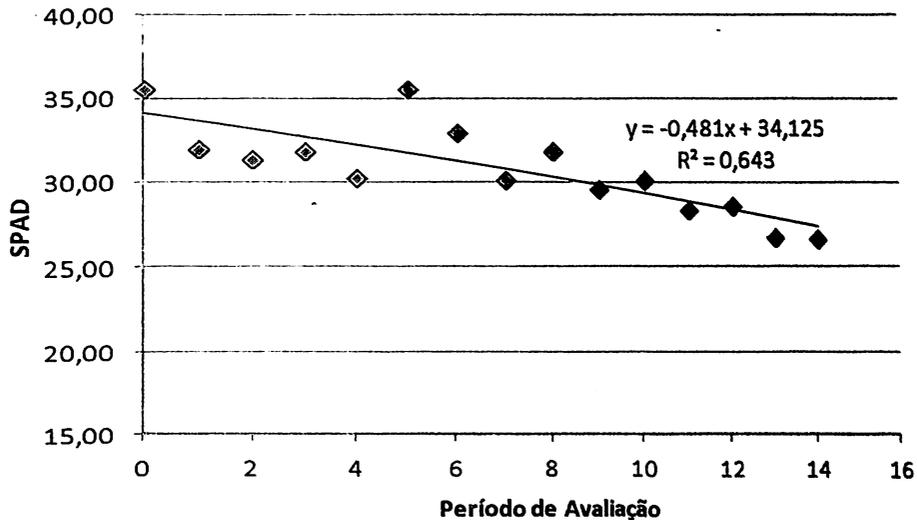
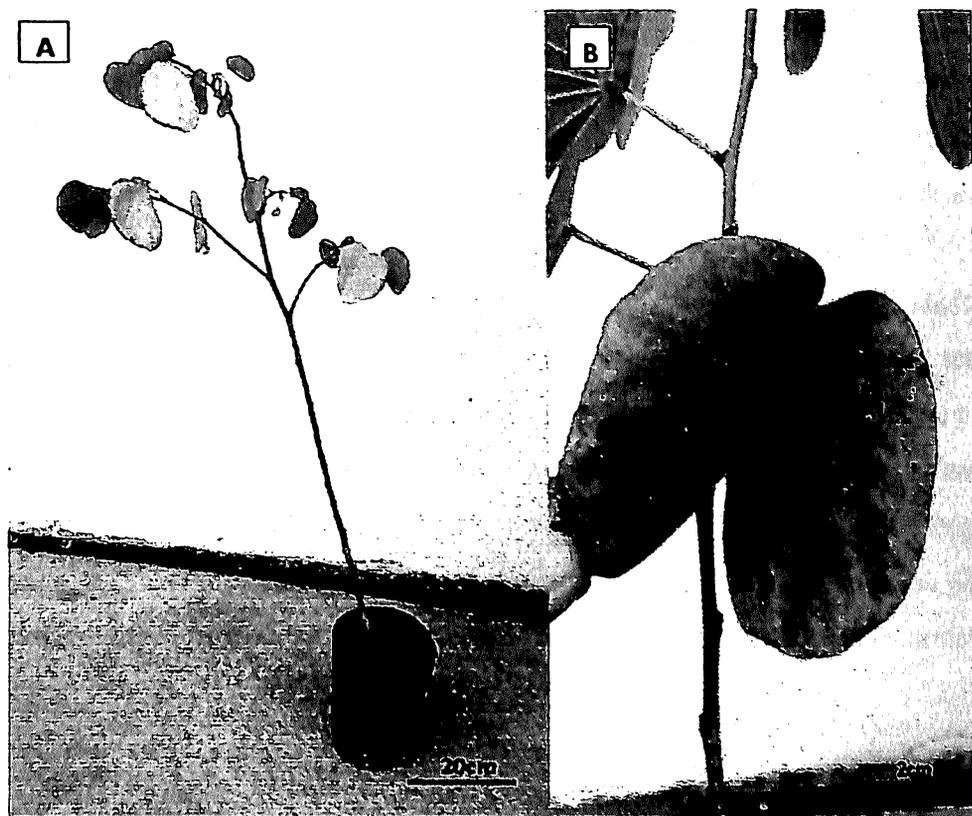


Figura 4 – Efeito da exposição direta a condições de pleno sol em mudas de *Bauhinia variegata*.



Fonte: NICÁCIO, 2014.

A cor verde das plantas está diretamente associada com o teor de clorofila foliar na maioria das plantas. As clorofilas estão relacionadas com a eficiência fotossintética das plantas e, conseqüentemente com seu crescimento e adaptabilidade aos diferentes ambientes (JESUS e MARENCO, 2008). Segundo Fontes, Conde e Pereira (1997), O SPAD estima o teor de clorofila indiretamente pela intensidade da cor verde (unidades SPAD). Segundo Houter e Pons (2005), o aumento súbito da irradiância em plantas não aclimatadas pode induzir a fotoinibição da fotossíntese e, em casos extremos, resultar na foto-oxidação do tecido foliar.

3.2. Doseamento dos pigmentos fotossintéticos e fotoprotetores

Dentre os resultados obtidos para os pigmentos fotossintetizantes no período avaliado, observou-se que houve diferença significativa na concentração de clorofila "a" e total, bem como para os pigmentos fotoprotetores. Assim, foi possível observar que as determinações quantitativas dos pigmentos revelaram que a condição de pleno sol submetida às mudas de *B. variegata* provocaram uma diminuição aproximadamente de 30%, 37% e 31%

na concentração de clorofila “a”, “b” e total, respectivamente, quando comparado o segundo dia de avaliação com as primeiras amostras avaliadas (Tabela 1). De acordo com Sarijeva et al. (2007), Dymova e Golovko (2007) e Lichtenthaler e Babani (2007), folhas expostas ao sol respondem à alta irradiância e reduzem a porção de clorofila que compõe o complexo antena.

A partir da terceira avaliação, ou seja, aos 15 dias de a condição de pleno sol, as concentrações dos pigmentos aumentaram, e os pigmentos clorofila “a”, “b” e total alcançaram seu pico máximo após 21 dias de estresse luminoso, sendo estes aproximadamente, 157%, 446% e 191% respectivamente. Já para carotenoides o acréscimo foi de 161% aproximadamente quando comparado o quarto dia de avaliação com o primeiro (Tabela 1). Rêgo e Possamai (2006) verificaram que plantas de Jequitibá-Rosa submetidas a 100% de luminosidade apresentaram menores valores de clorofila que plantas submetidas a sombreamento. Maiores concentrações de carotenoides em folhas expostas ao pleno sol podem ser explicadas pelo fato de que estes pigmentos estão envolvidos na dissipação do excesso de energia nas folhas (TAIZ e ZEIGER, 2002).

Tabela 1 - Concentrações de clorofila “a”, “b”, a/b, total e carotenoides de folhas de mudas de *Bauhinia variegata* submetidas a diferentes condições de luminosidade.

Avaliações*	Pigmentos Fotossintéticos e Fotoprotetores				
	Clorofila “a”	Clorofila “b”	Clorofila Total	Clorofila a/b	Carotenóides
0	3,366 ab	0,511 b	3,876 b	6,915 ab	1,336 b
7	2,341 b	0,319 b	2,661 b	7,445 a	1,481 b
15	3,262 ab	0,813 b	4,075 b	4,016 ab	2,228 ab
21	6,025 a	1,743 a	7,767 a	3,491 b	3,494 a
30	3,746 ab	0,588 b	4,334 ab	6,284 ab	2,104 ab

Nas colunas médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). *Avaliações: 0 - mudas ainda não submetidas a diferentes condições de luminosidade; 7 - mudas submetidas a diferentes condições de luminosidade a 7 dias; 15 - mudas a diferentes condições de luminosidade a 15 dias; 21 - mudas submetidas a diferentes condições de luminosidade a 21 dias; 30 - mudas submetidas a diferentes condições de luminosidade a 30 dias.

A priori, as mudas de *B. variegata* saíram da zona de conforto para uma situação subótima, possivelmente de estresse e em seguida iniciou um processo de adaptação ao novo ambiente. Desta forma, observou-se que, quanto maior o tempo de exposição à radiação, mais baixo foi o teor de clorofila nas folhas. Assim, pode-se inferir que ao submeter às mudas a estresse luminoso ocorre a fotodegradação dos fotossistemas, no entanto com o passar dos dias a mesma tende a se aclimatar ao novo ambiente a qual foi exposta. Folhas a pleno sol respondem à alta irradiância e reduzem a porção de clorofila que compõe o complexo antena. Por meio da clorofila “b” as plantas capturam energia em outros comprimentos de onda previamente absorvidos pelas folhas do dossel e transferem a energia absorvida para a clorofila “a” do centro de reação (P680) do fotossistema II, que inicia o processo fotoquímico

da fotossíntese (LICHTENTHALER; BABANI, 2007). Tais alterações são necessárias para que a planta se adapte a nova realidade, de modo que a radiação seja utilizada de maneira mais eficiente, sendo, as respostas dessa adaptação refletidas no crescimento global da planta (FANTI; PEREZ, 2003).

Os carotenoides, além de pigmento acessório na captação de energia, são agentes fotoprotetores das plantas. O excesso de energia luminosa pode levar à produção de elementos tóxicos como peróxido, superóxidos e oxigênio singlete, que podem causar danos no aparato fotossintético (MÜLLER et al., 2001). As alterações luminosas no ambiente de cultivo proporcionam ajustes do aparelho fotossintético das plantas, os quais resultam na maior eficiência na absorção e transferência de energia para os processos fotossintéticos. Nesse contexto, os teores dos pigmentos, clorofila e carotenóides, podem ser utilizados como importantes marcadores de ambientação do vegetal (SOUZA et al., 2011).

3.3. Anatomia Foliar

De acordo com os resultados obtidos, foi observado através da análise de variância que os resultados diferiram significativamente no que diz respeito à espessura dos tecidos foliares de *B. variegata* após ser submetidas por um período de 60 dias à radiação direta (Tabela 2 e 3). Resultados semelhantes foram encontrados por Nascimento et al. (2014), o qual verificou que a estrutura anatômica foliar de plantas jovens de *C. langsdorffii* variaram em função dos níveis de sombreamento, aos quais foram submetidas.

Nas secções transversais do limbo foliar, observa-se epiderme uniestratificada em ambas as faces. As células epidérmicas são quadrangulares a arredondadas, de tamanho reduzido na porção terminal do bordo e ligeiramente papilosas, de tamanho irregular na face abaxial. Nas mudas que foram submetidas ao processo de aclimatização, as células da epiderme adaxial mostraram-se maiores (Figura 5 D). Assim, através do teste de média observou-se que as folhas aclimatizadas apresentaram uma variação significativa para epiderme adaxial (EpAd) de 70,59% e para epiderme abaxial (EpAb) de 25%, sendo que neste último, apesar de ter ocorrido o alongamento, não apresentou diferença significativa para o teste de Tukey ($p < 0,05$). (Tabela 2). Essas alterações das células comuns e especializadas da epiderme são fundamentais para o processo de adaptação das plantas a diferentes condições ambientais, otimizando, principalmente, o processo de trocas gasosas entre perda de água por transpiração e absorção de CO₂, necessários à fotossíntese (CASTRO et al., 2007).

Tabela 2 - Espessura do limbo e tecidos foliares de *Bauhinia variegata* submetidas a diferentes condições de luminosidade.

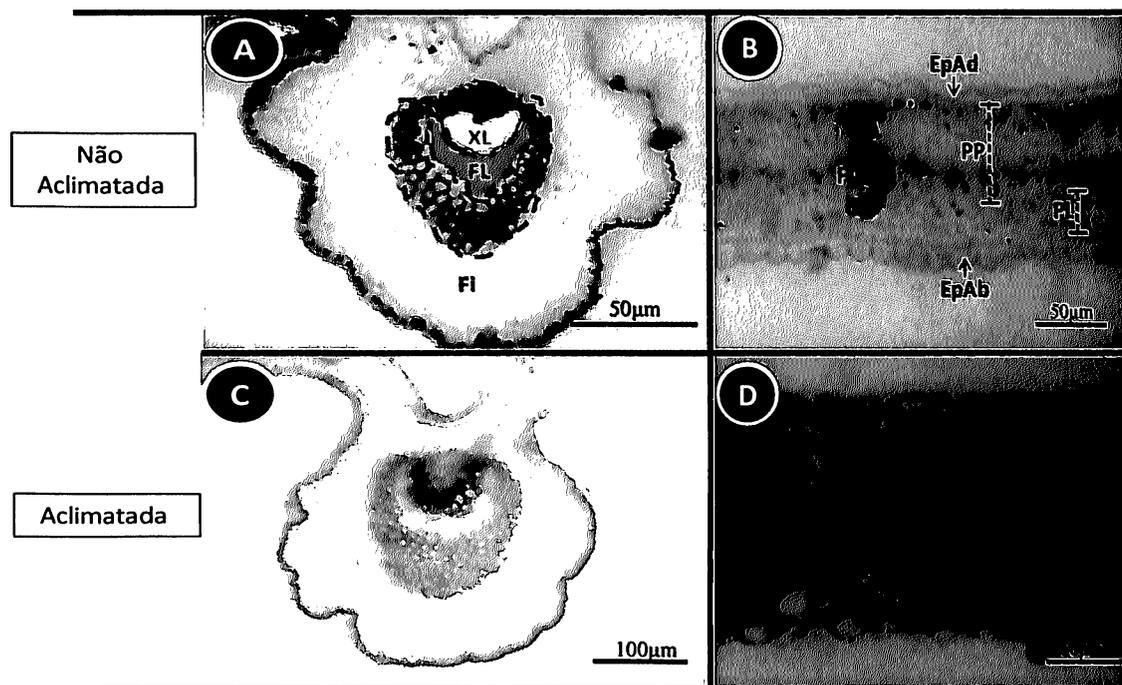
Tratamento	E. Adaxial	P. Paliçádico	P. Lacunoso	E. Abaxial	Limbo
Não Aclimatizada	17b±1.3	58b±1.9	27b±2.6	16a±1.7	115b±15.1
Aclimatizada	29a±2.1	120a±4.2	75a±2.4	20a±1.2	240a±17.8
CV (%)	9,1				

Nas colunas médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

O mesofilo apresenta preponderantemente parênquima paliçádico na forma alongada na face adaxial e quase isodiamétricas na face abaxial. Nas plantas aclimatadas verificou-se um parênquima paliçádico (PP) e lacunoso (PL) bem mais desenvolvido, com um alongamento expressivo de suas células, assim como, a formação de novas células (Figura 5 B e D). Desta forma, foi verificada uma variação de 106,90% para parênquima paliçádico (PP) e 177,78% para parênquima lacunoso (PL), quando comparadas as folhas não aclimatizadas. Consequentemente, esse alongamento promoveu um espessamento no limbo foliar de 108,70% (Tabela 2). Segundo Martins et al. (2009), utilizando malhas coloridas no cultivo de *Ocimum gratissimum*, o tratamento a pleno sol promove maior espessamento do mesofilo, quando comparados com os tratamentos com malhas fotoconversoras azul, vermelha e preta, por tratar-se de uma planta heliófita.

Ao longo do limbo entre as nervuras primárias existem muitos feixes vasculares (FV) colaterais de pequeno porte (Figura 5 B). A nervura central apresenta células epidérmicas arredondadas com tamanho reduzido, em relação ao restante do limbo. A maior parte da região cortical da nervura central é parenquimática, composta de células arredondadas (Figura 5 A).

Figura 5 - Fotomicrografias de secções transversais de folhas de *Bauhinia variegata* submetidas a diferentes condições de luminosidade. Epiderme adaxial (EpAd); Parênquima paliádico (PP); Feixe vascular (FV); Parênquima lacunoso (PL); Epiderme abaxial (EpAb); Floema (FL); Xilema (XL); Fibras (Fi). Barras com 50 μ m (Figura A, B e D) e barra com 100 μ m (Figura C).



Fonte: NICÁCIO, 2014.

O xilema (XL) e floema (FL) estão dispostos em arco com o xilema voltado para a face adaxial e o floema para a abaxial. Nas mudas aclimatadas, ocorreu à formação e diferenciação de diversas células, o que promoveu um espessamento dos vasos condutores (Figura A e C). Assim, puderam ser verificadas diferenças significativas de 30,43% para xilema (XL) e 105,04% floema (FL). Consequentemente a nervura central tornou-se mais espessa nas folhas aclimatizadas do que quando ainda não tinha sido submetida ao estresse luminoso. Foi observada então, uma média de 264 μ m para não aclimatizada e 493 μ m para as mudas aclimatizadas, ou seja, uma diferença de 86,74% (Tabela 3). Para Silva Júnior et al. (2012) um ambientes de maior radiação difusa e maior temperatura pode influenciar na diferenciação dos vasos de xilema e floema das folhas. Este fato, por sua vez, tem implicações não somente morfogênicas, mas também tróficas, na medida em que afeta as taxas de assimilação fotossintética (REICH et al., 1998).

Tabela 3 - Espessura da nervura central de *Bauhinia variegata* submetidas a diferentes condições de luminosidade.

Tratamento	Xilema (μm)	Floema (μm)	Fibras (μm)	Nervura (μm)
Não Aclimatada	119b \pm 5.3	113b \pm 6.7	260b \pm 11.9	264b \pm 12.3
Aclimatada	151a \pm 7.2	243a \pm 10.4	300a \pm 10.6	493a \pm 14.5
CV (%)	12,4			

Nas colunas médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

De acordo com Sert (1992), folhas de sombra são mais finas que as de sol devido ao consumo de assimilados para a expansão da área foliar. Em alguns casos, folhas adaptadas a ambientes bastante ensolarados ou bastante sombrios são muitas vezes incapazes de sobreviver em outro tipo de habitat, uma vez que, dentre vários fatores, diferem em suas taxas respiratórias, alterando a relação entre respiração e fotossíntese (TAIZ e ZEIGER, 2004). Condições de pleno sol para plantas adaptadas à sombra podem provocar modificações morfofisiológicas comuns em situações de estresse, tal qual um sombreamento excessivo para plantas adaptadas a regiões de sombreamento moderado (CASTRO et al., 2007).

4. CONCLUSÕES

As respostas de mudas de *Bauhinia variegata* submetidas à condição de pleno sol sugerem que a radiação direta pode ter sido um fator estressante para a espécie afetando a biossíntese de clorofilas e carotenoides embora tenha sido verificada aclimação da capacidade fotossintética, bem como da plasticidade dos tecidos analisados em função da maior intensidade luminosa.

REFERÊNCIAS

- ABRAMS, M. D.; MOSTOLLER, S. A. Gas exchange, leaf structure and nitrogen in contrasting successional tree species growing in open and understory sites during a drought. *Tree Physiology*, v.15, n.6, p.361-70, 1995.
- ALMEIDA, L. P., ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; ZANELA, S. M.; VIEIRA, C. V. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 83-88, 2004.
- ARNON, D. *Plant physiology*. v. 24, p. 1-15, 1949.
- BERTHAND, M.; SCHOEFS, B. Working with photosynthetic pigments: Problems and precautions. In: *Handbook of photosynthesis*. Ed. M. Pessarakli. Maroel Dekker, Inc. New York. Cap 10. p. 151-172. 1997.

- CASTRO, E. M.; PINTO, J. E. B. P.; SOARES, A. M.; MELO, H. C.; BERTALUCCI, S. K. V.; VIEIRA, C. V.; JÚNIOR, E. C. L. Adaptações anatômicas de folhas de *Mikania glomerata* Sprengel (Asteraceae), em três regiões distintas da planta, em diferentes níveis de sombreamento. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.9, n.2, p.8-16, 2007.
- ELIAS, S. R. M.; ASSIS, R. M.; STACCIARINI-SERAPHIN E.; REZENDE, M. H. Anatomia foliar em plantas jovens de *Solanum lycocarpum* A.St.-Hil. (Solanaceae). **Revista Brasileira de Botânica**, v.26, n.2, p.169-174, 2003.
- FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. J. G. A. Influência do sombreamento artificial e da adubação química na produção de mudas de *Adenanthera pavonina* L. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 49-56, 2003.
- FONTES, P.C.R.; CONDE, R.M.; PEREIRA, P.R.G. Critical chlorophyll, total N, and NO_3^- -N in leaves associated to maximum lettuce yield. **Journal of Plant Nutrition**, v.20, p.1061-1068, 1997.
- GIL, P. T.; FONTES, P. C. R.; CECON, P. R.; FERREIRA, F. A. Índice SPAD para diagnóstico do estado de nitrogênio e para o prognóstico da produtividade da batata. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v.20, n.4, p.611-615, 2002.
- GUIMARÃES, M. C.; MATSUMOTO, S. N.; VIANA, A. E. S.; ARAÚJO, G. S.; SANTOS, M. F.; CÉSAR, F. C. F.; BONFIM, J. A.; JESUS, A. J. Desenvolvimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) sob condições de diferentes sombreamentos, no município de Vitória da Conquista, BA. **Rev. Bras. de Agroecologia**, v.2, n.2. 2007.
- HOUTER, N. C.; PONS, T. L. Gap size effects on photoinhibition in understorey saplings in tropical rainforest. **Plant Ecology**, 179, p.43-51, 2005.
- JESUS, S. V.; MARENCO, R. A. O SPAD-502 como alternativa para a determinação dos teores de clorofila em espécies frutíferas. **Acta Amazonica**, v. 38, n. 4, p.815-818, 2008.
- JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: Mc Graw-Hill Book, 1940.
- LICHTENTHALER, H. K.; BABANI, F. Differences in pigment composition, photosynthetic rates and chlorophyll fluorescence images of sun and shade leaves of four tree species. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.45, n.8, p.577-588, 2007.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 2 ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP. 2002.
- MARTINS, J. R.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; SILVA, A. P. O.; OLIVEIRA, C.; ALVES, E. Anatomia foliar de plantas de alfavaca-cravo cultivadas sob malhas coloridas. **Ciência Rural**, v.39, n.1, p.82-87, 2009.
- METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons: systematic anatomy of the leaf and stem**. 2.ed. v.1, New York: Oxford University, 1979.
- MÜLLER, P.; LI, X. P.; NIYOGI, K. K. Non-photochemical quenching: A response to excess light energy. **Plant Physiology**, v.125, p.1558-1566, 2001.

- NASCIMENTO, M. E.; PINTO, J. E. B. P.; SILVA JÚNIOR, J. M.; CASTRO, E. M.; SANTOS, F. M. Plasticidade foliar e produção de biomassa seca em *Copaifera langsdorffii* Desf. cultivada sob diferentes espectros de luz. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 57, n. 1, p. 41-48, 2014.
- REGO, G.M.; POSSAMAI, E. Efeito do Sombreamento sobre o Teor de Clorofila e Crescimento Inicial do Jequitibá-rosa. **Boletim de Pesquisa Florestal**, v.53, p.179-194, 2006.
- REICH, P. B.; ELLSWORTH, D. S.; WALTERS, M. B. Leaf structure (specific leaf area) modulates photosynthesis- nitrogen relations: evidence from within and across species and functional groups. **Functional Ecology**, v. 12, p. 948 - 958, 1998.
- ROCHA, R. N. C.; GALVÃO, J. C. C.; TELXEIRA, P. C.; MIRANDA, G. V.; AGNES, E. L.; PEREIRA, P. R. G.; LEITE, U. T. Relação do índice SPAD, determinado pelo clorofilômetro, com teor de nitrogênio na folha e rendimento em grãos em três genótipos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 2, p. 161-171, 2005.
- SALLA, L.; RODRIGUES, J.C; MARENCO, R. A. Teores de clorofila em árvores tropicais determinados com o SPAD-502. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, p.159-161, 2007.
- SERT, M. A. **Anatomia foliar e teores de clorofila em três variedades de soja [*Glycine Max L.) MEDRILL*] e dois níveis de radiação solar**. 66p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1992.
- SILVA JÚNIOR, J. M.; CASTRO, E. M. M. R.; PASQUAL M.; BERTOLUCCI, S. K. V. Variações anatômicas de *Laelia purpurata* var. *cárnea* cultivada *in vitro* sob diferentes intensidades e qualidade espectral de luz. **Ciência Rural**, v. 42, n. 3, p. 480-486, 2012.
- SILVA, M. C. C., COELHO, F. S.; BRAUN, H.; REZENDE, P. C. Índice SPAD em função de diferentes horários e posições no folíolo da batata sob fertilização nitrogenada. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 4, p. 971-977, 2011.
- SOUZA, G. S.; CASTRO, E. M.; SOARES, A. M.; SANTOS, A. R.; ALVES, E. Teores de pigmentos fotossintéticos, taxa de fotossíntese e estrutura de cloroplastos de plantas jovens de *Mikania evigata* Schultz Bip. ex Baker cultivadas sob malhas coloridas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, suplemento 1, p. 1843-1854, 2011.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 719p. 2004.
- WELLBURN, A. R. The spectral determination of chlorophylls *a* and *b*, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal Plant Physiology**, v.144, n.3, p.307-313, 1994.
- ZANELLA, F; SONCELA, R.; LIMA, A. L. S. Formação de mudas de maracujazeiro “amarelo” sob níveis de sombreamento em Ji-Paraná/RO. **Ciência agrotecnica**, v.30, n.5, p.880-884, 2006.