



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE SAÚDE E TECNOLOGIA RURAL
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA FLORESTAL
CAMPUS PATOS – PB**

ARTUR DIEGO VIEIRA GOMES

**RUSTIFICAÇÃO DE MUDAS DE CRAIBEIRA (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth.
& Hook. f ex S. Moore) ATRAVÉS DO MANEJO HÍDRICO E DA ADUBAÇÃO
POTÁSSICA**

Patos – Paraíba – Brasil
2013

ARTUR DIEGO VIEIRA GOMES

RUSTIFICAÇÃO DE MUDAS DE CRAIBEIRA (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. F ex S. Moore) ATRAVÉS DO MANEJO HÍDRICO E DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA

Monografia apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Patos/PB, como parte dos requisitos para conclusão de curso.

Orientador: Prof. Antonio Lucineudo de Oliveira Freire, D. Sc.

Patos – Paraíba – Brasil
2013

ARTUR DIEGO VIEIRA GOMES

RUSTIFICAÇÃO DE MUDAS DE CRAIBEIRA (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f ex S. Moore) ATRAVÉS DO MANEJO HÍDRICO E DA ADUBAÇÃO POTÁSSICA

Monografia aprovada como parte das exigências para a obtenção do Grau de Engenheiro Florestal pela Comissão Examinadora composta por:

APROVADO em: 18/09/2013

Prof. Dr. ANTONIO LUCINEUDO DE OLIVEIRA FREIRE (UAEF/UFCG)
Orientador

Profa. Dra. IVONETE ALVES BAKKE (UAEF/UFCG)
1ª Examinadora

Prof. Dr. DIÉRCULES RODRIGUES DOS SANTOS (UAEF/UFCG)
2º Examinador

PATOS (PB), 27 DE SETEMBRO DE 2013

Dedico

Aos meus Pais, Maria Edna Vieira Gomes e Francisco de Assis Gomes, que com todas dificuldades permitiram que este sonho se realizasse.

À minha avó Otacilia Ferreira Vieira pelos incentivos e dedicação e principalmente carinho, afeto e amor.

Aos meus irmãos Ítalo Gabriel e Lívia Cristina

À minha namorada, Maria José de Holanda Leite, pelo apoio e companheirismo nos momentos difíceis de minha vida acadêmica.

Ofereço

A minha avó e mãe

Otacilia & Edna

Obrigado por sempre acreditarem em mim,
obrigado por todo esforço e dedicação
para que esta vitória fosse conquistada.

Amo muito vocês!

AGRADECIMENTOS

À Deus em primeiro lugar e especialmente pela força que Ele me deu para vencer esta caminhada e por iluminar todos meus passos e pensamentos que conseguisse chegar ao fim desta caminhada.

À minha família, que sempre contribuiu para minha educação, especialmente minha avó e minha mãe Otacilia Ferreira Vieira & Maria Edna Vieira Gomes, aos meus irmãos: Ítalo Gabriel e Lívia Cristina, pela força e incentivo que me ofereceram durante o decorrer do curso e toda a minha vida.

Aos meus Tios e Tias Juscelina, Elza, Duda, Maria, e Darcí.

Ao professor Antônio Lucineudo de Oliveira Freire, que me tratou como um filho, pela amizade e orientação não só na monografia e em projetos de Pesquisa, mas na minha vida acadêmica, que será importante para a minha caminhada profissional.

À minha namorada Maria José de Holanda Leite por toda cumplicidade, companheirismo e incentivo durante quase toda minha caminhada acadêmica.

Aos meus amigos de muitas histórias dentro desses 5 anos, Pajé, Gesimiel, Rodrigo, Djailson Jr, Foguinho, enfim, a todos os integrantes desse amado grupo de amizade.

Aos colegas de curso, independentemente agradeço à todos.

À todos os professores do curso de Engenharia Florestal, pelos ensinamentos; e em especial àqueles com os quais tive mais proximidade os professores Rivaldo e Maria do Carmo, pela amizade que foi construída.

Às funcionárias Ednalva e Ivanice pela paciência, as componentes do RU, Sebastiana (galega), dona Coca, dona Cisa que me trataram como um filho.

À todos àqueles, que por ventura eu tenha esquecido de citar seus nomes, que contribuíram para a realização deste trabalho e para o término da minha graduação, meus sinceros agradecimentos.

Obrigado a todos!

GOMES, A. D. V. 2013. **RUSTIFICAÇÃO DE MUDAS DE CRAIBEIRA (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. F ex S. Moore) ATRAVÉS DO MANEJO HÍDRICO E ADUBAÇÃO POTÁSSICA.** 2013. 36 folhas. Monografia (Graduação) Engenharia Florestal – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Saúde e Tecnologia Rural, Patos - PB, 2013.

RESUMO

Na tentativa de contribuir para o entendimento de alguns fatores que atuam para a melhoria da qualidade de mudas florestais de espécies nativas, o presente estudo teve como objetivos avaliar o crescimento das mudas de *Tabebuia aurea* durante a fase de rustificação em função da adubação potássica e do regime hídrico, e seu comportamento bioquímico sob condições hídricas desfavoráveis pós-viveiro. O experimento foi conduzido em duas fases, sendo que a primeira correspondeu ao período de rustificação contendo quatro doses de potássio (0, 248, 372 e 496 mg L⁻¹ de KCl) e 3 frequências de irrigação (irrigação duas vezes ao dia – tratamento controle; irrigação uma vez ao dia e irrigação a cada dois dias). Na segunda fase do experimento, as plantas foram divididas em dois grupos, em que um permaneceu com irrigação diária a cada dois dias e o outro foi submetido ou estresse hídrico, através da suspensão da irrigação. As doses de K não exerceram efeito significativo nos parâmetros analisados. Durante a fase de rustificação, irrigação duas vezes aumentou o crescimento das plantas. A rustificação empregando a dose de 260 mg L⁻¹ K associado à irrigação a cada dois dias proporcionou acúmulo de aminoácidos e açúcares solúveis quando as mudas foram expostas ao estresse hídrico.

Palavras chave: Estresse hídrico. Tolerância à seca. Potássio.

GOMES, A. D. V. 2013. **RUSTIFICATION OF *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. F ex S. Moore SEEDLINGS THROUGH WATER MANAGEMENT AND POTASSIUM FERTILIZATION.** 2013. 36 sheets. Monograph (Graduation) Forest Engineering – Federal University of Campina Grande, Rural Health of Technology Center, Patos - PB, 2013.

ABSTRACT

In an attempt to contribute to the understanding of some factors that act to improve the quality of forest seedlings of native species, the present study aimed to evaluate the growth of seedlings of *Tabebuia aurea* during the hardening phase as a function of potassium fertilization and water regime, and its biochemical behavior under unfavorable water conditions post-nursery. The experiment was conducted in two phases, the first of which corresponded to the period of rustication, evaluating four levels of potassium (0, 130, 195, and 260 mg L⁻¹ K) and three irrigation frequencies (irrigated twice a day, irrigated once daily and irrigation every two days). In the second phase of the experiment, the plants were divided into two groups, where one remained with daily irrigation every two days and the other was submitted or water stress, by withholding water. The K does not have a significant effect on these parameters. During the hardening phase, irrigation twice increased the plant growth. The hardening using 260 mg L⁻¹ K associated with irrigation every two days showed accumulation of soluble sugars and amino acids when the plants were exposed to water stress.

Keywords: Water stress. Drought tolerance. Potassium.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Detalhes da caixa gerbox e da semente de craibeira germinada **16**
- Figura 2** - Altura de plantas (A), diâmetro do caule (B), números de folhas (C), de plantas de craibeira no final da fase de rustificação em função dos regimes de irrigação **21**
- Figura 3** – Acúmulos de massa seca do caule (MSC), massa seca raiz (MSR) e massa seca total (MSTt), de plantas de craibeira no final da fase de rustificação, em função dos regimes de irrigação **22**
- Figura 4** – Concentrações de aminoácidos totais ($\mu\text{g g MF}^{-1}$) em folhas de craibeira ao término do estresse hídrico **24**
- Figura 5** – Concentrações de proteínas ($\mu\text{g g MF}^{-1}$) em folhas de craibeira ao término do estresse hídrico **26**
- Figura 6** – Concentrações de açúcares solúveis totais ($\mu\text{g g MF}^{-1}$) em folhas de craibeira ao término do estresse hídrico **27**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	09
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
2.1 Produção de mudas e nutrição mineral	11
2.2 Rustificação de mudas	12
2.3 A espécie craibeira	13
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Generalidades	15
3.2 Tratamentos, delineamento experimental e condução dos experimentos	16
3.3 Parâmetros avaliados	18
3.3.1 Concentrações de açúcares totais, proteínas e aminoácidos	18
3.3.1.1 Determinações	19
3.4 Análises estatísticas	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1 Fase de rustificação	21
4.2 Fase de estresse hídrico	23
4.3 Dias de coleta de amostras foliares após início do estresse hídrico	28
5 CONCLUSÃO	31
REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

A região semiárida do Brasil tem como característica solos rasos e períodos prolongados de estiagem, suas chuvas são distribuídas irregularmente no espaço e no tempo, o que torna esta paisagem sensível à degradação. A vegetação do bioma caatinga localizado na mesma, é adaptada à estas condições e tem na sua flora e fauna uma grande diversidade, as quais não é dada o valor merecido pela maior parte de seus habitantes.

A exploração humana sobre este bioma tem assumido índices alarmantes de degradação ambiental, contribuindo para o desaparecimento de espécies em determinadas localidades e elevando o índice de desertificação. O manejo incorreto do solo, queimadas, e exploração da vegetação para os mais diversos fins, são apontados como as principais ações antrópicas de degradação ambiental.

Para tanto, essas ações podem ser mitigadas e até corrigidas através do plantio de espécies nativas que já são adaptadas à região, visando à recuperação e à revegetação da mesma. É um processo oneroso e complicado de ser implementado, pois exige estudos profundos e conhecimento a respeito de diversos aspectos, como a melhor forma de produzir a muda, interação entre espécies, exigência nutricional e idade da planta para ir ao campo.

Outro fator que contribui para o insucesso desses projetos é a elevada mortalidade das mudas, pois muitas não resistem ao primeiro período de estiagem característico da região. A significativa mortalidade de mudas no campo, e agravada em virtude de fatores ambientais como sol, vento, chuvas intensas, mudança brusca de temperatura e períodos prolongados de estiagem.

Notadamente, observa-se que os primeiros meses de vida das mudas no campo são os mais críticos, principalmente no semiárido brasileiro, pois as mesmas tem pouco tempo para se fixarem ao solo e acumular reservas, nutrientes e água, que possam garantir sua transição entre os meses mais secos e os chuvosos.

Para minimizar a perda de mudas, algumas ações podem ser executadas, como o correto manejo destas no viveiro, possibilitando maior vigor e, conseqüentemente, aumentando as chances de sobrevivência pós-plantio.

Na região nordeste do Brasil, é preferível que as mudas apresentem resistência às condições climáticas, notadamente ao regime de chuvas, principalmente em anos atípicos. Sendo assim, o processo de rustificação das

mudas pode ser a solução para tal problema, visto que são submetidas à mudanças nutricionais e fornecimento de água, estimulando a produção e acúmulo de solutos orgânicos, fazendo com que as mesmas reduzam o potencial osmótico celular e consigam absorver água e nutrientes antes aprisionados pelo solo. O uso da adubação potássica faz parte do processo de rustificação. Esse nutriente é considerado essencial para as plantas uma vez que faz parte de atividades vitais às mesmas, interferindo diretamente no metabolismo celular.

Infelizmente não há tradição silvicultural nesta região do semiárido brasileiro, e pouca atenção tem sido dada nos estudos referentes aos processos de produção de mudas e aos fatores que possam contribuir para o sucesso dos projetos de revegetação, plantios comerciais e recuperação de áreas degradadas do bioma Caatinga.

Poucos são os estudos com espécies arbóreas nativas, em comparação com aquelas de rápido crescimento e maior interesse comercial, como *Eucalyptus* e *Pinus*. A maioria das recomendações, principalmente no tocante às atividades na fase de viveiro, incluindo nutrição mineral e manejo hídrico, é baseada nos estudos realizados com essas duas espécies citadas anteriormente.

Na tentativa de contribuir para o entendimento de alguns fatores que contribuem para a melhoria da qualidade de mudas florestais de espécies nativas, adaptadas à região semiárida brasileira, o presente estudo teve como objetivos avaliar o crescimento das mudas de craibeira durante a fase de rustificação em função da adubação potássica e do regime hídrico, e seu comportamento bioquímico sob condições hídricas desfavoráveis pós-viveiro.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Produção de mudas e nutrição mineral

Ao se fazer o plantio no campo, as mudas são expostas à condições adversas que podem promover significativa mortalidade. Segundo Del Quiqui et al. (2004) e Silva et al. (2013) a etapa de formação das mudas é crucial no processo de formação de um povoamento florestal, visto que as mesmas devem apresentar características desejáveis para suportar as mudanças microclimáticas entre viveiro e campo.

Para assegurar adaptação e crescimento satisfatórios das mudas no campo após o plantio, a nutrição adequada das mesmas e o uso de substrato apropriado são fatores cruciais (DEL QUIQUI et al., 2004). No que se refere às espécies florestais, os nutrientes minerais afetam o crescimento e a qualidade das mudas, ao proporcionarem bom desenvolvimento do sistema radicular e permitir melhor adaptação e conseqüente sobrevivência no campo após o plantio (CARNEIRO, 1995).

Os elementos minerais assumem funções essenciais e específicas no metabolismo das plantas, podendo participar na composição de constituintes estruturais, assim como ativadores enzimáticos, carreadores de cargas e osmorreguladores (MARSCHNER, 1995).

O potássio é considerado um elemento essencial às plantas, pois atende aos três critérios de essencialidade determinados por Malavolta (2006). Segundo Silva et al. (2013), o mesmo possui várias funções na planta, como agente osmótico nas células vegetais, ativador de enzimas, além de funcionar no equilíbrio de cargas negativas e no pH celular. Apesar de não fazer parte de nenhum composto orgânico, nem desempenhar função estrutural nas plantas, atua na ativação de cerca de 50 enzimas cruciais ao metabolismo celular (MARSCHNER, 1995). Além disso, uma função de reconhecida importância que esse íon exerce nas plantas é o da manutenção da turgescência celular, por ser o principal íon presente no vacúolo, estando intimamente relacionado com o equilíbrio osmótico (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Sob condições de estresse hídrico, as plantas acumulam solutos osmoticamente ativos, ajustando-se osmoticamente, reduzindo o potencial osmótico celular e proporcionando a absorção de água e garantindo a manutenção de atividades vitais, mesmo sob condições de baixos potenciais hídricos (BOURNE et

al., 1988). Dentre esses solutos acumulados estão os aminoácidos totais (LECHINOSKI et al., 2007; SANTOS; PIMENTEL, 2009) e os açúcares solúveis (SANTOS; PIMENTEL, 2009).

No entanto, a resposta de mudas à adubação potássica varia com a espécie. Em plantas de *Acacia mangium*, Dias; Alvarez; Brienza (1991) não observaram resposta positiva ao fornecimento desse nutriente, enquanto que em *Sclerolobium paniculatum*, Dias et al. (1992) obtiveram resposta positiva ao fornecimento desse nutriente, e verificaram que o nível crítico de K foi de 27,4 ppm.

2.2 Rustificação de mudas

Durante a fase de viveiro, as condições específicas de manejo em cada etapa influenciam diretamente na produtividade do viveiro e na qualidade das mudas, refletindo-se na sobrevivência, na uniformidade e no crescimento inicial das plantas no campo (ALFENAS et al., 2004).

A rustificação de mudas, segundo Ferrari; Shimizu (2005), é um processo fisiológico pelo qual as mudas são preparadas, através do controle do regime hídrico e nutricional, para se adaptar e resistir aos estresses promovidos nas primeiras semanas após seu plantio. Ainda segundo esses autores, este é o período em que as plantas passam por diversos traumas, como o estresse hídrico, retirada dos tubetes que de certo modo expõe as raízes ao vento e sol, além da vibração do transporte até a área de plantio.

Antes do transplante, as mudas são submetidas à rustificação, consiste em um período de adaptação para que consigam resistir às condições adversas no campo, principalmente em períodos de estiagem. Sua duração varia, em média de 15 a 20 dias e, nesse período, em dias muito quentes e ensolarados, são realizadas fertirrigações diárias, priorizando formulações com reduzida relação N/K. Esta fase é extremamente crítica e reflete diretamente na qualidade das mudas (ALFENAS et al., 2004).

A permanência de mudas no viveiro por períodos prolongados para alcançar a rustificação passou a ser questionada, e passaram a ser adotadas alterações na irrigação e nutrição, visando conseguir a rustificação em menor período de tempo, conseqüentemente, sem redução na atividade fisiológica (D'AVILA et al., 2011). Nesta fase, as mudas tendem a ser mais resistentes a doenças em relação às fases

anteriores, em virtude da menor proporção de tecido vegetal tenro e da menor umidade no substrato (ALFENAS et al., 2004).

A rustificação de mudas pode ser avaliada pela relação altura/diâmetro de coleto, e essa relação exprime um equilíbrio de crescimento também denominado quociente de robustez (GOMES; PAIVA, 2004). Para Carneiro (1983), quanto menor for o valor dessa relação, maior será a capacidade que a muda possui de sobreviver e se estabelecer no campo.

Em plantas de *Eucalyptus*, D'Avila et al. (2011) recomendam a aplicação de 249 mg L⁻¹ de K durante a fase de rustificação, por proporcionar os maiores incrementos de diâmetro de coleto.

Também em *Eucalyptus*, avaliando os efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio na fase de rustificação das mudas, Silva; Klar; Passos(2004) verificaram que o estresse hídrico não influenciou as características morfológicas das plantas, e que os maiores teores de clorofila foram encontrados nas mudas submetidas ao estresse hídrico mais intenso e maiores doses de K.

2.3 A espécie craibeira

A craibeira (*Tabebuia aurea*) é uma espécie que ocorre entre os biomas Caatinga e Cerrado, pertencente à família Bignoniaceae. É uma árvore que apresenta sua maior frequência em margens de rios e lagos compondo as matas ciliares, podendo alcançar de 12 a 20 metros de altura, seu tronco varia de reto e bem formado a tortuoso, revestido por casca grossa de cor acinzentada, suas folhas são coriáceas, opostas e palminérvias, seu fruto é do tipo síliqua que contendo aproximadamente 80 sementes achatadas e munidas de alas. Esta espécie apresenta múltiplas utilidades na construção civil, ornamental, medicinal e empregada em programas de reflorestamentos (LORENZI, 1992)

Avaliando a estrutura da vegetação lenhosa e o valor de uso das espécies na mata ciliar das margens do riacho do Navio, Ferraz; Albuquerque; Meunier (2006) observaram que a craibeira foi citada como uma das espécies de grande valor madeireiro, sendo procurada para uso em construções rurais. No entanto, nesse levantamento, alguns entrevistados questionaram esse uso em construções rurais quando a madeira estivesse em contato com o solo por apresentar suscetibilidade

ao ataque de agentes xilófagos. No entanto, Paes et al. (2009), em testes laboratoriais, afirmaram o contrário.

O uso na medicina caseira foi constatado por Macedo; Ferreira (2004), que registraram o seu emprego nos tratamentos de vitiligo, manchas na pele e como antisséptico. Souza (2010) constatou que esta planta também pode ser usada no tratamento contra a anemia, e Oliveira Júnior (2010), no tratamento de problemas do fígado, todos na forma de chá de sua casca.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Generalidades

O trabalho foi conduzido entre os meses de Janeiro a Maio de 2012, em ambiente telado no Viveiro Florestal da Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal (UAEF), do Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Patos.

As mudas foram produzidas em tubetes pretos com 280 cm³, contendo 0,420 kg de substrato, o qual foi composto de uma mistura de solo e esterco bovino, na proporção 3:1 (v/v).

O solo usado na composição do substrato na produção das mudas e nos recipientes na fase do experimento foi coletado na Fazenda Núcleo de Pesquisas do Semiárido, (NUPEÁRIDO/UFCG), localizada no município de Patos, proveniente da camada de 0 a 20 cm de profundidade, cujas características químico-físicas encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1– Análise química e física do solo empregado no experimento

Característica	Unidade	Valor
Análise química		
pH (CaCl ₂ 0,01 M)	-	5,0
P	µg dm ⁻³	4,5
Ca	cmol _c dm ⁻³	5,1
Mg	cmol _c dm ⁻³	1,9
K	cmol _c dm ⁻³	0,17
Na	cmol _c dm ⁻³	0,57
H + Al	cmol _c dm ⁻³	3,1
CTC	%	10,84
V	%	71,4
Análise física		
Areia	g kg ⁻¹	780
Silte	g kg ⁻¹	100
Argila	g kg ⁻¹	120
Classificação textural	-	Areia franca

Fonte: Gomes 2013

O substrato foi adubado com 50 g de N e 250 g de P₂O₅, para cada m³ de substrato, segundo recomendação de Furtini Neto et al. (1999) para algumas espécies arbóreas nativas.

As sementes foram provenientes de matrizes do CSTR, foram uniformizadas quanto ao tamanho e cor e submetidas à retirada das alas e postas para germinar em caixas plásticas tipo gerbox, à temperatura 25 °C. As sementes foram colocadas nos gerbox para germinar sobre duas folhas de papel germitest. Estas foram umedecidas com 12 mL de água destilada e diariamente foi acrescentado 2 mL, objetivando manutenção da umidade entre as sementes. Quando a radícula apresentou comprimento em torno de 2 cm (Figura 1), duas sementes foram transferidas para cada tubetes (duas sementes por tubete), e após 15 dias, foi feita o desbaste das plântulas, deixando-se a mais vigorosa.

Figura 1 – Detalhes da caixa gerbox e da semente de craibeira germinada



Fonte – Gomes, 2013

3.2 Tratamentos, delineamento experimental e condução dos experimentos

O experimento foi conduzido em duas fases, sendo que a primeira fase correspondeu ao período de rustificação, e na segunda, as plantas foram submetidas ao estresse hídrico após a rustificação.

Na primeira fase os tratamentos em delineamento inteiramente casualizado, foram distribuídos em arranjo fatorial 4 x 3 (4 doses de potássio e 3 frequências de irrigação), com 4 repetições e 4 plantas por repetição, totalizando 192 plantas.

Os tratamentos consistiram de:

- quatro doses de potássio: 0, 130, 195 e 260 mg L⁻¹ de K (0, 248, 372 e 496 mg L⁻¹ de KCl);

- três frequências de irrigação: frequência RH1 (irrigação duas vezes ao dia – tratamento controle), RH2 (irrigação uma vez ao dia) e RH3 (irrigação a cada dois dias).

As doses de potássio foram escolhidas baseadas no teor de K do solo utilizado para a composição do substrato, e correspondem a 0, 1, 2 e 3 vezes o teor de K apresentado pelo mesmo.

Na segunda fase do experimento, posterior ao período de rustificação, os tratamentos foram distribuídos em fatorial 4 x 3 x 2, sendo:

- quatro doses de potássio;
- três frequências de irrigação, conforme descrito anteriormente;
- dois regimes hídricos [plantas irrigadas duas vezes ao dia (IR) e plantas submetidas a estresse hídrico (EH)].

Após o desbaste, as mudas foram irrigadas diariamente, duas vezes ao dia (às 9 e 15 horas), durante 89 dias. A irrigação foi feita procurando-se manter a umidade do solo em torno de 60% da capacidade de retenção do substrato, determinado através de pesagem dos tubetes. Aos 90 dias após o desbaste, iniciou-se a fase de rustificação das mudas, ocasião em que foram aplicados os tratamentos de adubação potássica e as frequências de irrigação.

A fase de rustificação teve a duração de 30 dias. Ao fim desse período, 96 plantas foram avaliadas quanto à altura e o diâmetro do coleto. As raízes, o caule e as folhas foram levadas para secagem em estufa a 70 °C, até obtenção de massa constante, para a determinação do peso da matéria seca.

As 96 plantas restante foram transferidas para sacos plásticos contendo 6 kg do substrato utilizado anteriormente. A irrigação dos mesmos foi feita de forma a manter o nível de umidade em torno de 60% da capacidade de retenção de água, permanecendo nessa condição por 30 dias.

Decorrido esse período de adaptação, as plantas foram divididas em dois grupos de 48 plantas cada, cujos tratamentos corresponderam aos regimes hídricos a serem testados. Um grupo continuou com irrigação duas vezes ao dia (tratamento controle) e outro grupo foi submetido à interrupção da irrigação (tratamento de

estresse hídrico). Este tratamento de estresse persistiu até quando foi observado o murchamento das folhas do ápice das plantas.

Atingido este ponto de murcha, foram colhidas folhas jovens totalmente expandidas, e dessas foram retirados 0,2 gramas do limbo foliar evitando-se a nervura principal para posteriores avaliações bioquímicas.

3.3 Parâmetros avaliados

Ao final da fase de rustificação foram avaliados os seguintes parâmetros:

- a) Altura da planta, determinada do nível do solo até o ápice da planta;
- b) diâmetro do caule, determinado a 1 cm acima do nível do solo, utilizando paquímetro digital;
- c) peso da matéria seca de raízes, caule, folhas e matéria seca total das plantas.

Após o término da segunda fase (tratamentos de estresse), foram avaliados:

- a) Altura de plantas e diâmetro do coleto;
- b) Concentrações foliares de açúcares totais, aminoácidos e proteínas.

3.3.1 Concentrações de açúcares totais, proteínas e aminoácidos

Amostras de folhas (200 mg) foram maceradas utilizando-se 10 mL de MCA (metanol, clorofórmio e água, proporção 12:5:3) por grama de massa fresca (BIELESKI; TURNER, 1966). Em seguida as amostras foram centrifugadas três vezes a 3.000 rpm, durante três minutos. O sobrenadante foi transferido para funil de separação e adicionados 1 mL de clorofórmio e 1,5 mL de água destilada para cada 4 mL de sobrenadante.

Após a separação, a fase superior do extrato foi colocada em tubo de ensaio em banho-maria a 30°C por duas horas, para evaporar o clorofórmio.

O precipitado oriundo da centrifugação citada anteriormente foi submetido à ressuspensão com NaOH 0,1 mol/L, utilizando-se 5 mL por grama de material vegetal. Em seguida, foi centrifugado a 3.000 rpm durante três minutos.

3.3.1.1 Determinações

a) Açúcares solúveis totais

Para a determinação das concentrações de açúcares totais foi empregada a metodologia de Yemm e Willis (1954), utilizando-se 0,1 mL do extrato, 0,9 mL de água destilada e 2 mL do reagente antrona 0,2% em H₂SO₄ concentrado. Após agitação, procede-se o aquecimento em banho-maria a 100 °C durante três minutos. Para elaboração da reta padrão foi utilizada a glicose, em concentrações de 10, 20, 40 e 60 µg/mL, obtidas por diluição de uma solução de glicose 0,33 mmol/L, com as leituras das absorvâncias feitas a 620 nm.

b) Proteínas

Para determinação de proteínas foi utilizada a metodologia de Bradford (1976). O reagente foi preparado diluindo-se 100 mg de Coomassie blue G250 em 50 mL de etanol 95%. Em seguida, adicionou-se 100 mL de H₃PO₄ 85% (p/v) e ajustou-se o volume para um litro com água destilada. Realizou-se a determinação da concentração de proteínas adicionando-se 5 mL do reagente a 0,1 mL do extrato, com leituras de absorvâncias realizadas a 595 nm. O padrão utilizado foi o BSA (soroalbumina bovina) na faixa de 200 a 1.000 µg/ mL.

c) Aminoácidos totais

Seguindo-se a metodologia proposta por Yemm e Cocking (1955), utilizou-se 0,1 mL de extrato, 0,5 mL de tampão citrato 0,2 mol/L, pH 5,0, 0,2 mL de ninhidrina 5% (m/v) em metilcelosolve e 1 mL de KCN 2% (v/v) de uma solução 0,01mol/L em metilcelosolve. Após agitação dos tubos, procedeu-se o aquecimento em banho-maria a 100 °C por 20 minutos e, após esfriamento à temperatura ambiente, completou-se o volume para 4 mL com etanol 60%. As absorvâncias foram lidas em espectrofotômetro a 540 nm e o padrão utilizado foi glicina, na faixa de 15 a 75 µg/mL.

3.4 Análises estatísticas

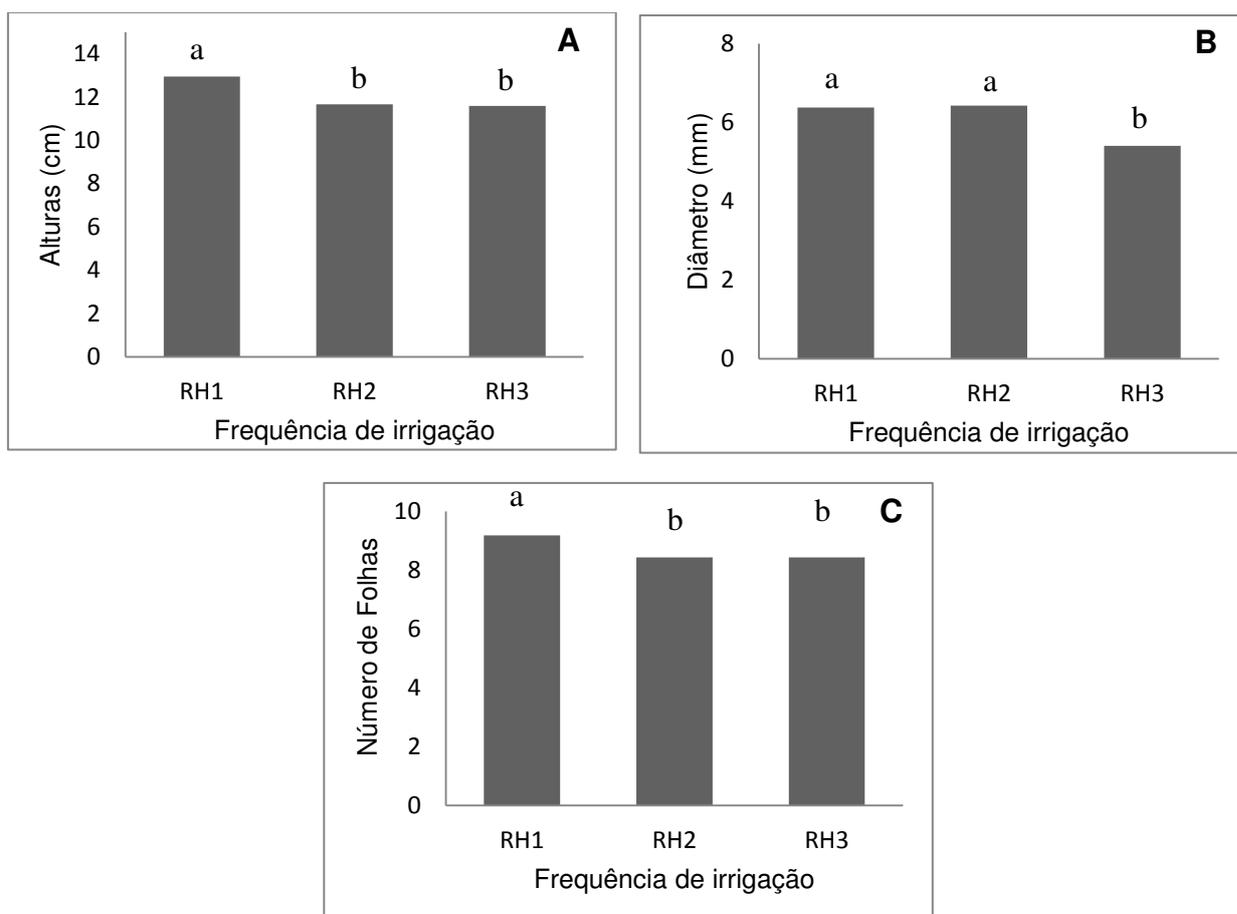
O delineamento experimental foi o inteiramente (DIC). A primeira fase foi em esquema fatorial 4 X 3 com quatro repetições e quatro plantas por repetição, e a segunda fase 4 X 3 X 2, com quatro repetições e duas plantas por repetição. Os resultados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa estatístico ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2002).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Fase de rustificação

Diferença significativa foi observada apenas na frequência de irrigação nos parâmetros altura das plantas, diâmetro do coleto, número de folhas, matéria seca de folhas, das raízes, do caule e total, com exceção da matéria seca das folhas, não houve efeito significativo das doses de K nem a interação significativa entre as doses de K e as frequências de irrigação para a (Figura 2).

Figura 2 - Altura de plantas (A), diâmetro do caule (B), números de folhas (C), de plantas de craibeira no final da fase de rustificação em função dos regimes de irrigação



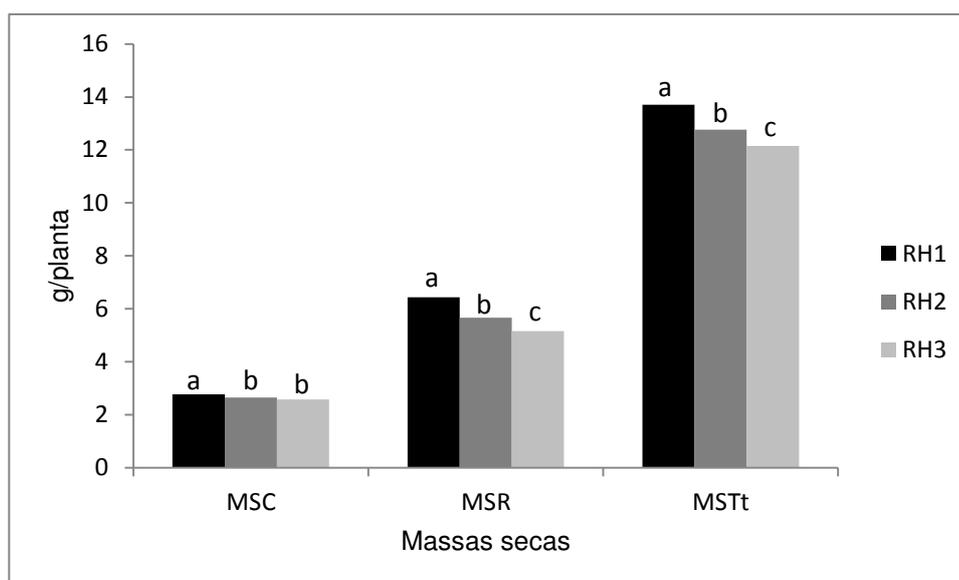
Fonte - Gomes (2013).

Médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). RH1: Irrigação duas vezes ao dia; RH2: irrigação uma vez ao dia; RH3: irrigação a cada dois dias.

Observa-se que as maiores médias de altura de plantas (Figura 2A) e número de folhas (Figura 2C) foram observadas a frequência de irrigação duas vezes ao dia (RH1), e para o diâmetro do coleto (Figura 2B), na frequência de irrigação uma vez ao dia (RH2), estatisticamente igual ao RH1. As reduções na altura de plantas, diâmetro do coleto e número de folhas foram de 10,5%, 15% e 8,2% respectivamente, quando se compara as plantas irrigadas a cada dois dias (RH3) com aquelas irrigadas diariamente, duas vezes ao dia (RH1).

Da mesma forma, o tratamento de irrigação diária duas vezes ao dia (RH1) proporcionou a obtenção de maiores valores de matéria seca do caule, das raízes e matéria seca total (Figura 3).

Figura 3 – Acúmulos de massa seca do caule (MSC), massa seca raiz (MSR) e massa seca total (MSTt), de plantas de craibeira no final da fase de rustificação, em função dos regimes de irrigação



Fonte - Gomes (2013).

Médias seguidas pela mesma letra não difere estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). RH1: Irrigação duas vezes ao dia; RH2: irrigação uma vez ao dia; RH3: irrigação a cada dois dias.

Possivelmente as outras frequências de irrigação devem ter causado estresse hídrico nas plantas, levando à redução no crescimento e acúmulo de matéria seca. O estresse pode ter sido potencializado, possivelmente, pelo baixo volume de substrato no tubete, reduzindo assim a quantidade de água disponível, prejudicando as mesmas.

A ausência da resposta das plantas à adubação potássica pode ser atribuída ao fato de que, possivelmente, o tubete não fosse o recipiente adequado para a produção de mudas da espécie, causando, segundo (SILVA; KLAR; PASSOS, 2004) e D'Ávila et al. (2011), estresse físico ao sistema radicular, impedindo o seu desenvolvimento. Esses autores relatam que a ausência da influência das doses de K pode ter ocorrido pelo fato de que as mudas em processo de rustificação já tenham passado pela fase de crescimento rápido, pois o tamanho do recipiente e, conseqüentemente, a quantidade de substrato e outros nutrientes foram limitantes.

Contrariamente, trabalhos tem mostrado que plantas submetidas a déficit hídrico severo, tendem a investir mais no crescimento das raízes do que na parte aérea, explorando regiões mais profundas do solo (BARBOSA et al., 2000; SILVA; NOGUEIRA, 2003).

Quando se compara os tratamentos RH1 e RH3, verifica-se que houve redução de 7%, 20% e 11% na produção de matéria seca do caule, das raízes e matéria seca total respectivamente. Dessa forma, nota-se que a produção de matéria seca nas raízes foi mais prejudicada do que na parte aérea.

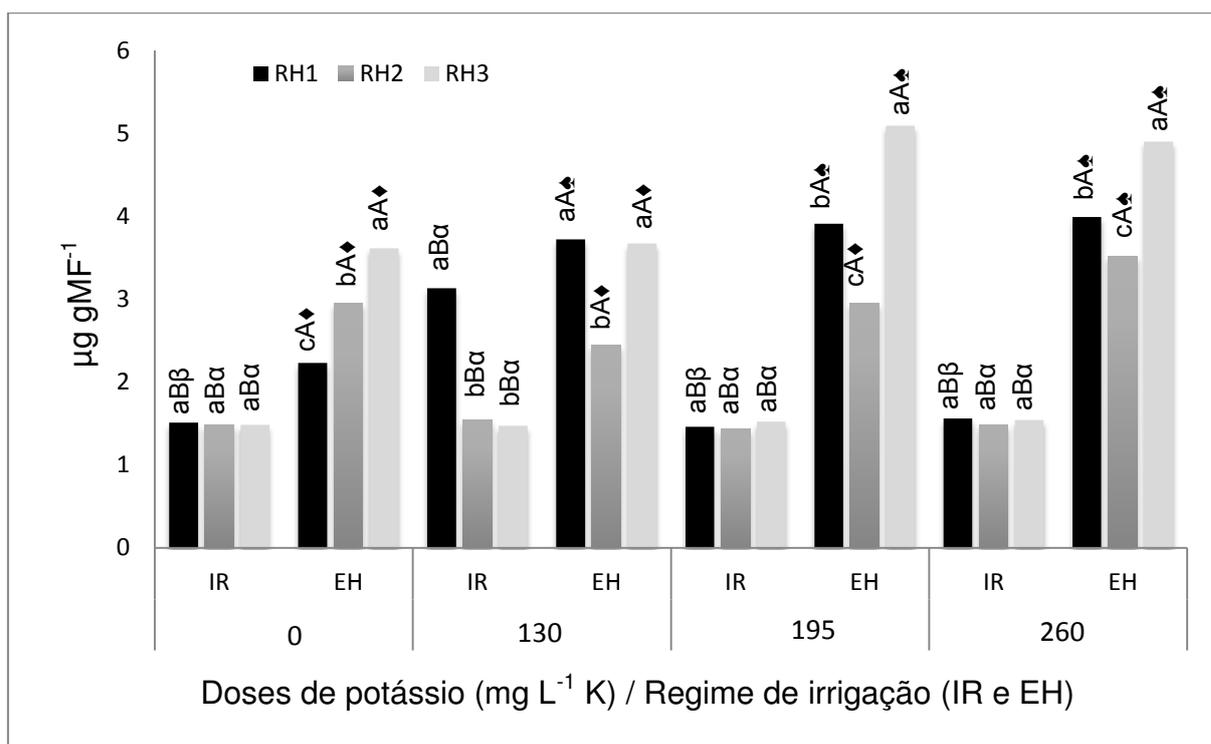
Reduções no crescimento e produção de matéria seca decorrente do estresse hídrico têm sido observadas por vários autores (BARBOSA et al., 2000; SILVA; NOGUEIRA, 2003). Silva (2007) verificou, em plantas de aroeira crescidas em várias condições de níveis de água, que a produção de matéria seca nas folhas foi maior nas plantas submetidas a 75% da capacidade de porte, representando acréscimo de 60% em relação ao tratamento 100%. Sendo assim, nota-se que o nível de resposta das plantas a essa condição adversa depende da espécie, da idade da planta e da intensidade do estresse.

4.2 Fase de estresse hídrico

Não houve efeito significativo dos tratamentos nos parâmetros altura das plantas e diâmetro do caule. Verificou-se que houve interação tripla entre as doses de potássio, frequências de irrigação e regimes hídricos para as concentrações foliares de aminoácidos totais e de proteínas. Quanto às concentrações foliares de açúcares solúveis totais, houve interação dupla, entre as doses de potássio e as frequências de irrigação.

Independentemente da frequência de irrigação e da dose de potássio empregados, as plantas sob estresse hídrico apresentaram maiores teores de aminoácidos (Figura 4).

Figura 4 – Concentrações de aminoácidos totais ($\mu\text{g gMF}^{-1}$) em folhas de craibeira ao término do estresse hídrico



Fonte - Gomes (2013).

Médias seguidas de letras ou símbolos iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,01$). Letras minúsculas comparam as frequências de irrigação, em cada tratamento regime hídrico (IR e EH). Letras maiúsculas comparam as os regimes de irrigação em cada frequência de irrigação. Letras gregas comparam as doses de K dentro do tratamento sem estresse hídrico (IR). Símbolos comparam as doses de K dentro do tratamento com estresse hídrico (EH).

Nas plantas irrigadas, aquelas que receberam $130 \text{ mg L}^{-1} \text{ K}$ e irrigação diária duas vezes ao dia (130-IR-RH1) apresentaram maior acúmulo de aminoácidos em suas folhas do que as plantas submetidas às demais doses de K, nessa mesma frequência de irrigação (RH1). Analisando as doses de K (0, 195 e $260 \text{ mg L}^{-1} \text{ K}$) e frequências de irrigação (RH2 e RH3), não houve diferença entre os tratamentos.

As plantas que foram submetidas ao estresse hídrico (EH), pertencentes ao tratamento RH1, e receberam $130, 195$ e $260 \text{ mg L}^{-1} \text{ K}$ (130-EH-RH1, 195-EH-RH1 e 260-EH-RH1) apresentaram maiores teores de aminoácidos do que aquelas que não receberam K (0-EH-RH1). Nessa mesma comparação, mas levando-se em conta

apenas o tratamento RH2, verificou-se que as plantas que receberam a maior dose de K (260-EH-RH2) acumularam mais aminoácidos do que os demais tratamentos. No tratamento RH3, as plantas que receberam 195 e 260 mg L⁻¹ K (195-EH-RH3 e 260-EH-RH3) apresentaram maiores concentrações de aminoácidos do que aquelas dos tratamentos 0 e 130 mg L⁻¹ K (0-EH-RH3 e 130-EH-RH3).

Dessa forma, percebe-se que as plantas que receberam maior dose de potássio e foram submetidas à menor frequência de irrigação (195 ou 260 mg L⁻¹ K e RH3) acumularam mais aminoácidos e proteínas nas folhas. No entanto, o efeito foi muito mais pronunciado nos aminoácidos. Em plantas de teca (*Tectona grandis*) Lechinoski et al. (2007) observaram que, sob condições de estresse hídrico, progressivo causou redução na concentração das proteínas ao mesmo tempo que houve aumento nos aminoácidos totais. Atribuíram esse comportamento à redução na atividade das enzimas proteolíticas, além da redução na síntese proteica. Comportamento semelhante foi observado por Silva, et al. (2009), em plantas de pinhão-manso (*Jatropha curcas*) submetidas ao estresse salino, e por Silva (2011) estudando juazeiro (*Ziziphus joazeiro*) em condições de estresse hídrico.

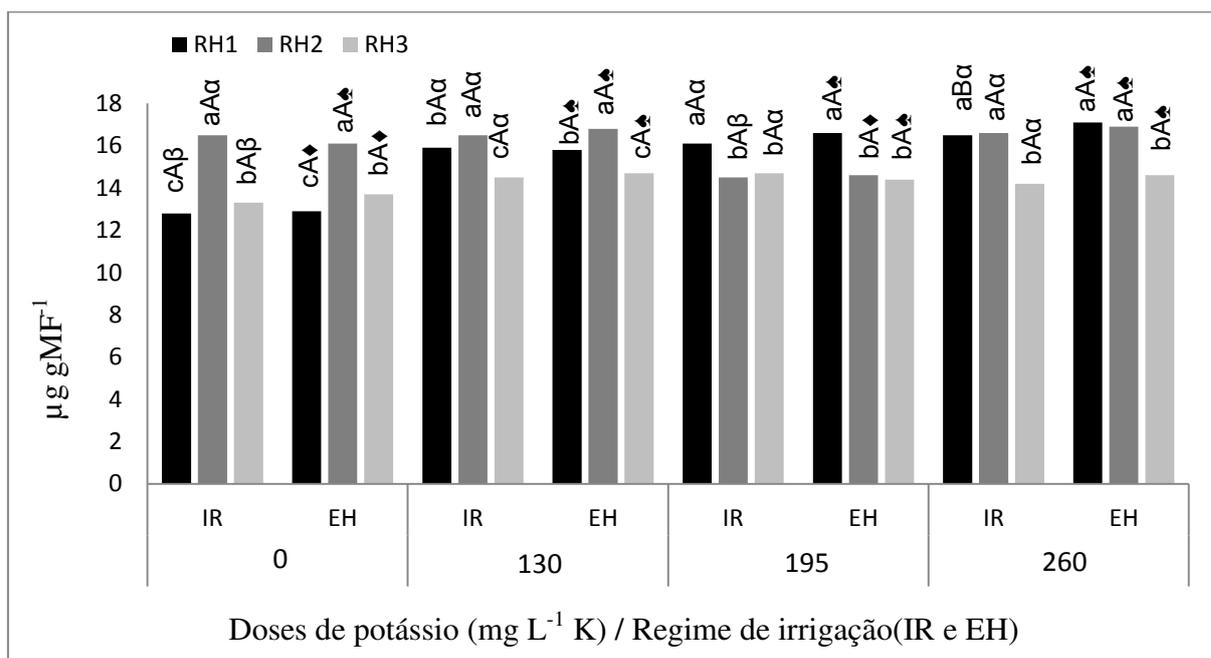
Melo et al. (2007) observaram acúmulo nas concentrações de aminoácidos em folhas e raízes de páspalo (*Paspalum paniculatum* L) sob estresse hídrico, e afirmaram que este soluto pode contribuir para o ajustamento osmótico dessas plantas. De acordo com Navari-Izzo; Quartacci; Izzo (1990), a tolerância ao déficit hídrico através dos aminoácidos se dá por meio de elevação na concentração osmótica celular, que por sua vez proporciona o equilíbrio de potencial hídrico entre o citoplasma e o vacúolo.

Avaliando-se concentrações foliares de proteínas (Figura 5), comparando-se as frequências de irrigação, verifica-se que, nos tratamentos 0 e 130 mg L⁻¹ K, independentemente de serem irrigadas (IR) ou estarem sob estresse hídrico (EH), as maiores concentrações foram alcançadas no tratamento RH2. Nos tratamentos 195 e 260 mg L⁻¹ K, maiores concentrações de proteínas foram observados no RH1.

Em relação aos regimes hídricos (IR e EH), foi verificada diferença significativa apenas nas plantas que receberam 260 mg L⁻¹ K, no RH1, em que o tratamento 260-EH-RH1 acumulou mais proteínas do que o tratamento 260-IR-RH1. Comparando-se as doses de K, no grupo das plantas irrigadas (IR), com irrigação diariamente e duas vezes ao dia (RH1), verificou-se que as plantas do tratamento 0-IR-RH1 apresentou menor concentração de proteínas do que as dos tratamentos

130-IR-RH1, 195-IR-RH1 e 260-IR-RH1. No RH2, as plantas do tratamento 195-IR-RH2 acumularam maiores concentrações de proteínas mostrando-se inferiores aos tratamentos das demais interações, as quais foram estatisticamente iguais entre si. Quanto ao RH3, o comportamento foi semelhante ao RH1.

Figura 5 – Concentrações de proteínas ($\mu\text{g gMF}^{-1}$) em folhas de craibeira ao término do estresse hídrico



Fonte - Gomes (2013).

Médias seguidas de letras ou símbolos iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,01$). Letras minúsculas comparam as frequências de irrigação, em cada tratamento regime hídrico (IR e EH). Letras maiúsculas comparam as os regimes de irrigação em cada frequência de irrigação. Letras gregas comparam as doses de K dentro do tratamento sem estresse hídrico (IR). Símbolos comparam as doses de K dentro do tratamento com estresse hídrico (EH).

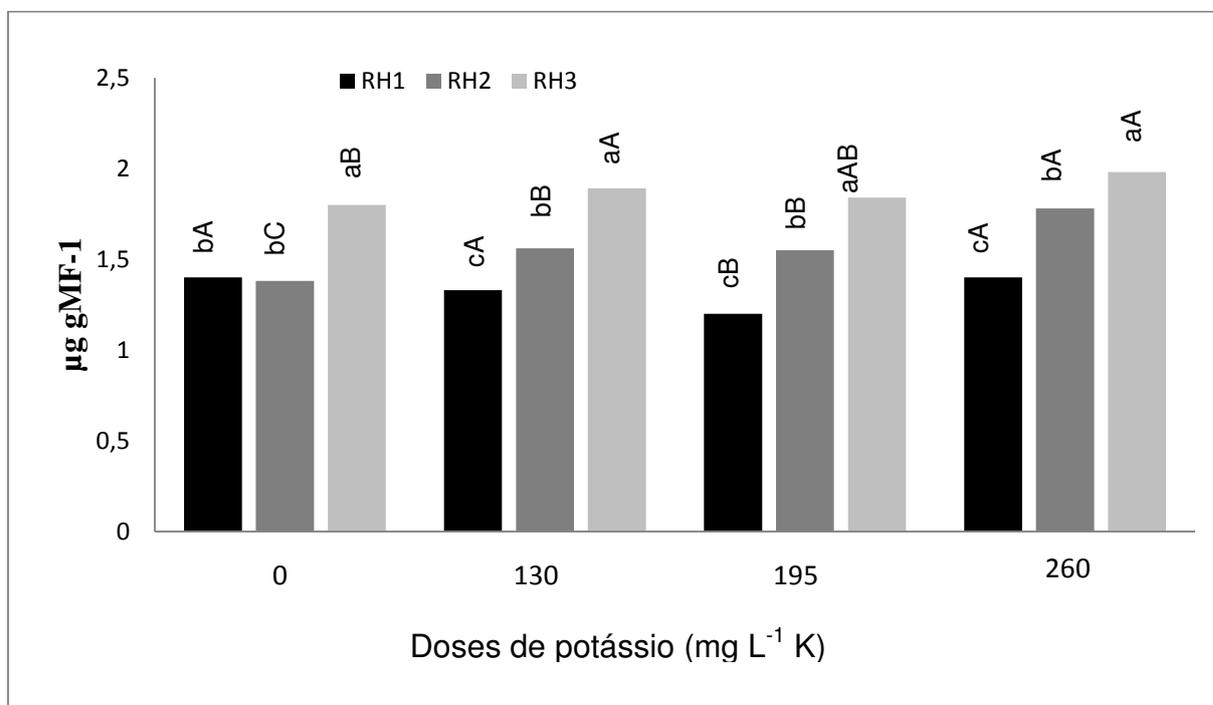
Ao analisar as plantas que foram submetidas ao estresse hídrico (EH), observou-se ao tratamento RH1, e que receberam 130, 195 e 260 mg L⁻¹ K (130-EH-RH1, 195-EH-RH1 e 260-EH-RH1) foram iguais estatisticamente e superaram as concentrações de proteínas das plantas que não receberam adubação de K (0-EH-RH1). Seguindo o mesmo raciocínio de comparação, levando-se em conta apenas o tratamento RH2, verificou-se que as plantas que receberam a maior dose de K (195-EH-RH2) acumularam menor quantidade de proteínas do que os demais tratamentos. No tratamento RH3, as plantas que receberam 195 e 260 mg L⁻¹ K (130-EH-RH3; 195-EH-RH3 e 260-EH-RH3) apresentaram maiores concentrações de proteínas do que aquelas do tratamentos 0 mg L⁻¹ K (0-EH-RH3). Comparando-se

os regimes hídricos (IR e EH), foi verificada diferença significativa apenas nas plantas que receberam 260 mg L⁻¹ K, no RH1, em que o tratamento 60-EH-RH1 acumulou mais proteínas do que o tratamento 260-IR-RH1.

De acordo com Larcher (2004), sob condições de baixa disponibilidade hídrica o metabolismo proteico torna-se limitado, comprometendo a síntese desses compostos. Além disso, o déficit hídrico causa a proteólise, aumentando o teor de aminoácidos livres no tecido (PIMENTEL, 2004). Entretanto, Chernyad'ev (2005) relata que pode haver aumento no teor de proteínas em plantas submetidas a estresse hídrico.

Quanto aos açúcares solúveis totais (Figura 6) verifica-se que, as frequências de irrigação, independentemente das doses de K as maiores concentrações foram alcançadas no tratamento RH3. Comparando os tratamentos de frequência de irrigação dentro de cada dose de K, observa-se que no tratamento RH1 a dose de 195 mg L⁻¹ K foi superada estatisticamente das demais doses de K.

Figura 6 – Concentrações de açúcares solúveis totais ($\mu\text{g gMF}^{-1}$) em folhas de craibeira ao término do estresse hídrico



Fonte - Gomes (2013).

Médias seguidas de letras ou símbolos iguais não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($P \leq 0,01$). Letras minúsculas comparam os regimes hídricos dentro de cada doses de K. Letras maiúsculas comparam as doses de K dentro de cada regime hídrico.

Entre as plantas submetidas ao RH2 observou-se que as plantas de mais alto nível de adubação apresentou maiores acúmulos de açúcares solúveis totais em relação às doses de 130 e 195 mg L⁻¹ K, e estas por sua vez, superaram o tratamento de 0 mg L⁻¹ K. Já as plantas pertencentes ao RH3, verifica-se que os tratamentos de 130 e 260 mg L⁻¹ K superaram os tratamento 0 e 195 mg L⁻¹ K.

Percebe-se, então, que sob condições de baixa disponibilidade de água, as plantas tenderam a aumentar a concentração de açúcares nas folhas, o que possibilitaria maior absorção de água e manutenção da turgescência celular. Além disso, os acúmulos de açúcares solúveis foram mais expressivos do que os de aminoácidos e proteínas, concordando com Azevedo Neto (2005). Elevação nos teores de carboidratos nas folhas causada pelo estresse hídrico também foi observada em plantas de aroeira (*Schinus molle*) por Silva (2007).

Sob condições de estresse hídrico, as plantas na tentativa de se adaptar às condições impostas pelo ambiente, acumulam solutos osmoticamente ativos, reduzindo o potencial osmótico celular, proporcionando a absorção de água antes aprisionada pelo solo e garantindo a manutenção de atividades vitais, mesmo sob condições de baixos potenciais hídricos (BOURNE et al., 1988).

Plantas submetidas à condições de deficiência hídrica apresentam redução na fotossíntese e, conseqüentemente, no conteúdo de amido, e que há conseqüentemente uma elevação nas concentrações de açúcares solúveis que atuam como osmorreguladores (PIMENTEL, 2005), e os mesmos podem atuar com agentes protetores contra a desidratação celular (NEPOMUCENO et al., 2001) além de promover redução no potencial hídrico foliar, Santos; Pimentel, (2009) trabalhando com plantas feijão carioca (*Phaseolus vulgaris*), observaram maiores concentrações de açúcares e aminoácidos nas folhas das plantas que foram submetidas ao estresse hídrico.

4.3 Dias de coleta de amostras foliares após início do estresse hídrico

As amostras foliares para a análise bioquímica das plantas de craibeira sob estresse hídrico, foram coletas quando estas apresentavam murcha de suas folhas mais jovens totalmente expandidas. As plantas apresentaram murcha entre os 9^o e o 21^o dias (Tabela 1).

Observou-se que a murcha das folhas ocorreu após a suspensão da irrigação, entre as plantas do tratamento RH1, independentemente da adubação potássica, as plantas apresentaram a mesmo período de tempo, nove (09) dias. Para as plantas submetidas ao tratamento RH2, em que receberam adubação nas concentrações de 0 e 130 mg L⁻¹ K entre o 13º dia e RH2, 16º dia para os tratamentos com 195 e 230 mg L⁻¹ K. O tratamento RH3, nas doses de 0 e 130 mg L⁻¹ K apresentaram murcha entre os 18º dia e as doses de 195 e 260 mg L⁻¹ K aos 21 dias.

Tabela 1 – Dias de coleta das folhas de craibeira no momento em que apresentaram a murcha de suas folhas maduras totalmente expandidas

Dose de K	Dias para apresentar murcha das folhas		
	RH1	RH2	RH3
0 mg L ⁻¹ K	9	13	18
130 mg L ⁻¹ K	9	13	18
195 mg L ⁻¹ K	9	16	21
260 mg L ⁻¹ K	9	16	21

Fonte - Gomes (2013).

Ao analisar os dias de coleta dentro de cada frequência de irrigação, observou-se que a murcha das folhas foi gradativa independentemente da dose de adubação potássica.

Comparando o RH3 com RH1 na dose 0 mg L⁻¹ K, verifica-se que o RH3 apresentou o dobro de dias para que apresenta-se a murcha em suas folhas, o mesmo aplica-se para a mesma comparação na dose de 130 mg L⁻¹ K, e entre as doses 195 e 260 mg L⁻¹ K, o espaço de tempo entre a apresentação da murcha das folhas nas frequências de irrigação RH1 e RH3 foi mais que o dobro.

Cruzando-se essas observações com o acúmulo de aminoácidos totais e açúcares solúveis totais, independentemente da adubação potássica, verifica-se que suas concentrações aumentaram de acordo com que as frequências de irrigação diminuíram.

Quando analisado os acúmulos de açúcares entre as doses de K no RH3, as doses 0 e 130mg L⁻¹ K estatisticamente iguais, foram aos 18 aos dias e as doses 195 e 260 mg L⁻¹ K também semelhantes entre si, aos 21 dias, e que promoveu um acúmulo médio de 37% deste soluto, indicando possivelmente que os mesmos atuam no ajustamento osmótico das plantas, visto que as plantas passaram mais tempo para apresentar murcha de suas folhas.

5 CONCLUSÃO

Durante a fase de rustificação, irrigação duas vezes aumentou o crescimento das mudas de craibeira.

A rustificação empregando a dose de 260 mg L^{-1} K associado à irrigação a cada dois dias proporcionou acúmulo de aminoácidos e açúcares solúveis quando as mudas foram expostas ao estresse hídrico.

REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: Editora UFV, 2004. 442 p.
- AZEVEDO NETO, A. D. **Aspectos fisiológicos do estresse salino em plantas de milho**. Tese de doutorado. Ceará. Universidade Federal do Ceará. 2005. 149f.
- BARBOSA, D. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; MELO FILHO, P. A. Comparative studies of growth in three species of “caatinga” submitted to water stress. **PHYTON**, v. 69, p. 45–50, 2000. Disponível em: <<http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=15425974>>. Acessado em 10/jun/2013
- BIELESKI, R. I., TURNER, N. A. Separation and estimation of amino acids in crude plants extracts by thin-layer electrophoresis and chromatography. **Analytical Biochemistry**, v. 17, n. 2, p. 278-293, 1966. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0003269766902065>>. Acessado em 26/set/2013
- BOURNE, G. H.; JEON, K. W.; FRIEDLONGER, M. Potassium estimation uptake and its role in the physiology and metabolism flowering plants. **International Review of Cytology**, v. 110, p. 205-254, 1988. Disponível em: <<http://agricola.nal.usda.gov/cgi-bin/Pwebrecon.cgi?v1=1&ti=1,1&CNT=30&HC=1&RelBibID=37367623&HostBibID=35264835&ProfileCode=ISSART&SEQ=20130626104907&PID=GNE070dVtbXdleiT5tRHDBf9Coe>>. Acessado em 26/jun/2013
- BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein binding. **Analytical Biochemistry**, v. 72, p. 248-254, 1976. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0003269776905273>>. Acessado em 27/set/2013
- CARNEIRO, J. G. A. Influência dos fatores ambientais, das técnicas de produção sobre o desenvolvimento de mudas florestais e a importância dos parâmetros que definem sua qualidade. In: FLORESTAS PLANTADAS NOS NEOTRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA. **Anais...** Viçosa, Mg: Universidade Federal de Viçosa, 1983. p.10-24. Disponível em <<http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/>>. Acessado em 16/jun/2013
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.
- CHERNYAVD'EV, I. L. Effect of water stress on the photosynthetic apparatus of plants and the protective role of cytokinins: A Review. **Applied Biochemistry and Microbiology**, v. 41, n. 2, p. 115-128, 2005. Disponível em: <http://link.periodicos.capes.gov.br/sfxlcl41?url_ver=Z39.88-2004&url_ctx_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:ctx&ctx_enc=info:ofi/enc:UTF-8&ctx_ver=Z39.88-

2004&rfr_id=info:sid/sfxit.com:azlist&sfx.ignore_date_threshold=1&rft.object_id=954928471086&svc.fulltext=yes>. Acessado em 06/set/2013

D'AVILA, F. S.; PAIVA, H. N.; LEITE, H. G.; BARROS, N. F.; LEITE, F. P. Efeito do potássio na fase de rustificação de mudas clonais de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 13-19, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rarv/v35n1/02.pdf>>. Acessado em 10/jun/2013

DEL QUIQUI, E. M.; MARTINS, S. S.; PINTO, J. C.; PARAZZI, P. J. A.; MUNIZ, A. S. Crescimento e composição mineral de mudas de eucalipto cultivadas sob condições de diferentes fontes de fertilizantes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 26, n. 3, p. 293-299, 2004. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/1826/1275>>. Acessado em 11/jun/2013

DIAS, L. E.; ALVAREZ, V. H.; BRIENZA Jr, S. Formação de mudas de *Acacia mangium* Willd: 2. Resposta a nitrogênio e potássio. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 11-22, 1991. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=C4WaAAAAIAAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=DIAS,+L.+E.%3B+ALVAREZ,+V.+H.%3B+BRIENZA+Jr,+S.+Forma%C3%A7%C3%A3o+de+mudas+de+Acacia+mangium+Willd:+2.+Resposta+a+nitrog%C3%AAnio+e+pot%C3%A1ssio&ots=EX4T7H Qj-c&sig=8nSv-vFPCZGtUmFOaJMscwDh2RM#v=onepage&q&f=false>>. Acessado em 10/jun/2013

FERRARI, M. P.; SHIMIZU, J. Y. **Sistemas de Produção, Cultivo do Pinus**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pinus/CultivodoPinus/05_6_7_rustificacao.htm>. Acessado em 10/jun/2013

FERRAZ, J. S. F.; ALBUQUERQUE, U. P.; MEUNIER, I. M. J. Valor de uso e estrutura da vegetação lenhosa às margens do riacho do Navio, Floresta, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 1, p. 125-134, 2006. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/abb/v20n1/12.pdf>>. Acessado em 08/ago/2013

FURTINI NETO, A. E.; RESENDE, A. V.; VALE, F. R.; FAQUIM, V.; FERNANDES, L.A. Acidez do solo, crescimento e nutrição mineral de algumas espécies arbóreas, na fase de muda. **Cerne**, Lavras, v.5, n.2, p. 1-12, 1999. Disponível em: <http://www.dcf.ufla.br/cerne/artigos/13-02-20092597v5_n2_artigo%2001.pdf>. Acessado em 10/jun/2013

GOMES, J. M.; PAIVA, H. P. **Viveiros florestais** (propagação sexuada). Viçosa: UFV, 2004. 166 p. (Caderno didático 72).

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, 2004. 531p.

LECHINOSKI, A.; FREITAS, J. M. N.; CASTRO, D. S.; LOBATO, A. K. S.; OLIVEIRA NETO, C. F.; CUNHA, R. L. M. Influência do estresse hídrico nos teores de proteínas e aminoácidos solúveis totais em folhas de teca (*Tectona grandis* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 921-923, 2007. Disponível

em: <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/753/630>>. Acessado em 23/set/2013

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Vol.1, 2 ed. Nova Odessa: Ed. Plantarum, 1992. 368 p.

MACEDO, M.; FERREIRA, A.R. Plantas medicinais usadas para tratamentos dermatológicos, em comunidades da Bacia do Alto Paraguai, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Farmacognósia**, Curitiba, v. 14, supl. 01, p. 40-44, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbfar/v14s0/a16v14s0.pdf>>. Acessado em 10/ago/2013

MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MELO, H. C.; CASTRO, E. M.; SOARES, A. M.; MELO, L. A.; ALVES, J. D. Alterações anatômicas e fisiológicas em *Setaria anceps* Stap ex Massey e *Paspalum paniculatum* L. sob condições de déficit hídrico. **Hoehnea**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 145-153, 2007. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/hoehnea/v34n2/v34n2a03.pdf>>. Acessado em 06/set/2013

NAVARI-IZZO, F.; QUARTACCI, M. F.; IZZO, R. Water-stress induced changes in protein and free amino acids in field grown maize and sunflower. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 28, n. 4, p. 531-537, 1990. Disponível em: <<http://www.cabdirect.org/abstracts/19900737234.html;jsessionid=93FAE13D904AD2D3EA67084B914BB3E1>>. Acessado em 06/set/2013

NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N.; FARIAS, J. R. B.; OYA, T. Tolerância à seca em plantas: mecanismos fisiológicos e moleculares. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 12-18, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000132&pid=S0006-8705200400010000200012&lng=en>. Acessado em 23/set/2013

OLIVEIRA JÚNIOR, S.R.; CONCEIÇÃO, G. M. Espécies vegetais nativas do cerrado utilizadas como medicinais pela comunidade Brejinho, Caxias, Maranhão, Brasil. **Cadernos de Geociências**, v. 7, n. 2, p. 140-148, 2010. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/cadgeoc/article/viewFile/4523/3553>>. Acessado em 10/ago/2013

PAES, J. B.; MORAIS, V. M.; LIMA, C. R.; SANTOS, G. J. C. Resistência natural de nove madeiras do semiárido brasileiro a fungos xilófagos em simuladores de campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.3, p. 511-520, 2009. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rceres/v60n3/12.pdf>>. Acessado em 08/ago/2013

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: Edur, 2005. 191p.

PIMENTEL, C. **Resposta fisiológica à falta d'água**: limitação difusa ou metabólica? In: NOGUEIRA R. J. M. C.; ARAUJO E. L.; WILLADINO, L. G.; CAVALCANTE, U. M.

T. (Eds.) Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas. Recife: UFRPE, 2004. 500p.

SANTOS, M. G.; PIMENTEL, C. Daily balance of leave sugars and amino acids as indicators of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) metabolic response and drought intensity. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 15, n. 1, p. 23-30, 2009. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s12298-009-0002-1#>>. Acessado em 25/set/2013

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C. Crescimento de quatro espécies lenhosas cultivadas sob estresse hídrico em casa-de-vegetação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 288, p. 203-217, 2003. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/CERES/revistas/V50N288P20703.pdf>>. Acessado em 06/jun/2013

SILVA, E. N.; SILVEIRA, J. A. G.; RODRIGUES, C. R. F.; LIMA, C. S.; VIÉGAS, R. A. Contribuição de solutos orgânicos e inorgânicos no ajustamento osmótico de pinhão-manso submetido à salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.5, p.437445, 2009. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/pab/v44n5/v44n5a02.pdf>>. Acessado em 06/set/2013

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4,n.1, p. 71-78,2002. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/portal/page/portal/Internet-MAPA/pagina-inicial/biblioteca>>. Acessado em 06/jun/2013

SILVA, M. A. V. **Avaliação fisiológica da aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) sob déficit hídrico com vista para o reflorestamento**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007. 81f.

SILVA, M. R.; KLAR, A. E.; PASSOS, J. R. Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio nas características morfofisiológicas de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden). **Irriga**, Botucatu, v. 9, n. 1, p. 31-40, 2004. Disponível em: <<http://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/31085034/Irriga-2006-132.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIR6FSIMDFXPEERSA&Expires=1377630309&Signature=rjA9nOPF3OOS8UoEOtvBvw7e3X8%3D&response-content-disposition=inlin>>. Acessado em 11/jun/2013

SILVA, P. M.C.; UCHÔA, S. C. P.; BARBOSA, J. B. F.; BASTOS, V.; ALVES, J. M. A.; FARIAS, L. C. Efeito do potássio e do calcário na qualidade de mudas de cedro doce (*Bombacopsis quinata*). **Revista Agro@ambiente**, On-line, Boa Vista, v. 7, n. 1, p. 63-69, 2013. Disponível em: <<http://revista.ufrr.br/index.php/agroambiente/article/view/842/1022>>. Acessado em 10/jun/2013

SILVA, M. A. V. **Caracterização fisioanatômica e bioquímica de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) submetido ao déficit hídrico**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011. 164f.

SOUZA, M. D.; FERNANDES, R. R.; PAZ, M. C. Estudo etnobotânico de plantas medicinais na comunidade São Gonçalo Beira Rio, Cuiabá, MT. **Revista Biodiversidade**, Rondonópolis, v. 9, n. 1, p. 91-100, 2010. Disponível em: <<http://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/104/95>>. Acessado em 10/jun/2013

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

YEMM, E.W., COCKING, E.C. The determination of amino acid with ninhidrin. **Analyst**, v. 80, p. 209-213, 1955. Disponível em: <<http://pubs.rsc.org/en/content/articlepdf/1955/an/an9558000209>>. Acessado em 06/jun/2013

YEMM, E. W.; WILLIS, A .J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, v. 57, p. 508-14, 1954. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1269789/>>. Acessado em 27/set/2013