

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CÂMPUS DE BOTUCATU

**PRODUÇÃO DE MUDAS NATIVAS SOB DIFERENTES MANEJOS
HÍDRICOS**

LUIZ GUSTAVO MARTINELLI DELGADO

Dissertação apresentada a Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Ciência Florestal

BOTUCATU – SP

Outubro - 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CÂMPUS DE BOTUCATU

**PRODUÇÃO DE MUDAS NATIVAS SOB DIFERENTES MANEJOS
HÍDRICOS**

LUIZ GUSTAVO MARTINELLI DELGADO

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Magali Ribeiro da Silva

Dissertação apresentada a Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Ciência Florestal

BOTUCATU – SP

Outubro - 2012

A SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
- LAGEADO - BOTUCATU (SP)

D352p Delgado, Luiz Gustavo Martinelli, 1986-
Produção de mudas nativas sob diferentes manejos hídricos / Luiz Gustavo Martinelli Delgado. - Botucatu : [s.n.], 2012
ii, 96 f. : gráfs. color., tabs., fots. Color.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2012

Orientador: Magali Ribeiro da Silva
Inclui bibliografia

1. Mudas nativas. 2. Manejo hídrico. 3. Viveiros florestais. I. Silva, Magali Ribeiro da. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

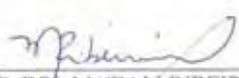
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: PRODUÇÃO DE MUDAS NATIVAS SOB DIFERENTES MANEJOS
HÍDRICOS

ALUNO: LUIZ GUSTAVO MARTINELLI DELGADO

ORIENTADORA: PROFª. DRª. MAGALI RIBEIRO DA SILVA

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROFª. DRª. MAGALI RIBEIRO DA SILVA



PROF. DR. ANTONIO EVALDO KLAR



PROFª. DRª. GISELA FERREIRA

Data da Realização: 28 de agosto de 2012.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela proteção diária, força e paciência nas horas de fraqueza e pelos ensinamentos recebidos como filho dele.

Aos meus pais Odair Aparecido Delgado (O grande “Doca”, o maior incentivador nos meus estudos) e Sueli Martinelli Delgado que se resumem nos melhores pais do mundo.

A minha noiva Rita de Cássia Montezori, pelo amor, compreensão e companheirismo nessa jornada da vida.

Ao minha irmã Aline Cristina Martinelli Delgado que presenteou com meu lindo sobrinho João Augusto.

À Profª . Drª. Magali Ribeiro da Silva, por ter aceitado me orientar, pelo exemplo de profissional, pela confiança depositada, pelas inúmeras orientações no decorrer destes anos de orientação.

Aos meus amigos, da hoje extinta, república das baratas: Serjão, Fábio Fox, Felipe Camargo, Zóio, Gui.

Na república raiz: Caio Marmontel e Tiago Magrelo “Rasta”.

Ao meu sócio no viveiro e mais que isso um irmão, Rodolfo D’aloia Garcia pelo apoio nessa jornada.

Ao meu grande amigo Vitor Lima Subirá, pela sua colaboração nesse trabalho.

A Carlos Eduardo Pereira (Dú) pelo auxílio nas coletas de dados.

A Richardson Barbosa Gomes da Silva pela sua incansável ajuda na estatística, meu muito obrigado.

Aos funcionários do Viveiro de Mudas Imperium – São Manuel SP.

Aos funcionários da UNESP: Claudinho, Dicão, Seu João e Martinelli.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu (FCA/UNESP), pela oportunidade de aprendizado e por proporcionar a estrutura física para realização deste trabalho.

À CAPES, pela concessão de bolsa de mestrado.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	1
SUMMARY	3
1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1. Água na planta.....	7
2.2. Qualidade de mudas florestais.....	9
2.3. Irrigação e manejo hídrico	11
2.4. Espécies florestais nativas.....	13
2.4.1. <i>Inga vera</i>	13
2.4.2. <i>Peltophorum dubium</i>	14
2.4.3. <i>Hymenaea courbaril</i>	15
CAPÍTULO I - QUALIDADE MORFOLÓGICA DE MUDAS DE <i>Inga vera</i> Willd. subsp. <i>affinis</i> (D.C.) T.D. Penn. SOB DIFERENTES MANEJOS HÍDRICOS	17
CAPÍTULO II - QUALIDADE MORFOLÓGICA DE MUDAS DE <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub. SOB DIFERENTES MANEJOS HÍDRICOS.....	34
CAPÍTULO III - PRODUÇÃO DE MUDAS DE <i>Hymenaea courbaril</i> var. <i>Stilbocarpa</i> (Hayne) Y.T. Lee & Langenh SOB DIFERENTES MANEJOS HÍDRICOS	52
CAPÍTULO III – TRANSPIRAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA DE MUDAS DE TRÊS ESPÉCIES NATIVAS SOB DIFERENTES MANEJOS HÍDRICOS	66
3. CONCLUSÕES	84
4. REFERÊNCIAS.....	86

5. ANEXOS.....	94
5.1. Registro fotográfico.....	94

PRODUÇÃO DE MUDAS NATIVAS SOB DIFERENTES MANEJOS HÍDRICOS.

Botucatu, 2012. 96p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: LUIZ GUSTAVO MARTINELLI DELGADO

Orientadora: MAGALI RIBEIRO DA SILVA

RESUMO

A quantificação da necessidade hídrica para produção de mudas é de suma importância, pois além de afetar o desenvolvimento e a qualidade da planta, a escassez dos recursos hídricos se torna cada vez mais frequente. Este estudo teve por objetivo analisar os efeitos do manejo hídrico (lâmina bruta e frequência de irrigação) no desenvolvimento e qualidade das mudas de Ingá (*Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (D.C.) T.D. Penn.), Canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e Jatobá (*Hymenaea courbaril* var. *Stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee & Langenh) e determinar o manejo hídrico mais adequado para produção de mudas de cada espécie do ponto de vista de qualidade e eficiência do recurso hídrico. O experimento foi conduzido no Viveiro do Departamento de Recursos Naturais/Setor de Ciências Florestais, na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da UNESP, no município de Botucatu – SP. O substrato utilizado foi o produto comercial denominado Carolina Soil Florestal. O delineamento estatístico foi um fatorial (3X2) inteiramente casualizado, constituído dos seguintes fatores: 3 lâminas brutas (6, 10 e 14 mm) e 2 frequências de irrigação (2 e 4 vezes ao dia) para cada espécie. Cada experimento foi composto por seis tratamentos, sendo cada tratamento com quatro repetições, cada qual

composta por 54 plantas (12 úteis/repetição), totalizando 48 plantas por tratamento. Foram avaliadas as seguintes características nas mudas: altura da parte aérea (H); diâmetro de colo (DC); massas de matéria seca da parte aérea (MSA), das raízes (MSR) e total (MST); estruturação das raízes; transpiração; sobrevivência em vasos mantidos sem irrigação. Para as espécies *Inga vera* Willd. Subsp. *affinis* (D.C.) T.D. Penn. e *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. a lâmina bruta de 10 mm dividida em duas irrigações diárias, apresentou os maiores valores para as variáveis analisadas. Já para *Hymenaea courbaril* var. *Stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee & Langenh a lâmina de 6 mm dividida em quatro irrigações diárias, apresentou mudas de melhor qualidade para as características analisadas no estudo.

Palavras-chave: Viveiro florestal, irrigação, desenvolvimento.

PRODUCTION OF NATIVE SEEDLINGS UNDER DIFFERENT WATER MANagements. Botucatu, 2012. 96p. Thesis (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: LUIZ GUSTAVO MARTINELLI DELGADO

Adviser: MAGALI RIEIRO DA SILVA

SUMMARY

The quantification of water requirement for seedlings' production is vital because, besides affecting the development and quality of the plant, the scarcity of resources becomes more and more frequent. This study aims to analyze the effects of water management (brute blade and irrigation frequency) on the development and quality of Inga seedlings (*Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (D.C.) T.D. Penn.), Senna seedlings (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) and Jatoba seedlings (*Hymenaea courbaril* var. *Stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee & Langenh) and determine the most appropriate water management for seedlings production of each specie when it comes to quality and efficiency of the water resource. The experiment was made at the arboretum of the Natural Resources Department/Forest Sciences Sector, at Lageado Experimental Farm, which belongs to UNESP Agronomic Sciences College (FCA), in Botucatu – SP. The utilized substratum was a commercial product which is called “Carolina Soil Florestal®”. The statistical design was one factorial (3X2) completely randomized, constituted by the following agents: 3 irrigation depths (6, 10 and 14 mm) and two irrigation frequencies (twice and four times a day) for each species. Each experiment consisted of six treatments, each treatment with four repetitions and each one of them

consisting of 54 plants (12 useful/repetition), making a total of 48 plants per treatment. The seedlings analyzed features were the following: shoot height; stem diameter; relation between shoot height and stem diameter; roots dry mass and total and quality of the root system transpiration; survival in non-irrigated pots. For the species *Inga vera* Willd. Subsp. *affinis* (D.C.) T.D. Penn. and *Peltophorum dubium* (Spreng) Taub. the 10mm brute blade, which was applied twice a day, showed the higher values for the analyzed variables. On the other hand, for *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee & Langenh the 6 mm blade, which was applied four times a day, showed the higher values for the analyzed features in this study.

Key-words: Nursery forest, irrigation, development.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente existe uma grande demanda de mudas nativas, decorrente do aumento significativo de áreas a serem reflorestadas. Porém não se sabe com precisão a quantidade de mudas para suprir tal necessidade, uma vez que há uma carência de informações relacionadas à quantidade de mudas nativas que são produzidas no país e a quantidade de áreas a serem reflorestadas. Também são insuficientes as pesquisas que avaliam a influência dos fatores de produção (tipos de embalagem, substratos, adubação, manejo hídrico, etc.) sobre o desenvolvimento e a qualidade das mudas, possibilitando a determinação de protocolos de produção mais eficazes.

O sucesso no processo de restauração ou recuperação florestal é totalmente dependente da utilização de mudas de boa qualidade, sendo que a qualidade da muda se inicia na escolha do material genético (árvore matriz e qualidade da semente) e nos manejos de produção dentro do viveiro.

A quantificação da necessidade hídrica no processo de produção de mudas dentro dos viveiros, é de extrema importância para racionalizar a utilização do recurso água. A água é um fator limitante para o desenvolvimento de mudas dentro do viveiro, onde a falta leva ao estresse hídrico, além da diminuição na absorção de nutrientes e o excesso pode

levar a lixiviação dos mesmos e também propiciar um micro - clima favorável ao desenvolvimento de doenças (LOPES, 2004).

O conhecimento do manejo hídrico em viveiros de produção de mudas é um fator determinante para se produzir mudas de qualidade, tendo como hipótese que espécies diferentes entre si em função da classificação ecológica apresentam necessidades hídricas diferentes no processo de produção.

Portanto os objetivos do trabalho são:

- a) Analisar os efeitos do manejo hídrico (lâmina bruta e frequência de irrigação) no desenvolvimento e qualidade das mudas de Ingá (*Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (D.C.) T.D. Penn.), Canafístula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) e Jatobá (*Hymenaea courbaril* var. *Stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee & Langenh);
- b) Determinar o manejo hídrico mais adequado para produção de mudas de cada espécie do ponto de vista de qualidade e eficiência do recurso hídrico.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Água na planta

A água é o principal constituinte das células vegetais, sendo uma das substâncias mais comuns e mais importantes na superfície da Terra (LARCHER 2004). Qualquer ser vivo necessita de água para sobreviver, se desenvolver e reproduzir, sendo que para as plantas não é diferente. Segundo Kramer e Boyer (1995) e Paiva (2000), a água é importante tanto em qualidade como em quantidade para a planta, atuando em quase todos os processos metabólicos e que são afetados direta ou indiretamente mediante seu suprimento, onde constitui 80 a 90% do massa verde da maioria das plantas herbáceas e acima de 50% do massa verde de plantas lenhosas.

Na célula vegetal a água pode ser encontrada em três formas distintas, fazendo parte do protoplasma (constituído essencialmente de água e proteínas), ou seja, fixada quimicamente; água de hidratação, que está associada a íons, com função de dissolver substâncias orgânicas e macromoléculas; e água de reserva, que é armazenada nos

compartimentos celulares, espaços entre as finas estruturas do protoplasma e a parede celular e no xilema (KRAMER e BOYER, 1995; LARCHER, 2004).

A raiz absorve água em resposta a demanda da transpiração foliar e a disponibilidade de água no solo, e conseqüentemente, diminuem o potencial da água no solo provocando um gradiente que ocasiona um fluxo da água do solo em direção ao sistema radicular (WINTER e VIPOND, 1977).

O gradiente de potencial hídrico é o regulador da absorção e o fluxo de água nas plantas, o qual é proveniente de uma deficiência hídrica nas folhas, ocasionado pela diferença entre a água transpirada e água absorvida. A planta retira água do solo quando o potencial hídrico da raiz é mais negativo do que o da solução do solo, ou seja, a água movimentando-se do local de maior energia livre para o de menor energia livre (REIS e REIS, 1997).

O transporte de água na planta pode ser visto como um sistema de entrada e saída de água, sendo a água do solo a entrada e a transpiração das plantas a saída, em condições ótimas, o volume de água que é perdido na transpiração é repostado ao longo do dia pela raiz, embora ocorram atrasos entre absorção pelas raízes e a transpiração, devido aos mecanismos de resistência interna (MCDONALD e RUNNING, 1988).

De acordo com Inoue e Ribeiro (1988), na transpiração, as plantas podem apresentar no seu mecanismo estomático uma maior ou menor eficiência, ou seja, a medida que o solo vai se tornando mais seco, a absorção começa a diminuir e a perda de água pelas plantas tendem a decrescer também, porém alguns parâmetros morfológicos podem ser afetados.

Estudos relacionados a eficiência do uso da água mostram que a produção de matéria seca total é linearmente proporcional a quantidade de água utilizada, ou seja, quanto maior o estresse hídrico menor é a produção (ISMAEL, 2001 apud SILVA, 2007). No estudo de déficit hídrico em diferentes níveis em mudas de graviola (*Annona muricata L.*), Oliveira (2000), observou uma maior produção de massa seca total em mudas irrigadas sem estresse hídrico.

O déficit hídrico pode afetar a condutância estomática, mesmo sendo um déficit moderado, e assim pode desencadear a síntese de ácido abscísico (ABA)

(PIMENTEL, 2004), pois a absorção e a perda de água nas células-guarda modificam o turgor afetando a abertura e fechamento estomático (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Já quando a planta é submetida a um excedente hídrico, além de não ter participação nas atividades metabólicas do vegetal, pode acarretar em encharcamento do solo, onde dificulta o processo de aeração do sistema radicular e dificulta a atividade de microorganismos, possibilitando o surgimento de doenças; lixiviação de nutrientes e salinização de solos; além do desperdício dos recursos naturais (LOPES, 2004).

2.2 Qualidade de mudas florestais

A formação de mudas é um dos pontos determinantes para o estabelecimento de bons povoamentos florestais segundo Barbosa et al. (2003), uma vez que plantas com melhor qualidade e mais resistentes quando levadas a campo apresentam um melhor desempenho. A fisiologia do crescimento de plantas e as relações hídricas das espécies florestais são de suma importância para o entendimento do que é qualidade de mudas (GRUBER, 2006).

A classificação quanto a qualidade de mudas que são produzidas em recipientes não se encontra plenamente definida (GRUBER, 2006). Pois a falta de padronização de procedimentos e critérios para a avaliação da qualidade faz com que as empresas selecionem padrões próprios, fundamentados em observações empíricas, onde são analisados alguns aspectos morfológicos tais como altura, diâmetro mínimo de colo de acordo com o volume dos recipientes utilizados (LOPES, 2004). Para Alfenas et al., (2004), há a necessidade de incluir características do sistema radicular, tais como qualidade, quantidade e distribuição das raízes.

Conforme Rubira e Bueno (1996), a qualidade das plantas é resultante tanto de características fisiológicas, quanto morfológicas, onde tais controlam as possibilidades de desenvolvimento e de crescimento, e que o manejo implantado dentro do viveiro (sombreamento, irrigação em excesso ou falta, adubações inadequadas, competição com ervas daninhas, etc) e as influências genéticas podem afetar a qualidade significativamente.

O conceito de qualidade de mudas não é absoluto e fatores como a espécie ou o lugar do plantio das mudas influenciam fortemente essa definição, pois uma muda considerada de boa qualidade para uma determinada região pode talvez não ser apropriada para outra (RUBIRA e BUENO, 1996, apud SILVA, 2003).

Várias pesquisas científicas e avanços técnicos têm sido realizados com o objetivo de melhorar a qualidade das mudas, assegurando boa adaptação e crescimento após o plantio (GONÇALVES et al., 2000). Esse fato justifica o interesse sempre mostrado na qualificação de indicadores para a sobrevivência e o crescimento inicial das mudas no campo (CARNEIRO, 1995). A qualidade da muda também pode ser atribuída à qualidade dos insumos utilizados, a localização geográfica do viveiro, bem como as técnicas de produção e manejo adotado (LOPES, 2004).

Estudando níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação de mudas de *Eucalyptus grandis*, Silva (1998), verificou que o regime hídrico influenciou a qualidade da muda a medida que atuou diferenciando as características morfológicas e fisiológicas da planta, além disso verificou também que com o aumento do estresse hídrico na fase de rustificação, houve diminuição da transpiração, refletindo em uma maior sobrevivência das mudas no campo.

Carneiro (1995) procurando estabelecer critérios de qualidade, desenvolveu uma equação para *Pinus taeda* (para plantios nos Campos Gerais do Paraná) como $H/8,1 =$ média mínima de diâmetro de colo, onde H é a altura.

Para classificação da qualidade das mudas de eucalipto, as empresas brasileiras se embasam praticamente em duas medições, altura e diâmetro de colo, sendo a altura entre 15 e 30 centímetros e o diâmetro de colo acima de 02 milímetros, além disso, a muda deve possuir um sistema radicular bem desenvolvido e agregado, haste rígida, com no mínimo três pares de folhas, ramificações, sem sintomas de deficiência e boa sanidade (GOMES et al., 1996).

Segundo Minami (1995) para que uma muda seja considerada de boa qualidade deve possuir uma constituição genética esperada para o plantio, sendo desta forma, uma muda bem formada, com todas as características desejáveis para a espécie, ser sadia, livre de pragas, doenças, danos mecânicos ou físicos, de fácil transporte e manuseio.

Para definir um padrão de qualidade de mudas nativas, alguns fatores também devem ser semelhantes ao eucalipto, como uma boa sanidade, sistema radicular bem formado e agregado (fator primordial de qualidade), caule rígido, sem sintomas de deficiência, porém para definir qual é a altura e o diâmetro de caule ideal para mudas nativas, é um desafio, uma vez que os viveiros trabalham com um leque muito grande de espécies onde cada uma delas apresenta características morfológicas muito distintas.

O êxito das plantações florestais depende em grande parte da qualidade de mudas, porém, os parâmetros que melhor representam essa qualidade não estão definidos (GOMES et al., 2002). A mensuração das características morfofisiológicas das mudas não é operacional uma vez que há necessidade de mão de obra e equipamentos específicos para realizar os levantamentos dos parâmetros que determinam qualidade de mudas florestais.

2.3 Irrigação e manejo hídrico

O principal objetivo da irrigação em viveiros é proporcionar umidade necessária para o crescimento e desenvolvimento das plantas em menor período de tempo, suprimindo assim a necessidade da muda a cada fase do desenvolvimento. Portanto irrigar corretamente com eficiência e eficácia talvez seja um dos principais desafios de um viveirista.

O manejo da irrigação pode ser dividido em dois grupos, um caracterizado pelo turno variável de irrigação e lâmina fixa, sendo que este se caracteriza de uma mesma lâmina durante um determinado período de tempo (de acordo com o estágio de desenvolvimento da muda), ou seja, aplica-se a mesma quantidade de água, porém com intervalos entre uma irrigação e outra variada. Já o outro grupo é determinado pelo turno fixo da irrigação, porém com lâminas diferentes, ou seja, a lâmina de irrigação passa a ser a variável (diferentes quantidade de água), pois o intervalo entre uma irrigação e outra se torna fixo (SALOMÃO et al., 2009).

A qualidade e a quantidade (falta ou excesso) de água a ser utilizada nas culturas é um dos fatores mais importantes a serem analisados, uma vez que afeta diretamente a produtividade segundo Reichardt e Timm (2004). A quantidade de água ou

lâmina de irrigação a ser aplicada é um problema difícil, uma vez que se deve ter um conhecimento das variáveis hídricas do solo (capacidade de campo, porcentagem de murchamento permanente, densidade aparente, curva característica de água no solo, etc) além da profundidade efetiva de raízes e fatores da atmosfera (KLAR, 1991).

Considerada uma atividade essencial à dinâmica do viveiro, a irrigação merece uma atenção especial devido ao alto consumo de água. Silva (2003) em seu trabalho relacionado a manejo hídrico em mudas de *Eucalyptus sp*, informa que na maioria dos viveiros a irrigação é praticada de forma empírica, onde apenas o exame visual das plantas determina o momento e a conduta de irrigação.

O manejo da irrigação em pequenos recipientes, tais como tubetes, apresenta particularidades quando comparados ao cultivo em solos, devido a maior frequência de irrigação que se deve ter em função do baixo volume de substrato disponível para a planta (LOPES, 2004).

Wendling e Gatto (2002) relatam que a frequência e a lâmina bruta de irrigação, devem ser determinadas para cada tipo de substrato, por exemplo, em substratos com menor capacidade de retenção de água (casca de arroz e areia) é necessário irrigar mais frequentemente do que nos que apresentam maior capacidade de retenção de água (turfas, compostos orgânicos, fibras de coco, etc). Os mesmos autores citam que perdas incalculáveis na produção e na qualidade das mudas podem ser resultados de um mau planejamento e manejo do fornecimento de água para as plantas. Dentre alguns efeitos negativos quanto a superestimativa da quantidade de água estão a lixiviação de nutrientes solúveis como N e K, a redução da aeração, o favorecimento ao desenvolvimento de patógenos e consequentemente a doenças, a dificuldade no desenvolvimento radicular, a falta de rustificação e por fim o gasto desnecessário dos recursos naturais.

Exceto em períodos de germinação de sementes e enraizamento de estacas, uma irrigação frequente e de baixa intensidade não apresenta uma boa eficácia quanto a uma aplicação prolongada e em intervalos mais longos, pois as irrigações frequentes e de baixa intensidade molham somente alguns centímetros da camada superficial do substrato (WENDLING e GATTO, 2002).

Existem diversos métodos de irrigação que podem ser empregados em viveiros florestais (aspersão, micro aspersão, subirrigação, gotejo, etc), porém nos viveiros

florestais de modo geral, os métodos de aspersão e micro aspersão ainda são predominantes. Segundo Reichardt e Timm (2004), nesses métodos de irrigação, a distribuição da água é afetada pelo vento, pelo tipo de emissor, e a uniformidade de aplicação é afetada pelo espaçamento entre cada aspersor ou microaspersor, além de consumirem muita água (gerando volumes elevados de efluentes) e apresentando eficiência abaixo de 80%.

Quanto a metodologia empregada para a avaliação de quanto irrigar, está a utilização de tensiômetros de elevada sensibilidade, fabricados especialmente para substratos (os de formato em “L” são os mais indicados), porém o mais adequado para plantas em recipientes como tubetes é a pesagem, pois permite acompanhar a demanda atmosférica, o estágio da planta, além das dimensões do recipiente, garantindo assim a determinação do consumo de água ao longo do dia (MILNER, 2002).

2.4 Espécies florestais nativas

2.4.1 *Inga vera* Willd. Subsp. *affinis* (D.C.) T.D. Penn.

Popularmente conhecido como ingá do brejo, ingá banana, ingá quatro quinas, ingazeiro, entre outros, a espécie com o nome científico descrito como *Inga vera* Willd. Subsp. *affinis* (DC.) T.D. Penn., é uma planta da família Fabaceae subfamília Mimosoideae com altura que varia de 5 a 10 metros de altura, diâmetro do tronco de 20 a 30 centímetros, folhas paripinadas e pilosas com a raque alada, apresentando folíolos herbáceos e seu fruto é uma vagem cilíndrica de cor amarelada, pilosa medindo de 4 a 12 cm de comprimento, sendo as sementes envoltas por uma polpa branca carnosa, doce e comestível (LORENZI, 2002; BARBEDO & BILIA, 1997).

Ocorre naturalmente no Brasil de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, principalmente na Floresta Pluvial Atlântica, classificada como planta semidecídua, heliófita, pioneira ou inicial de sucessão, adaptada a solos úmidos muito utilizada nos plantios mistos em áreas de matas ciliares degradadas (CARVALHO, 2008; DURIGAN et al. 1997).

A madeira dessa espécie é considerada pouco resistente e de baixa durabilidade natural, portanto é empregada para caixotarias, obras internas, confecção de brinquedos, lápis, etc.; suas flores são melíferas, produz anualmente uma grande quantidade frutos comestíveis e muito apreciados pela fauna (LORENZI, 2002).

2.4.2 *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.

Em tupi guarani conhecida como ibira-puita-guassú, que significa “madeira-vermelha-grande” a espécie *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. é uma planta caducifólia, da família Caesalpinaceae, com altura que varia de 15 - 25 metros, tronco de 50 – 70 cm de diâmetro, folhas compostas bipinadas alternas com até 50 cm de comprimento, o seu fruto é tipo sâmara com 4 a 9,5 cm de comprimento e 1 a 2,5 cm de largura com contorno longitudinal lanceolado ou elíptico, com ápice agudo e base estreita e contém em cada fruto 1 a 4 sementes (CARVALHO, 2003; LORENZI, 2002).

Sua ocorrência natural é do Estado da Bahia até o Rio Grande do Sul, principalmente na floresta latifoliada semidecídua da Bacia do Paraná (REITZ et al., 1988), e é classificada como uma planta heliófita, secundária inicial, mas com características de pioneira, onde é uma espécie de ocorrência em matas ciliares, ocorrendo preferencialmente em solos argilosos, úmidos e profundos, mas pode ocorrer também em solos ácidos inclusive de cerrado (CARVALHO, 2003; SALVADOR, 1989).

É considerada uma planta essencial para composição de reflorestamentos mistos de áreas degradadas, sua madeira é densa, com longa durabilidade, porém sujeita a empenamentos durante a secagem, sendo empregada na construção civil, marcenaria, dormentes, serviços de tornos, etc (LORENZI, 2002). É considerada uma árvore ornamental devido sua floração, suas flores são melíferas e sua casca apresenta propriedades medicinais (VENTURIN et al., 1999). Proporciona um ótimo sombreamento sendo muito recomendada na arborização urbana, porém é necessário um cuidado especial quanto ao local de plantio, uma vez que é uma espécie que apresenta raízes superficiais (MACHADO et al., 1992).

2.4.3 *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee & Langenh.

A espécie *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee & Langenh. da família Caesalpinaceae conhecida popularmente como jatobá, jataí, farinha, imbiúva, burundã apresenta altura de 15 – 20 metros, tronco de até 1 metro de diâmetro, folhas compostas com dois folíolos de 6 – 14 cm de comprimento, fruto tipo legume deiscente, marrom, contendo 2 a 4 sementes envoltas por uma polpa farinácea, de cor amarelada e com forte odor (LORENZI, 2002). A espécie é alógama e apresenta auto-incompatibilidade (CASTELLEN, 2005).

Sua distribuição natural vai do Piauí até o Norte do Paraná na Floresta Estacional Semidecidual, sendo classificada como uma planta semi - heliófita, clímax ou de final de sucessão, semidecídua, sendo pouco exigente em fertilidade e umidade do solo, geralmente ocorre em terrenos bem drenados (CARVALHO, 2003).

Essa espécie apresenta uma madeira com densidade alta, resistência a ataques de organismos xilófagos sob condições naturais, e é empregada na construção civil, como ripas, caibros, acabamentos internos, peças torneadas, etc; (CARVALHO, 2003); também é uma espécie que não pode faltar na composição de reflorestamentos heterogêneos em áreas degradadas, além de ser uma espécie com potencial para utilização na arborização urbana. Seus frutos contêm uma farinha comestível e muito nutritiva, consumida tanto pelo homem como pelos animais (LORENZI, 2002; LOUREIRO et al., 1979).

CAPÍTULO I

**QUALIDADE MORFOLÓGICA DE MUDAS DE *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (D.C.)
T.D. Penn. SOB DIFERENTES MANEJOS HÍDRICOS**

Redigido conforme as normas da revista : ÁRVORE

**QUALIDADE MORFOLÓGICA DE MUDAS DE *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (D.C.)
T.D. Penn. SOB DIFERENTES MANEJOS HÍDRICOS**

RESUMO - O presente estudo teve por objetivo analisar os efeitos do manejo hídrico (lâmina bruta e frequência de irrigação) no desenvolvimento e qualidade das mudas de *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (D.C.) T.D. Penn., e determinar o manejo hídrico mais adequado para a produção de mudas do ponto de vista de qualidade da muda e eficiência do recurso hídrico. O experimento foi conduzido em um viveiro nas coordenadas geográficas 22° 51' Latitude Sul e 48° 26' de Longitude Oeste com altitude média de 786 metros. O substrato utilizado foi o comercial Carolina Soil Florestal® a base de turfa e vermiculita. O delineamento estatístico foi um fatorial (3x2) inteiramente casualizado, constituído dos seguintes fatores: 3 lâminas brutas (6, 10 e 14 mm) e 2 frequências de irrigação (2 e 4 vezes ao dia). O experimento foi composto por seis tratamentos, sendo cada tratamento com quatro parcelas, cada qual composta por 54 plantas (8 úteis/repetição), totalizando 32 plantas por tratamento. Foram avaliadas as seguintes características nas mudas: altura da parte aérea (H), diâmetro de colo (DC), relação altura da parte aérea e diâmetro de colo (H/D), massas de matéria seca da parte aérea (MSA), das raízes (MSR) e total (MST) e qualidade do sistema radicular (estruturação das raízes). O manejo hídrico influenciou no desenvolvimento e qualidade das mudas, sendo que o manejo indicado para produção de mudas de *Inga vera* foi o que utilizou a lâmina bruta de 10 mm divididas em duas irrigações diárias.

Palavras - chave: Viveiro, água na planta, irrigação.

**MORPHOLOGICAL QUALITIES OF *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (D.C.) T.D. Penn.
SEEDLINGS UNDER DIFFERENT WATER MANAGERMENTS**

ABSTRACT - This study had as its aim to analyze the effects of water management (brute blade and irrigation frequency) on the development and quality in *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (D.C.) T.D. Penn. seedlings, and determine the most appropriate water management for seedlings production when it comes to the seedlings quality and the efficiency of the water resource. The experiment was conducted in a nursery in geographic coordinates 22 ° 51 'South Latitude and 48 ° 26' West Longitude with an average elevation of 786 meters. The utilized substratum was a commercial product which is called "Carolina Soil Florestal®". The statistical design was one factorial (3X2) completely randomized, constituted by the following

agents: 3 irrigation depths (6, 10 and 14 mm) and two irrigation frequencies (twice and four times a day). Each experiment consisted of six treatments, each treatment with four portions and each one of them consisting of 54 plants (8 useful/repetition), making a total of 32 plants per treatment. The seedlings analyzed features were the following: shoot height; stem diameter; relation between shoot height and stem diameter; roots dry mass and total and quality of the root system. The water management influenced on the seedlings development and quality, the indicated management for production of *Inga vera* seedlings is the one which used the 10 mm irrigation depths divided in two daily irrigations.

Key-words: Nursery, water in plant, irrigation.

1. INTRODUÇÃO

A melhoria no processo de produção de mudas florestais nativas se faz necessária devido ao aumento na procura dessas mudas, não só em quantidade mais também em qualidade, uma vez que existem diversas espécies que são potencialmente aptas para o cultivo, podendo servir para diversas finalidades, tais como madeireira, ornamental, alimentícia ou de preservação (SCALON et al., 2011).

Popularmente conhecido como Ingá do Brejo, Ingá Banana, Ingá Quatro Quinas, Ingazeiro, entre outros, a espécie *Inga vera* Willd. Subsp. *affinis* (DC.) T.D. Penn., é uma planta da família Fabaceae subfamília Mimosoideae, da tribo Ingae (MAUMONT, 1993), com altura que varia de 5 a 10 metros de altura, diâmetro do tronco de 20 a 30 centímetros, folhas paripinadas e pilosas com a raque alada, apresentando folíolos herbáceos e seu fruto é uma vagem cilíndrica de cor amarelada, pilosa medindo de 4 a 12 cm de comprimento, sendo as sementes envoltas por uma polpa branca carnosa, doce e comestível (LORENZI, 2002). Sua ocorrência natural no Brasil vai de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, principalmente na Floresta Pluvial Atlântica, também é classificada como planta semidecídua, heliófita, pioneira ou inicial de sucessão, adaptada a solos úmidos e muito utilizada nos plantios mistos em áreas de matas ciliares degradadas (BOTELHO, 1996 ; CARVALHO, 2008).

Bons povoamentos florestais são resultantes de manejos adequados na implantação e condução da floresta, e também da utilização de mudas de boa qualidade, ou seja, os viveiros florestais têm como missão, produzir mudas de boa qualidade aptas para responder às exigências, quanto à sobrevivência e ao desenvolvimento no campo, de forma positiva as

adversidades encontradas pós-plantio. Porém tal qualidade não se encontra plenamente definida, uma vez que o padrão de qualidade varia de acordo com a espécie e com diferentes sítios ecológicos (CARNEIRO, 1995).

Os parâmetros morfológicos são atributos determinados física ou visualmente, sendo o mais utilizado para determinar o padrão de qualidade de mudas, onde as características externas da planta permitem uma compreensão mais intuitiva por parte de viveiristas e consumidores (GOMES et al., 2002). Para Fonseca et al. (2002) as práticas de manejo utilizadas no viveiro, podem alterar a qualidade da muda.

O manejo hídrico, essencial no processo de produção de mudas, na maioria das vezes é feito de forma empírica, resultando em produtividade aquém do potencial genético e o favorecimento de doenças, além do desperdício de água, energia e nutrientes (GRUBER, 2006). Portanto seu conhecimento na fase de formação e desenvolvimento das mudas é tão importante quanto todos os outros processos de produção, mais estudados ao longo dos anos, como adubação, sombreamento, substratos, embalagens, etc. uma vez que a quantidade de água afeta diretamente o desenvolvimento das plantas (NOVAES, et al. 2002).

Segundo Lopes et al. (2005) a água é um fator limitante ao crescimento e desenvolvimento de plantas, onde a falta ocasiona o estresse hídrico e diminui a absorção de nutrientes e o excesso pode favorecer a lixiviação dos nutrientes e ainda proporcionar um microclima favorável ao desenvolvimento de doenças. Com o conhecimento do sistema de produção de mudas como um todo, torna-se possível a confecção de protocolos de produção de mudas cada vez mais eficazes.

Portanto os objetivos deste trabalho foram: a) analisar os efeitos do manejo hídrico (lâmina bruta e frequência de irrigação) no desenvolvimento e qualidade das mudas de *Inga vera* Willd. Subsp. *affinis* (DC.) T.D. Penn.; b) determinar o manejo hídrico mais adequado do ponto de vista de qualidade e eficiência do recurso hídrico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local e época

O experimento foi desenvolvido em um viveiro de mudas localizado nas coordenadas geográficas 22° 51' Latitude Sul e 48° 26' de Longitude oeste com altitude média de 786 metros. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa – clima temperado quente (mesotérmico) úmido e a temperatura média do mês mais quente são

superiores a 22° C. A precipitação pluviométrica anual média é de 945,15 mm. (CUNHA e MARTINS, 2009). O período do desenvolvimento do experimento foi compreendido entre os meses de janeiro a setembro de 2011.

2.2. Espécie, estrutura física e insumos

A espécie utilizada no estudo foi *Inga vera* Willd. Subsp. *affinis* (D.C.) T.D. Penn. (Ingá vera). As estruturas físicas utilizadas no processo de condução dos experimentos foram casa de vegetação (germinação das sementes), casa de sombra (aclimatação das mudas) e área a pleno sol com canteiros suspensos tipo mini túnel coberto com cobertura de filme difusor de 150 microm e com bocais de irrigação modelo microaspersores de 108L h⁻¹ (fase de aplicação dos tratamentos).

Os recipientes utilizados para a produção das mudas foram tubetes cilíndrico-cônicos de polietileno com o volume de 120 cm³, com seis estrias internas salientes. Como suportes para os tubetes foram usadas bandejas de polietileno, com 108 células, com preenchimento de 50% de mudas na fase de aplicação dos tratamentos.

O substrato utilizado foi o produto comercial denominado Carolina Soil Florestal®, fabricado pela empresa Carolina Soil do Brasil Ltda, composto de turfa, casca de arroz e vermiculita. Na adubação de base foram adicionados 3 kg m⁻³ de Yorim Master S1® (16% P₂O₅, 18% Ca, 7% Mg, 0,1% B, 0,05% Cu, 0,15% Mn, 10% Si e 0,55% de Zn). A caracterização física deste substrato, segundo metodologia descrita por Silva (1998), encontra-se na Tabela 1.

AQUI ENTRA A TABELA 1

A água utilizada no experimento foi oriunda da Companhia Paulista de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) sendo considerada água clorada.

O manejo da adubação constituiu-se de:

- a) Adubação de crescimento: foram aplicados via fertirrigação (3 mm) uma solução nutritiva contendo: 458,3; 175,0; 250,0; 200,0; 52,5 e 75,8 mg L⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg, S respectivamente. Os adubos usados foram: uréia, monoamôniofosfato (MAP) purificado, cloreto de potássio, nitrato de cálcio e sulfato de magnésio.

- b) Adubação de rustificação: o adubo usado foi cloreto de potássio e a solução nutritiva continha 290 mg L^{-1} de K.

Os tratamentos de fertirrigação com adubação de crescimento foram aplicados uma vez por semana no período de 30 dias. Posteriormente, a fertirrigação começou a ser aplicada duas vezes por semana durante 96 dias. Após esses períodos, iniciou-se a adubação de rustificação, permanecendo por 30 dias (final experimento nos túneis). O pH e o EC da solução foram verificados ao longo do experimento ficando na faixa de 5,5 e $2,1 \text{ ds m}^{-1}$, respectivamente.

2.3. Metodologia

O experimento foi instalado seguindo as etapas:

- Preparo do substrato: foi adicionado ao substrato o correspondente a 3 kg m^{-3} de Yorim Master S, sendo homogeneizado em misturador durante 5 minutos, e acrescido 5 litros de água na mistura, seguindo as especificações do fabricante.
- Enchimento dos tubetes e semeadura: após o enchimento dos tubetes com o substrato, foi realizado o batimento manual para acomodação do mesmo nos tubetes e a semeadura; feito isso foi realizada a cobertura das sementes utilizando vermiculita expandida. A irrigação ocorreu até iniciar a drenagem do substrato.
- Na sequência, as bandejas foram levadas para casa de vegetação, onde permaneceram por 30 dias sem adubação e irrigação utilizando bocais do tipo Fogger, onde o sistema era acionado cada 15 minutos ao longo do dia, permanecendo ativado durante 15 segundos.
- Retiradas da casa de vegetação, as mudas foram transferidas para a casa de sombra, permanecendo por 15 dias para aclimação;

Em seguida, as mudas foram pré-selecionadas com o objetivo de homogeneização das parcelas. Posteriormente foi realizada uma medição da altura das mudas, distância essa compreendida pelo caule, desde a base até o último par de gemas foliares utilizando uma régua graduada. Logo após essa etapa, as bandejas, já com o preenchimento de 50%, foram numeradas e levadas para as bancadas na área de pleno sol do viveiro, sendo que tais bancadas foram cobertas utilizando plástico difusor com 150 microns formando um túnel (fase de aplicação dos tratamentos). Quando se iniciou a fase de aplicação dos tratamentos, as

mudas apresentavam 45 dias após a semeadura. O experimento foi realizado no período de Janeiro a Setembro de 2011.

Antes da instalação do experimento nos túneis foi aferida a vazão de todos os bocais de irrigação utilizando Pluviômetro Eletrônico marca Irriplus modelo P300 e, calculados os tempos de irrigação de acordo com os dados coletados na aferição de cada válvula.

2.4. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2 (3 lâminas brutas e 2 frequências de irrigação), totalizando 6 tratamentos com 8 plantas úteis para cada uma das quatro parcelas.

Para detectar o efeito dos diferentes manejos hídricos, os dados foram submetidos à análise de variância, de acordo com o delineamento inteiramente casualizado. Para os efeitos significativos, foram realizados testes de comparação de médias, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.5. Tratamentos aplicados

Os tratamentos aplicados no experimento estão expressos na Tabela 2.

AQUI ENTRA A TABELA 2

Os horários da irrigação foram pré-estabelecidos de acordo com as maiores temperaturas do dia, sendo os tratamentos com duas irrigações diárias realizadas as 10:00 e 15:00 horas e os tratamentos com quatro irrigações diárias as 10:00, 12:00, 14:00 e 16:00 horas.

2.6. Avaliação do experimento

As características analisadas no final do ciclo de produção foram: altura da parte aérea (H), diâmetro de colo (DC), massa seca da parte aérea (MSA), constituído de folhas e caule; massa seca da parte radicular (MSR); massa de matéria seca total (MST) e qualidade do sistema radicular (QR).

A parte aérea foi obtida cortando-se as mudas rente ao substrato, as quais foram embaladas individualmente em sacos de papel. O sistema radicular foi lavado em água corrente e após ligeira secagem ao ar e embalado em sacos de papel. Em seguida, ambos, foram levados à estufa de circulação forçada a 60° C, durante 72 horas, quando foi verificado que a massa estava constante. Logo após efetuou-se a pesagem, utilizando uma balança eletrônica, determinando-se assim as massas secas da parte aérea e radicular, e com a somatória das mesmas, a massa seca total.

A estruturação das raízes foi avaliada visualmente após a retirada das mudas dos tubetes, sendo utilizada uma escala de valor, classificados como “Ruim, Bom e Ótimo”. A qualidade de sistema radicular “RUIM” se refere ao sistema radicular desestruturado (inapto para plantio), ou sistema radicular estruturado, porém com flexibilidade (inapto para plantio, pois exige cuidado no manuseio). A qualidade do sistema radicular “BOM” se refere a um sistema radicular estruturado (apto para plantio). Já o sistema radicular classificado como “ÓTIMO”, se refere a um sistema radicular estruturado com incidência numerosa de raízes brancas (apto para o plantio).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as características morfológicas estudadas para a determinação da qualidade de mudas de *Inga vera*, (altura da parte aérea, diâmetro de colo, relação altura da parte aérea/diâmetro de colo, massas secas aérea, radicular e total) apresentaram diferenças significativas (Tabela 3).

AQUI ENTRA A TABELA 3

Na variável altura, a lâmina bruta de 10 mm, independentemente da frequência de irrigação utilizada, proporcionou maiores alturas médias das mudas, sendo que a lâmina bruta de 6 mm foi superior a de 14 mm quando irrigadas duas vezes ao dia e ambas foram semelhantes quando irrigadas quatro vezes ao dia. Resultados diferentes foram encontrados por Lenhard et al. (2010) com mudas de *Caesalpineia ferrea* e Figueirôa et al. (2004) com mudas de *Myracrodruon urundeuva*, ambos estudando o crescimento inicial de mudas em

diferentes regimes hídricos, onde as maiores alturas foram encontradas nas plantas submetidas próximas a capacidade de campo.

O fato da lâmina maior não ter gerado as maiores alturas pode estar relacionado às maiores lixiviações dos nutrientes nesses tratamentos uma vez que segundo Gonçalves et al. (2000) as espécies classificadas como pioneiras necessitam de uma maior demanda de nutrientes. Avaliando o efeito da frequência de irrigação, observa-se que independente da lâmina aplicada, a frequência de irrigação de 2 vezes ao dia produziu mudas com maiores alturas, fato este que pode estar relacionado a um melhor molhamento do substrato. Quando as irrigações foram fracionadas em quatro vezes ao dia, o crescimento em altura foi afetado negativamente, pois observou-se que o molhamento do substrato se restringiu a camada superior do tubete.

O diâmetro de colo assim como a altura é uma característica morfológica de fácil aferição e de grande importância, uma vez que está relacionado com um possível tombamento da muda no campo (CARNEIRO, 1995). Analisando a lâmina bruta de irrigação, verifica-se que quando irrigado com menor frequência as lâminas maiores produziram mudas com diâmetros superiores. Já quando a irrigação foi mais frequente, as mudas produzidas na lâmina intermediária (10 mm) atingiu diâmetros maiores, não existindo diferença entre as lâminas de 6 e 14 mm. Para o fator frequência de irrigação, observa-se na Tabela 03, que a frequência F4 apresentou as maiores médias de diâmetros de colo nas lâminas brutas de 6 e 10 mm, porém quando as mudas foram submetidas a uma menor frequência de irrigação (2 vezes ao dia), o maior de diâmetro de caule foi encontrado nas mudas submetidas à maior lâmina bruta (14 mm). Sasse e Sands (1996) analisando a resposta e o comportamento de estacas e mudas de *Eucalyptus globulus* submetidas ao estresse hídrico, verificaram que o diâmetro de colo aumentou à medida que a frequência de irrigação foi menor.

A relação entre altura da muda e diâmetro de colo exprime a qualidade da muda em qualquer estágio do seu desenvolvimento (CARNEIRO, 1995), pois além de refletir o acúmulo de reservas, assegura maior resistência e melhor fixação no solo (STURION e ANTUNES, 2000). Tal relação é uma variável que indica a qualidade de mudas a serem levadas a campo, onde se espera um equilíbrio no seu desenvolvimento (CAMPOS e UCHIDA, 2002). A lâmina bruta de irrigação de 14 mm foi a que apresentou a menor relação H/D quando as plantas foram submetidas a frequência de irrigação F2, sendo semelhante a

lâmina de 6 mm na F4. Avaliando o fator frequência de irrigação, observa-se que independentemente da lâmina bruta aplicada, a frequência de irrigação maior (F4), produziu mudas com a relação H/D menor, reflexo da menor altura das mudas produzidas com esta frequência de irrigação. Pela escassez de trabalhos publicados quanto à produção de mudas de ingá não há referências de valores H/DC para esta espécie. Os valores apresentados neste trabalho (3,7 a 5,0) demonstram que, para esta espécie, esta faixa de valores de H/DC está adequada, na medida em que produziram mudas com bom equilíbrio, ou seja, o diâmetro de colo está compatível com a altura.

Santiago et al. (2001) e Cabral et al. (2004) verificaram em mudas de ipê amarelo e sabiá, que houve redução acentuada da massa seca da parte aérea sob menor suprimento de água. Neste trabalho, a quantidade de água aplicada interagiu com a frequência de irrigação. Na menor frequência (2 vezes ao dia), a lâmina intermediária (10 mm) proporcionou maior biomassa da parte aérea, seguido da maior e menor lâmina. Quando a irrigação foi realizada com maior frequência (4 vezes ao dia) a lâmina de irrigação não influenciou no acúmulo de biomassa.

A massa seca radicular apresentou as maiores médias para mudas irrigadas com lâmina bruta de 10 mm na frequência menor e na lâmina de 6 mm com a frequência de irrigação maior. Na lâmina bruta de 10 mm a massa seca radicular foi semelhante nas duas frequências de irrigação. Nas demais lâminas houve diferença em função da frequência de irrigação. Quando irrigadas quatro vezes ao dia as mudas apresentavam valores decrescentes de MSR com o aumento da lâmina.

O fato de a lâmina bruta de 6 mm quando aplicada quatro vezes, apresentar o maior valor para o parâmetro analisado pode estar relacionado, segundo Scalon et al. (2011) a algumas espécies apresentarem uma adaptabilidade e tolerância a certas situações de déficit hídrico, principalmente se levado em conta que utilizando este manejo, a quantidade de água disponibilizada para a planta em cada irrigação é de 1,5 mm, acarretando apenas no molhamento superficial do substrato. Figueiroa et al. (2004) e Silva et al. (2002), em suas pesquisas, constataram que os menores valores encontrados para o parâmetro massa seca radicular ocorreu quando a disponibilidade de água foi menor. Esse fenômeno é explicado uma vez que o estresse hídrico promove a síntese de ácido abscísico (ABA) nas raízes, que

estimula o crescimento e formação de raízes laterais a fim de propiciar uma maior absorção de água pelo vegetal (LARCHER, 2004; TAIZ; ZEICHER, 2004).

O manejo hídrico aplicado no tratamento 3 (lâmina 10 mm e 2 irrigações diárias) foi o que apresentou a maior média para o parâmetro massa seca total. Quando a frequência de irrigação foi maior (4 vezes ao dia) não houve efeito estatístico entre as lâminas testadas. Analisando o fator frequência de irrigação, tem-se que a irrigação fracionada duas vezes ao dia se apresentou superior em relação à maior frequência, com exceção da lâmina bruta 6 mm que foi semelhante. Para Silva (2003), estudos de eficiência do uso da água mostram que a produção de matéria seca total foi linearmente proporcional à quantidade de água utilizada. Freitag (2007) estudando frequência de irrigação para produção de mudas de eucalipto observou que uma maior frequência de irrigação proporciona uma maior produção de massa seca total. Tais fenômenos citados pelos autores acima não foram observados no estudo.

Com relação à qualidade do sistema radicular, o fator frequência de irrigação não afetou este parâmetro. Já a lâmina bruta de irrigação influenciou na porcentagem de mudas com sistemas radiculares conceituados como bom e ótimo, sendo que a maior porcentagem de bom foi com a lâmina de 6 mm e o conceito ótimo foi superior nas lâminas de 10 e 14 mm. A porcentagem de mudas aptas para campo não foi influenciada pelas lâminas.

AQUI ENTRA A TABELA 4

4. CONCLUSÃO

O manejo hídrico influenciou no desenvolvimento e na qualidade das mudas, sendo que houve interação entre os fatores lâmina e frequência de irrigação. A lâmina bruta de 10 mm e a frequência de irrigação 2 vezes ao dia mostraram ser mais eficazes para produção de mudas de *Inga vera*, considerando o desenvolvimento e a qualidade de mudas formadas e a economia de água.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOTELHO, M. N. Características morfo-anatômicas, fisiológicas e atividade da redutase do nitrato em plantas jovens de ingá (*Inga vera* Wild), virola (*Virola surinaminensis*

(**Rol. Warb.**) e seringueira (*Hevea brasiliensis* (Muell.) Arg.) submetidas a diferentes níveis e tempos de inundação. 1996. 49p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

CABRAL, E. L. et al. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia áurea* (Marsh) Benth. & Hook. F. ex s. Moore submetida a estresse hídrico. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 241- 251, 2004.

CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, p. 281-288, 2002.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. v. 3, 593 p.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, jan./mar. 2009.

FIGUEIRÔA, J. M.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento inicial de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 573-580, 2004.

FONSECA, E. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sobre diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FREITAG, A. S. **Frequências de Irrigação para *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii* em viveiro**. Santa Maria, 2007. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETT, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.

GRUBER, Y. B. G. **Otimização da lâmina de irrigação na produção de mudas clonais de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* var. *plathyphylla*)**. 2006. 144 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004. 531 p.

LENHARD, N. R.; SCALON, S. P. Q.; NOVELINO, J. O. Crescimento inicial de mudas de Pau Ferro (*Caesalpinia érrea* MART. Ex Tul. var. *leiostachya* Benth.) sob diferentes regimes hídricos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 870-877, jul/ago. 2010.

LOPES, J. L. W. **Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação**. 2004. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Irrigação e Drenagem)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

LOPES, J. L. W. et al. Efeitos na irrigação, na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 68, p. 97-106, ago. 2005.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002, v. 1, 368 p.

MAUMONT, S. Seed-coat anatomy of the non-pleorogamic seeds in the tribe Ingae (Leguminosae, Mimosoideae). **Brittonia**, New York, v. 45, p. 249-259, 1993.

NOVAES, A. B. et al. Avaliação do potencial de regeneração de raízes de mudas de *Pinus taeda* L., produzidas em diferentes tipos de recipientes, e o seu comportamento no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, nov./dez. 2002.

SANTIAGO, A. M. P.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; LOPES, E. C. Crescimento de plantas jovens de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth cultivada sob estresse hídrico. **Revista Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 26, n. 1, 2002.

- SASSE, J.; SANDS, R. Comparative responses of cuttings and seedlings of *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus globulus* to water stress. **Tree Physiology**, Victoria, Canadá, v. 16, p. 287-294, 1996.
- SCALON, S. P. Q. et al. Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de Mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 655-662, out./dez. 2011.
- SILVA, M. R. **Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação.** 1998. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- SILVA, M. R. da. **Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio na qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden).** 2003. 100 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.
- SILVA, S. R. S. et al. Efeito do estresse hídrico sobre características de crescimento e produção de óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1363-1368, nov./dez. 2002.
- STURION, J. A.; ANTUNES, B. M. A. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais.** Colombo: Embrapa, 2000. p. 125-150.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

ANEXOS

Tabela 1 - Caracterização física do substrato Carolina Soil Florestal®.

Table 1- Physical characterization of the substrates Carolina Soil Florestal®

Macroporos (%)	Microporos (%)	Porosidade Total (%)	Retenção de água (mL 120 cm ³)
27,7	51,0	78,7	61,64

Tabela 2 - Tratamentos aplicados no experimento

Table 2 - Applied treatments to the experiment.

Tratamentos	Lâminas brutas e Frequências diárias de irrigação
Tratamento 1	Lâmina bruta de 6 mm, divididas em duas irrigações diárias
Tratamento 2	Lâmina bruta de 6 mm, divididas em quatro irrigações diárias
Tratamento 3	Lâmina bruta de 10 mm, divididas em duas irrigações diárias
Tratamento 4	Lâmina bruta de 10 mm, divididas em quatro irrigações diárias
Tratamento 5	Lâmina bruta de 14 mm, divididas em duas irrigações diárias
Tratamento 6	Lâmina bruta de 14 mm, divididas em quatro irrigações diárias

Tabela 3 - Características morfológicas de mudas de *Inga vera* Willd. Subsp. *Affinis* (D.C.) T.D. Penn. Aos 203 dias após a semeadura, sob diferentes lâminas brutas e frequências de irrigação.

Table 3 - Morphological features of *Inga vera* Willd. Subsp. *Affinis* (D.C.) T.D. Penn. seedlings 203 days after sowing, under different brute blades and irrigation frequencies.

Frequências diárias (nº irrigações/dia)	Lâminas brutas (mm)		
	6	10	14
	Altura (cm)		
2	22,5 bA	24,9 aA	21,1 cA
4	17,7 bB	21,7 aB	18,5 bB
	CV(%) 7,59		
	Diâmetro de colo (mm)		
2	4,60 bB	5,07 aB	5,08 aA
4	4,84 bA	5,26 aA	4,83 bB
	CV(%) 6,52		
	Relação H/DC		

2	5,04 aA	4,91 aA	4,28 bA
4	3,70 bB	4,30 aB	3,76 bB
CV(%) 7,71			
Massa seca aérea (g)			
2	2,62 cA	3,60 aA	3,08 bA
4	2,50 aA	2,72 aB	2,50 aB
CV(%) 15,91			
Massa seca radicular (g)			
2	1,09 bB	1,70 aA	1,64 aA
4	1,70 aA	1,57 abA	1,48 bB
CV(%) 16,83			
Massa seca total (g)			
2	3,95 cA	5,17 aA	4,66 bA
4	4,21 aA	4,28 aB	3,92 aB
CV(%) 15,35			

Letras iguais minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Qualidade, do sistema radicular das mudas *Inga vera* Willd. subsp. *affinis* (D.C.) T.D. Penn. aos 203 dias após a semeadura, sob diferentes lâminas brutas de irrigação.

Table 4 - Quality of the root system in *Inga vera* Willd. Subsp. *Affinis* (D.C.) T.D. Penn. seedlings 203 days after sowing, under different brute blades and irrigation.

Lâmina bruta de irrigação (mm)	Qualidade do sistema radicular (%)			
	Ruim	Bom	Ótimo	Apto
6	0,5 a	67,2 a	32,3 b	99,5 a
10	3,1 a	32,8 b	64,1 a	96,9 a
14	6,2 a	39,1 b	54,7 a	93,8 a

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

CAPÍTULO II

QUALIDADE MORFOLÓGICA DE MUDAS DE *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. SOB DIFERENTES MANEJOS HÍDRICOS

Redigido conforme as normas da revista : CERNE

**QUALIDADE MORFOLÓGICA DE MUDAS DE *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.
SOB DIFERENTES MANEJOS HÍDRICOS**

RESUMO: O presente estudo teve por objetivo analisar os efeitos do manejo hídrico (lâmina bruta e frequência de irrigação) no desenvolvimento e qualidade das mudas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. e determinar o manejo hídrico mais adequado para a produção de mudas do ponto de vista de qualidade da muda e eficiência do recurso hídrico. O experimento foi conduzido no Viveiro do Departamento de Recursos Naturais/Setor de Ciências Florestais, na Fazenda experimental Lageado, pertencente a Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da UNESP, no município de Botucatu-SP. O substrato utilizado foi o comercial Carolina Soil Florestal®. O delineamento estatístico foi um fatorial (3x2) inteiramente casualizado, constituído dos seguintes fatores: 3 lâminas brutas (6, 10 e 14 mm) e 2 frequências de irrigação (2 e 4 vezes ao dia). O experimento foi composto por seis tratamentos, sendo cada tratamento com quatro parcelas, cada qual composta por 54 plantas (8 úteis/repetição), totalizando 48 plantas por tratamento. Foram avaliadas as seguintes características nas mudas: altura da parte aérea, diâmetro de colo, relação altura da parte aérea e diâmetro de colo, massas de matéria seca da parte aérea, das raízes e total e a qualidade do sistema radicular. O manejo hídrico influenciou no desenvolvimento e qualidade das mudas, sendo que o manejo indicado para produção de mudas de *Peltophorum dubium* é o que utiliza a lâmina bruta de 10 mm divididas em duas irrigações diárias.

Palavras-chave: Viveiro, irrigação, canafístula, espécie nativa.

**QUALITY OF MORPHOLOGICAL SEEDLINGS *Peltophorum dubium* (Spreng.)
Taub. WATER UNDER DIFFERENT MANagements**

ABSTRACT: This study had as its aim to analyze the effects of water management (irrigation depths and irrigation frequency) on the development and quality in *Peltophorum*

dubium (Spreng.) Taub. seedlings, and determine the most appropriate water management for seedlings production when it comes to the seedlings quality and the efficiency of the water resource. The experiment was made at the arboretum of the Natural Resources Department/Forest Sciences Sector, at Lageado Experimental Farm, which belongs to UNESP Agronomic Sciences College (FCA), in Botucatu – SP. The utilized substratum was a commercial product which is called “Carolina Soil Florestal®”. The statistical design was one factorial (3X2) completely randomized, constituted by the following agents: 3 irrigation depths (6, 10 and 14 mm) and two irrigation frequencies (twice and four times a day). Each experiment consisted of six treatments, each treatment with four portions and each one of them consisting of 54 plants (8 useful/repetition), making a total of 32 plants per treatment. The seedlings analyzed features were the following: shoot height; stem diameter; relation between shoot height and stem diameter; roots dry mass and total and quality of the root system. The water management influenced on the seedlings development and quality, the indicated management for production of *Peltophorum dubium* seedlings is the one which used the 10 mm irrigation depths divided in two daily irrigations.

Keywords: nursery, irrigation, canafístula, native species.

1 INTRODUÇÃO

Da família Caesalpinaceae, a espécie *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., popularmente conhecida como Canafístula, é uma planta caducifólia, classificada como heliófita, secundária inicial com características de planta pioneira em áreas abertas, capoeiras e matas degradadas, com preferência em solos argilosos, próximos a cursos d`água, porém também ocorrem em solos ácidos (cerrado) (CARVALHO, 2003). A Canafístula apresenta uma boa adaptabilidade a diferentes tipos de solo e clima, sendo que sua ocorrência natural

vai do Estado da Bahia até o Rio Grande do Sul, principalmente na floresta latifoliada semidecídua da Bacia do Paraná (LORENZI, 2002).

Espécies arbóreas nativas são potencialmente aptas para o cultivo, onde apresentam diversas finalidades, como ornamental, madeireiro, alimentício ou de preservação (SCALON et al. 2011), porém há a necessidade de melhorias no sistema de produção de mudas nativas, principalmente no fornecimento de água para a planta, pois o manejo hídrico exerce um papel essencial no desenvolvimento e qualidade de mudas, no ciclo de produção, na utilização racional dos recursos hídricos, além dos aspectos econômicos e ambientais dos viveiros (GARCIA, 2012).

O manejo hídrico em pequenos recipientes, como é o caso dos tubetes, apresenta diferenças quando comparado ao cultivo em solos, devido à frequência maior de irrigação que se deve ter em função do baixo volume de substrato que está disponível para a planta (WENDLING e GATTO, 2002; LOPES, 2004). A quantidade de água ou lâmina de irrigação a ser aplicada para uma determinada espécie é um problema difícil, pois depende de diversas variáveis como tipo de substrato, clima, sistema de irrigação, a própria espécie cultivada, etc. (KLAR, 1991).

O conhecimento dos requerimentos quanto ao manejo hídrico adotado dentro dos viveiros e a adaptabilidade das espécies florestais nativas a ambientes distintos quanto às características edafoclimáticas são incipientes. Para se adotar um modelo de mosaico dentro do viveiro de mudas para um bom manejo hídrico, algumas características devem ser analisadas, tais como: velocidade de crescimento da espécie; desenvolvimento do colo e do sistema radicular; a necessidade hídrica da espécie; arquitetura da muda; sendo que tais fatores irão influenciar diretamente na qualidade das mudas (DIAS et al., 2006).

Nas mudas essa qualidade é determinada por características visuais ou externas, analisando a morfologia da planta e por características não visuais, ou seja, analisando

fenômenos internos ou fisiológicos que ocorrem no interior das plantas (GOMES et al. 2002). Os parâmetros morfológicos são os mais utilizados para definição do padrão de qualidade das mudas, por apresentar uma compreensão mais intuitiva por parte dos viveiristas, enquanto que os parâmetros fisiológicos são de difícil mensuração e análise (CHAVES e PAIVA, 2004).

A qualidade de mudas florestais nos viveiros é o que determina a formação de bons povoamentos florestais (BARBOSA, et al. 2003), porém os critérios para definição de padrão de qualidade de mudas que são produzidas em recipientes não se encontra plenamente definido (GRUBER, 2006).

Portanto os objetivos deste trabalho são: a) analisar os efeitos do manejo hídrico (lâmina bruta e frequência de irrigação) no desenvolvimento e qualidade das mudas de *Peltophorum dubium* (Spreng.); b) determinar o manejo hídrico mais adequado do ponto de vista de qualidade e eficiência do recurso hídrico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em um viveiro de mudas localizado nas coordenadas geográficas 22° 51' Latitude Sul e 48° 26' de Longitude oeste com altitude média de 786 metros. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa – clima temperado quente (mesotérmico) úmido e a temperatura média do mês mais quente são superiores a 22° C. A precipitação pluviométrica anual média é de 945,15 mm. (CUNHA e MARTINS, 2009). O período do desenvolvimento do experimento foi compreendido entre os meses de Janeiro a Setembro de 2011.

O substrato utilizado foi o produto comercial denominado Carolina Soil Florestal®, composto de turfa, casca de arroz e vermiculita, adicionados a adubação de base 3 kg m⁻³ de Yorim Master S1® (16% P₂O₅, 18% Ca, 7% Mg, 0,1% B, 0,05% Cu, 0,15% Mn, 10% Si e

0,55% de Zn). As características físicas do substrato, segundo a metodologia descrita por Silva (1998) estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1- Caracterização física do substrato Carolina Soil Florestal®.

Table 1 - Physical characterization of the substrates Carolina Soil Florestal®.

Macroporos (%)	Microporos (%)	Porosidade Total (%)	Retenção de água (mL 120 cm ⁻³)
27,7	51,0	78,7	61,64

A água utilizada no experimento foi oriunda da Companhia Paulista de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) sendo considerada água clorada.

A semeadura foi realizada no dia 21/01/2011, em tubetes cilíndrico-cônicos de polietileno com o volume de 120 cm³, com seis estrias internas salientes. Como suportes para os tubetes foram utilizadas bandejas de polietileno, com 108 células.

Logo após a semeadura, as bandejas foram para a casa de vegetação onde permaneceram por 30 dias. Passado este período, as mudas foram transferidas para a casa de sombra, permanecendo por 15 dias para aclimação. Em seguida as mudas foram pré - selecionadas com o objetivo de homogeneização das parcelas, onde foi realizada, com auxílio de uma régua graduada, a medição da altura das mudas, distância essa compreendida pelo caule, desde a base até o último par de gemas foliares. Após essa etapa, as bandejas foram numeradas e levadas aos túneis (fase de aplicação dos tratamentos), com preenchimento de 50% das células da bandeja, onde as mesmas apresentavam 45 dias após a semeadura.

Anteriormente à instalação do experimento nos túneis foi aferida a vazão de todos os bocais de irrigação utilizando Pluviômetro Eletrônico marca Irriplus modelo P300 e, calculados os tempos de irrigação de acordo com os dados coletados na aferição de cada válvula.

Os adubos utilizados no experimento foram para a adubação de crescimento, uréia, monoamoniofosfato (MAP) purificado, cloreto de potássio, nitrato de cálcio e sulfato de magnésio, onde a solução nutritiva continha 458,3; 175,0; 250,0; 200,0; 52,5 e 75,8 mg L⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg, S, respectivamente. Na adubação de rustificação, utilizou-se cloreto de potássio na proporção de 350 mg L⁻¹ de K₂O. A fertirrigação foi realizada por meio de mangueira com crivo acoplado em sua extremidade e sistema Venturi. O pH e o EC (dS m⁻¹) da solução foi verificado ao longo do experimento, ficando na faixa de 5,5 e 2,1 respectivamente.

Na fase de aplicação dos tratamentos, a adubação de crescimento foi aplicada uma vez por semana por um período de 30 dias, posteriormente a isso, passou a ser aplicada duas vezes por semana durante mais 96 dias. A adubação de rustificação foi aplicada por um período de 30 dias.

Os horários da irrigação foram pré-estabelecidos de acordo com as maiores temperaturas do dia, sendo 2 frequências diárias às 10:00 e 15:00 horas e 4 frequências diárias às 10:00 / 12:00 / 14:00 / 16:00 horas.

Para avaliar a qualidade das mudas, foram avaliados aos 203 dias após a semeadura, a altura da parte aérea (H), diâmetro de colo (DC), massa seca da parte aérea (MSA), constituído de folhas e caule; massa seca da parte radicular (MSR); massa seca total (MST) e qualidade do sistema radicular (QR).

A parte aérea foi obtida cortando-se as mudas rente ao substrato, as quais foram embaladas individualmente em sacos de papel. O sistema radicular foi lavado em água corrente e após ligeira secagem ao ar e embalado em sacos de papel. Em seguida, ambos, foram levados à estufa de circulação forçada a 60° C, até a obtenção da massa constante. Logo

após efetuou-se a pesagem, utilizando uma balança eletrônica, determinando-se assim as massas secas da parte aérea e radicular, e com a somatória das mesmas, a massa seca total.

A estruturação das raízes foi avaliada visualmente após a retirada das mudas dos tubetes, sendo utilizada uma escala de valor, conforme segue:

Ruim: sistema radicular desestruturado (inapto para o plantio) e sistema radicular estruturado, porém com certa flexibilidade (apto para plantio, mas exige cuidado no manuseio).

Bom: sistema radicular estruturado (apto para plantio).

Ótimo: sistema radicular estruturado com incidência numerosa de raízes brancas (apto para o plantio).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2 (3 lâminas brutas e 2 frequências de irrigação), totalizando 6 tratamentos com 4 parcelas formadas de 8 plantas úteis cada parcela.

Para detectar o efeito dos diferentes manejos hídricos, os dados foram submetidos à análise de variância, de acordo com o delineamento inteiramente casualizado. Para os efeitos significativos, foram realizados testes de comparação de médias, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os parâmetros morfológicos estudados (H, DC, H/DC, MSA, MSR e MST) (Tabela 3) apresentaram diferenças estatisticamente significativas ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados em altura das mudas (Tabela 2), mostram que a lâmina bruta de irrigação de 10 mm proporcionou às mudas uma maior altura média, diferindo estatisticamente das lâminas brutas de 6 e 14 mm, que entre si apresentaram o mesmo

comportamento quando irrigadas na frequência F2. Na frequência F4, a menor lâmina de irrigação (6 mm) foi a que apresentou mudas com maiores alturas médias, diferindo estatisticamente das lâminas brutas de 10 e 14 mm que foram semelhantes entre si. Analisando o fator frequência de irrigação, observa-se que F2, independente da lâmina bruta aplicada, foi a que apresentou as maiores médias em altura nas mudas.

Para que as mudas sejam consideradas de boa qualidade, sua altura ideal deve variar de 20 a 35 cm, onde se pode constatar na Tabela 3 que somente os tratamentos L10F2 e L14F2 produziram mudas de acordo com o padrão estabelecido por Gonçalves et al. (2000).

Apesar dos demais tratamentos não terem atingido a altura ideal para muda ser levada a campo, Fonseca et al. (2002) afirmaram que os parâmetros morfológicos não devem ser utilizados isoladamente para se definir o padrão de qualidade, uma vez que uma muda pode apresentar uma maior altura porém apresentar um baixo vigor e vice e versa.

Tabela 2 - Características morfológicas de mudas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. aos 203 dias após a semeadura, sob diferentes lâminas brutas e frequências de irrigação.

Table 2 - Morphological characteristics seedlings of *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. 203 days after sowing, under different frequencies and irrigation depths.

Frequências diárias	Lâminas brutas (mm)		
	6	10	14
	Altura (cm)		
2	19,7 bA	21,0 aA	20,0 bA
4	16,0 aB	14,7 bB	14,2 bB
	CV(%) 8,02		
	Diâmetro de colo (mm)		
2	4,75 bA	5,47 aA	5,51 aA
4	4,85 aA	4,62 bB	4,64 abB

CV(%) 7,05			
Relação H/DC			
2	4,23 aA	3,99 bA	3,74 cA
4	3,35 aB	3,12 bB	3,19 bB
CV(%) 7,36			
Massa seca aérea (g)			
2	3,21 bA	4,27 aA	3,53 bA
4	2,34 aB	2,36 aB	2,06 bB
CV(%) 15,46			
Massa seca radicular (g)			
2	0,80 c A	1,13 a A	0,99 b A
4	0,75 a A	0,70 a B	0,72 a B
CV(%) 17,50			
Massa seca total (g)			
2	4,08 cA	5,51 aA	4,61 bA
4	3,04 aB	3,16 aB	2,87 aB
CV(%) 16,16			

Letras iguais minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O diâmetro de colo foi influenciado pelos manejos hídricos aplicados, onde as lâminas brutas de 14 e 10 mm apresentaram mudas com diâmetro de colo médio maior, quando irrigadas na frequência F2. Já na frequência de irrigação F4, não houve uma tendência clara do efeito da lâmina. Analisando o fator frequência de irrigação, com exceção da lâmina bruta de 6 mm, a frequência menor (F2) apresentou os maiores diâmetros de colo. Assim como no parâmetro altura, o diâmetro de colo ideal para mudas nativas segundo Gonçalves et al. (2000), varia de 5 a 10 mm, observado somente nos tratamentos L10F2 e L14F2. Leles et al. (1998) obtiveram em mudas de *Apuleia leiocarpa* os maiores diâmetros de colo quando submetidas a maior quantidade de água.

De acordo com Gomes (2002), em razão da facilidade de medição, tanto de altura como de diâmetro de colo, e por ser um método não destrutivo, a relação H/DC pode ser considerada e aplicada para diversas espécies florestais, onde tal relação expressa um dos mais importantes parâmetros morfológicos que determina a qualidade das mudas. Para Campos e Uchida (2002), a relação entre esses dois parâmetros é uma variável indicadora de qualidade das mudas, onde se espera que a menor relação H/DC implique em mudas mais resistentes no campo. As mudas irrigadas sob lâmina bruta de 14 mm produziu mudas com menor relação H/D na frequência F2. Nas mudas submetidas a frequência de irrigação F4, as lâminas brutas de 10 e 14 mm produziram mudas mais bem equilibradas. A frequência de irrigação maior, independentemente da lâmina bruta aplicada, apresentou mudas com as menores médias de relação H/D. Apesar da diferenciação estatística entre os manejos hídricos aplicados nas mudas de canafístula, foi verificado ao longo do experimento mudas bem equilibrada em todos os tratamentos.

O parâmetro massa seca da parte aérea apresentou interação entre os fatores testados lâmina bruta e frequência de irrigação, sendo que a lâmina bruta de 10 mm foi a que apresentou a maior média, diferindo das lâminas brutas de 14 e 6 mm que foram semelhantes entre si, quando irrigadas duas vezes ao dia (F2). Quando as mudas foram submetidas à irrigação com maior frequência (F4), as maiores médias foram encontradas nas lâminas brutas de 10 e 6 mm, diferindo estatisticamente da lâmina bruta maior (14 mm). Analisando o fator frequência de irrigação, observa-se que independentemente da lâmina bruta aplicada, a frequência menor (duas vezes ao dia) apresentou as maiores médias para massa seca da parte aérea. Resultados de Lopes et al. (2007) estudando qualidade de mudas de eucalipto sobre a influência do substrato e do manejo hídrico e Martins et al., (2010), estudando o crescimento de plantas jovens de Nim-Indiano sob diferentes manejos hídricos relataram que a massa seca da parte aérea aumentou a medida que a quantidade de água fornecida foi maior. Tal fato pode

ser observado nos tratamentos onde a frequência de irrigação foi menor (duas vezes ao dia), já quando a frequência de irrigação foi maior, a lâmina bruta maior (14 mm) apresentou os menores valores de massa seca da parte aérea.

Analisando o parâmetro massa seca radicular observa-se que a lâmina de 10 mm apresentou o maior valor seguido das lâminas de 10 e 14 mm quando irrigadas duas vezes ao dia. Quando as plantas foram irrigadas quatro vezes ao dia, as lâminas brutas de irrigação foram semelhantes estatisticamente. Quanto ao fator frequência de irrigação observa-se que, com exceção da menor lâmina (6 mm), a menor frequência (duas vezes ao dia) apresentou a maior massa seca radicular. Santiago (2001) e Cabral (2004) relataram em seus trabalhos que os maiores valores para o sistema radicular foram encontrados quando se disponibilizou uma maior quantidade de água para planta, resultado que não ocorreu no presente estudo. Este fato pode estar condicionado à lixiviação de nutrientes do substrato quando fornecido a maior lâmina bruta que foi de 14 mm por dia.

Para massa seca total, a lâmina bruta de irrigação de 10 mm foi a que apresentou a maior média, seguido das lâminas de 14 e 6 mm quando as mudas foram irrigadas na frequência de duas vezes ao dia. Quando foram irrigadas quatro vezes ao dia, observa-se que não houve diferença estatística significativa entre as lâminas brutas de irrigação aplicadas. Na variável frequência de irrigação, nota-se que independentemente da lâmina bruta aplicada, a frequência de irrigação menor (duas vezes ao dia) apresentou-se superior em relação à frequência irrigação maior (quatro vezes ao dia). Reflexo da massa seca da parte aérea e da radicular, a massa seca total apresentada nos trabalhos de Cabral (2004); Nascimento et al. (2011) diminuiu com a redução na disponibilidade de água. Fato este que não ocorreu no presente estudo, onde observou-se que a lâmina bruta de 14 mm apresentou valores menores que a de 6 mm quando submetidas a uma frequência de irrigação maior (quatro vezes ao dia).

Segundo Silva et al. (2004) a qualidade do sistema radicular é mais importante que a parte aérea, para determinar qualidade de mudas florestais. O manejo hídrico influenciou na qualidade do sistema radicular das mudas de *Canafistula*, sendo que na variável lâmina bruta de irrigação (Tabela 4), observa-se que as lâminas de 6 e 14 mm foram as que produziram uma maior porcentagem de mudas aptas a campo, seguidas da lâmina de 10 mm que foi diferente estatisticamente.

Tabela 4 - Qualidade do sistema radicular de mudas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. aos 203 dias após a semeadura, sob diferentes lâminas brutas de irrigação.

Table 4 - *Quality of the root system in Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. seedlings 203 days after sowing, under different irrigation depths.

Lâmina de irrigação (mm)	Qualidade do sistema radicular (%)			
	Ruim	Bom	Ótimo	Apto
6	3,1 b	20,3 a	76,6 a	96,9 a
10	17,2 a	1,6 b	81,2 a	82,8 b
14	4,7 b	9,4 ab	85,9 a	95,3 a

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Na variável frequência de irrigação para a qualidade do sistema radicular (Tabela 5), observou-se que as mudas irrigadas na frequência menor (duas vezes ao dia), proporcionou uma maior porcentagem de mudas aptas a campo, diferenciando estatisticamente da frequência de irrigação maior (quatro vezes ao dia).

Tabela 5 - Qualidade do sistema radicular de mudas de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. aos 203 dias após a semeadura, sob diferentes frequências de irrigação.

Table 5 - *Quality of the root system in *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. seedlings 203 days after sowing, under different irrigation frequencies.*

Frequência de irrigação	Qualidade do sistema radicular (%)			
	Ruim	Bom	Ótimo	Apto
2	3,1 b	7,3 a	89,6 a	96,9 a
4	13,5 a	13,6 a	72,9 b	86,5 b

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

4 CONCLUSÃO

O manejo hídrico influenciou no desenvolvimento e qualidade das mudas, sendo que o manejo aplicado no Tratamento 3 (lâmina bruta de 10 mm dividida em 2 irrigações diárias) foi mais adequado para a espécie em estudo, tendo em vista que as mudas apresentaram uma melhor qualidade.

A frequência de irrigação de duas vezes ao dia foi a mais indicada para produzir mudas de *Peltophorum dubium*.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, Z.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L. A. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de gravioleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 519-522, dez. 2003.

CABRAL, E. L. et al. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia áurea* (Marsh) Benth. & Hook. F. ex s. Moore submetida a estresse hídrico. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 241- 251, 2004.

CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, p. 281-288, 2002.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1, 1039 p.

CHAVES, A. S.; PAIVA, H. N. Influencia de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 22-29, jun. 2004.

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, jan./mar. 2009.

DIAS, E. S. et al. **Produção de mudas de espécies florestais nativas**: manual. Campo Grande: Ed. UFMS, 2006. 59 p.

FONSECA, E. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sobre diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

GARCIA, R. D. **Qualidade de mudas clonais de dois híbridos de eucalipto em função do manejo hídrico**. 2012. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucayptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETT, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.

GRUBER, Y. B. G. **Otimização da lâmina de irrigação na produção de mudas clonais de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* var. *plathyphylla*)**. 2006. 144 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

KLAR, A. E. **Irrigação: frequência e quantidade de aplicação**. São Paulo: Nobel, 1991. 156 p.

LELES, P. S. S.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G. Comportamento de mudas de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) e *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr. produzidas sob três regimes de irrigação. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 22, n. 1, p. 11-19, 1998.

LOPES, J. L. W. **Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação**. 2004. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Irrigação e Drenagem)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 835-843, 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002, v. 1, 368 p.

MARTINS, M. O. et al. Crescimento de plantas de nim-indiano (*Azadirachta indica* A. Juss. – Meliaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 771-779, 2010.

NASCIMENTO, H. H. C. et al. Análise do crescimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 617-626, 2011.

SANTIAGO, A. M. P.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; LOPES, E. C. Crescimento de plantas jovens de *Mimosa caesalpinifolia* Benth cultivada sob estresse hídrico. **Revista Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 26, n. 1, 2002.

SCALON, S. P. Q. et al. Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de Mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 655-662, out./dez. 2011.

SILVA, M. R. **Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de *Eucaliptus grandis* Hill ex. Maiden submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação.** 1998. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

SILVA, M. R.; KLAR, A. E.; PASSOS, J. R. Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio nas características de mudas de *Eucaliptus grandis* W. (Hill ex Maiden). **Irriga**, Botucatu, v. 9, n. 1, p. 31-40, jan./abr. 2004.

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas.** Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2002. 166 p.

CAPÍTULO III

PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Hymenaea courbaril* var. *Stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee & Langenh SOB DIFERENTES MANEJOS HÍDRICOS

Redigido conforme as normas da revista : AGRIAMBI

1 **Produção de mudas de *Hymenaea courbaril* var. *Stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee &**

2 **Langenh sob diferentes manejos hídricos**

3
4
5

6 **Resumo:** O presente estudo teve por objetivo analisar os efeitos do manejo hídrico (lâmina
7 bruta e frequência de irrigação) no desenvolvimento e qualidade das mudas de *Hymenaea*
8 *courbaril* var. *Stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee & Langenh e determinar o manejo hídrico mais
9 adequado para a produção de mudas do ponto de vista de qualidade da muda e eficiência do
10 recurso hídrico. O experimento foi conduzido em um viveiro de mudas nas localizadas nas
11 coordenadas geográficas 22° 51' Latitude Sul e 48° 26' de Longitude oeste com altitude média
12 de 786 metros, no município de Botucatu-SP. O delineamento estatístico foi em esquema
13 fatorial (3X2) inteiramente casualizado, de 3 lâminas brutas (6, 10 e 14 mm) e 2 frequências
14 de irrigação (2 e 4 vezes ao dia). O experimento foi composto por seis tratamentos, sendo
15 cada tratamento com quatro repetições, cada qual composta por 54 plantas (8 úteis/repetição),
16 totalizando 32 plantas por tratamento. Foram avaliadas a altura da parte aérea, diâmetro de
17 colo, relação altura da parte aérea e diâmetro de colo, massas de matéria seca da parte aérea,
18 das raízes e total e qualidade do sistema radicular. O manejo hídrico influenciou no
19 desenvolvimento e qualidade das mudas, sendo que o manejo indicado para produção de
20 mudas de *Hymenaea courbaril* é o que utiliza a lâmina bruta de 6 mm dividida em quatro
21 irrigações diárias.

22 **Palavras-chave:** Espécies nativas, jatobá, irrigação, viveiro

23 **Morphological qualities of *Hymenaea courbaril* var. *Stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee &**

24 **Langenh seedlings under different water managements.**

25 **Abstract:** This study had as its aim to analyze the effects of water management (frequencies
26 and irrigation depths) on the development and quality in *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa*
27 (Hayne) Y.T. Lee & Langenh seedlings, and determine the most appropriate water
28 management for seedlings production when it comes to the seedlings quality and the
29 efficiency of the water resource. The experiment was made at the nursery The experiment was
30 conducted in a nursery in geographic coordinates 22 ° 51 South Latitude and 48 ° 26 West
31 Longitude with an average elevation of 786 meters., in Botucatu – SP. The utilized
32 substratum was a commercial product which is called “Carolina Soil Florestal®”. The
33 statistical design was one factorial (3X2) completely randomized, constituted by the following
34 agents: 3 irrigation depths (6, 10 and 14 mm) and two irrigation frequencies (twice and four
35 times a day). Each experiment consisted of six treatments, each treatment with four portions

36 and each one of them consisting of 54 plants (8 useful/repetition), making a total of 32 plants
37 per treatment. The seedlings' analyzed features were the following: shoot height; stem
38 diameter; relation between shoot height and stem diameter; roots dry mass and total and
39 quality of the root system. The water management influenced on the seedlings development
40 and quality, the indicated management for production of *Hymenaea courbaril* seedlings is the
41 one which used the 6 mm irrigation depths divided in four daily irrigations.

42 **Keywords:** Native plants, jatobá, irrigation, nursery.

43 INTRODUÇÃO

44 Pertencente a família Fabaceae, *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee &
45 Langenh (Jatobá) é uma espécie classificada como clímax exigente em luz, com crescimento
46 lento, apresenta uma madeira densa com alta resistência natural de organismos xilófagos,
47 sendo empregada geralmente para acabamentos internos; também é uma espécie muito
48 utilizada na composição de reflorestamentos heterogênicos em áreas degradadas (Lorenzi,
49 2002; Carvalho 2003).

50 Fatores ambientais como temperatura, luminosidade, tipo de solo e água, influenciam no
51 desenvolvimento da vegetação natural, e limita, a ocorrência natural da espécie em áreas que
52 apresentam fatores adversos (Lima et al. 2010), sendo que o suprimento inadequado de algum
53 fator podem reduzir o vigor da planta e limitar seu desenvolvimento (Lima Júnior et al. 2006).
54 Porém, essa espécie apresenta uma grande dispersão de seus indivíduos no meio natural, indo
55 do Piauí ao Norte do Paraná (Carvalho, 2003). Isso se explica, segundo Lee & Langenheim
56 (1975), pelo fato do jatobá ser uma espécie que não é exigente nos aspectos nutricional e
57 hídrico em ambientes naturais, além de apresentar estratégias adaptativas, interessante quanto
58 a fisiologia, bioquímica e ao melhoramento genético (Paiva & Vital 2003).

59 Para se obter bons povoamentos florestais, deve-se realizar a análise de alguns fatores que
60 são importantes, como: a escolha da espécie, as potencialidades genéticas da semente e
61 principalmente a qualidade da muda (Ferraz & Engel, 2011). Tal qualidade irá refletir em uma
62 maior capacidade de resistência dessas mudas às condições adversas que são encontradas no
63 campo, além de uma possível diminuição na frequência de tratos culturais em povoamentos
64 recém-implantados, sendo que segundo Novaes et al. (2002) nesses tratos culturais, o
65 dispêndio de recursos apresenta um alto custo para a formação de uma floresta.

66 Segundo Reis (2004), para definir o padrão de qualidade, alguns parâmetros devem ser
67 avaliados quantitativa ou qualitativamente, a fim de exprimir respostas efetivas sobre a
68 qualidade de um produto. De acordo com o relatório analítico sobre o diagnóstico dos
69 produtores de mudas florestais nativas do Estado de São Paulo publicado em julho de 2011, a

70 maioria dos viveiros que produzem mudas nativas, utilizam apenas a altura (92%) e a
71 sanidade das mudas (86%) como parâmetros para exprimir a qualidade, sendo que uma baixa
72 quantidade dos viveiros utilizam todos os parâmetros que foram questionados para avaliar a
73 qualidade da muda na entrevista aos viveiristas.

74 A irrigação é uma das etapas mais importantes durante a produção de mudas em viveiro,
75 devido sua influência direta na qualidade da muda (Morais et al. 2012), sendo a
76 microaspersão o sistema de irrigação mais utilizado em viveiros de muda no Brasil, sistema
77 esse que gera desperdícios (Augusto et al. 2007). A quantificação da água disponibilizada na
78 irrigação em viveiros é muito importante, pois além dos benefícios ao meio ambiente por ser
79 um recurso cada vez mais escasso, acarreta em prejuízos no desenvolvimento e na qualidade
80 da muda devido a sua falta e ao seu excesso (Lopes, 2005).

81 Essa quantificação hídrica irá fornecer mais informações sobre o manejo ideal a ser
82 aplicado nas espécies nativas, que servirá de base para se formar protocolos eficientes de
83 produção para determinação da qualidade de mudas florestais nativas.

84 Portanto os objetivos deste trabalho foram: a) analisar os efeitos do manejo hídrico (lâmina
85 bruta e frequência de irrigação) no desenvolvimento e qualidade das mudas de *Hymenaea*
86 *courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee & Langenh; b) determinar o manejo hídrico mais
87 adequado do ponto de vista de qualidade e eficiência do recurso hídrico.

88 MATERIAL E MÉTODOS

89 O experimento foi desenvolvido no Viveiro de mudas localizado nas coordenadas
90 geográficas 22° 51' Latitude Sul e 48° 26' de Longitude oeste com altitude média de 786
91 metros, no município de Botucatu-SP. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da
92 região é do tipo Cfa – clima temperado quente (mesotérmico) úmido e a temperatura média do
93 mês mais quente são superiores a 22° C. A precipitação pluviométrica anual média é de
94 945,15 mm. (Cunha & Martins, 2009). O período do desenvolvimento do experimento foi
95 compreendido entre os meses de Janeiro a Agosto de 2011.

96 A espécie utilizada no estudo foi *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee &
97 Langenh (Jatobá). As estruturas físicas utilizadas no processo de condução dos experimentos
98 foram casa de vegetação (germinação das sementes), casa de sombra (aclimação das mudas)
99 e área a pleno sol com canteiros suspensos tipo mini túnel coberto com cobertura de filme

100 difusor de 150 microns e com bocais de irrigação modelo microaspersores de 108 L h⁻¹ (fase
101 de aplicação dos tratamentos).

102 O substrato utilizado foi o produto comercial denominado Carolina Soil Florestal®,
103 fabricado pela empresa Carolina Soil do Brasil Ltda, composto de turfa *Sphagnum*, casca de
104 arroz e vermiculita. A esse material foi adicionado uma adubação de base com 3kg m⁻³ de
105 Yorim Master S1® (16% P₂O₅, 18% Ca, 7% Mg, 0,1% B, 0,05% Cu, 0,15% Mn, 10% Si e
106 0,55% de Zn). A caracterização física deste substrato, segundo metodologia descrita por Silva
107 (1998), encontra-se na Tabela 1.

108 Tabela 1. Caracterização física do substrato Carolina Soil Florestal®

Macroporos (%)	Microporos (%)	Porosidade Total (%)	Retenção de água (ml 120 cm ⁻³)
27,7	51,0	78,7	61,64

109

110 A água utilizada no experimento foi oriunda da Companhia Paulista de Saneamento Básico
111 do Estado de São Paulo (SABESP) sendo considerada água clorada.

112 Os recipientes utilizados para a produção das mudas foram tubetes cilíndrico-cônicos de
113 polietileno com o volume de 120cm³, com seis estrias internas salientes. Como suportes para
114 os tubetes foram usadas bandejas de polietileno, com 108 células, com preenchimento de 50%
115 de mudas na fase de aplicação dos tratamentos.

116 A semeadura foi realizada no dia 21/01/2011, com sementes escarificadas do lado oposto
117 ao embrião, com o auxílio de lixa nº 36. Logo após a semeadura, as bandejas foram levadas
118 para casa de vegetação, onde permaneceram por 30 dias sem adubação e com irrigação por
119 nebulização sendo o sistema acionado a cada 15 minutos ao longo do dia, permanecendo
120 ativado durante 15 segundos. Em seguida, transferidas para casa de sombra permanecendo por
121 15 dias para aclimação.

122 Com o objetivo de homogeneização do lote, as mudas foram pré-selecionadas com base na
123 altura, distância compreendida entre o colo e a gema apical. Feito isso, as bandejas foram
124 numeradas e levadas para os canteiros tipo mini túneis para a fase de aplicação dos
125 tratamentos, quando as mudas estavam com 45 dias após a semeadura.

126 Antes da instalação do experimento nos mini túneis foi aferida a vazão de todos os bocais
 127 de irrigação utilizando Pluviômetro Eletrônico marca Irriplus modelo P300 e, calculados os
 128 tempos de irrigação de acordo com os dados coletados na aferição de cada válvula.

129 A fertirrigação foi realizada por meio de mangueira com crivo acoplado em sua
 130 extremidade e sistema Venturi. O pH e o EC (dS m^{-1}) da solução foi verificado ao longo do
 131 experimento, ficando na faixa de 5,3-5,5 e 1,8-2,1 respectivamente. Os adubos utilizados na
 132 adubação de crescimento foram: uréia, monoamoniofosfato (MAP) purificado, cloreto de
 133 potássio, nitrato de cálcio e sulfato de magnésio, onde a solução nutritiva continha: 458,3;
 134 175,0; 250,0; 200,0; 52,5 e 75,8 mg L^{-1} de N, P, K, Ca, Mg, S, respectivamente e na adubação
 135 de rustificação, cloreto de potássio na proporção de 350 mg L^{-1} de K_2O . A fertirrigação com a
 136 adubação de crescimento foi aplicada uma vez por semana num período de 30 dias, depois
 137 passou a ser aplicada duas vezes por semana por um período de 66 dias. Após a aplicação da
 138 adubação de crescimento por 96 dias, as mudas foram fertirrigadas com a adubação de
 139 rustificação uma vez por semana durante 30 dias.

140 Os tratamentos aplicados no experimento, correspondem a 3 lâminas brutas (6, 10 e 14
 141 mm) e 2 frequências de irrigação (2 e 4 vezes ao dia), e estão expressos na Tabela 2.

142 Tabela 2. Tratamentos aplicados no experimento

Tratamentos	Lâminas brutas e Frequências diárias de irrigação
Tratamento 1	Lâmina bruta de 6 mm dividida em duas irrigações diárias
Tratamento 2	Lâmina bruta de 6 mm dividida em quatro irrigações diárias
Tratamento 3	Lâmina bruta de 10 mm dividida em duas irrigações diárias
Tratamento 4	Lâmina bruta de 10 mm dividida em quatro irrigações diárias
Tratamento 5	Lâmina bruta de 14 mm dividida em duas irrigações diárias
Tratamento 6	Lâmina bruta de 14 mm dividida em quatro irrigações diárias

143

144 Os horários da irrigação foram pré- estabelecidos de acordo com as maiores temperaturas
 145 do dia, sendo os tratamentos com duas irrigações diárias realizadas as 10:00 e 15:00 horas e
 146 os tratamentos com quatro irrigações diárias as 10:00; 12:00; 14:00 e 16:00 horas.

147 Para avaliar a qualidade das mudas, foram medidos aos 171 dias após a semeadura, a altura
 148 da parte aérea (H), diâmetro de colo (DC), massa seca da parte aérea (MSA), constituído de

149 folhas e caule; massa seca da parte radicular (MSR); massa de matéria seca total (MST) e
150 qualidade do sistema radicular (QR).

151 A altura da parte aérea e o diâmetro de colo foram mensurados com auxílio de uma régua
152 graduada e paquímetro digital respectivamente. A parte aérea foi obtida cortando-se as mudas
153 rente ao substrato, as quais foram embaladas individualmente em sacos de papel. O sistema
154 radicular foi lavado em água corrente e após ligeira secagem ao ar, embalado em sacos de
155 papel. Em seguida, ambos, foram levados à estufa de circulação forçada a 60° C, até a
156 verificação que a massa estava constante. Logo após efetuou-se a pesagem, utilizando uma
157 balança eletrônica, determinando-se assim as massas secas da parte aérea e radicular, e com a
158 somatória das mesmas, a massa seca total.

159 A estruturação das raízes foi avaliada visualmente após a retirada das mudas dos tubetes,
160 sendo utilizada uma escala de valor, conforme segue:

161 Ruim: Sistema radicular desestruturado (inapto para o plantio) e sistema radicular
162 estruturado, porém com certa flexibilidade (apto para plantio, mas exige cuidado no
163 manuseio)

164 Bom: Sistema radicular estruturado (apto para plantio).

165 Ótimo: Sistema radicular estruturado com incidência numerosa de raízes brancas (apto
166 para o plantio).

167 O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial
168 3x2 (3 lâminas brutas e 2 frequências de irrigação, totalizando 6 tratamentos com 8 plantas
169 úteis para cada uma das quatro parcelas. Para detectar o efeito dos diferentes manejos
170 hídricos, os dados foram submetidos à análise de variância, de acordo com o delineamento
171 inteiramente casualizado. Para os efeitos significativos, foram realizados testes de
172 comparação de médias, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

173

174

RESULTADOS E DISCUSSÃO

175 Todas as características morfológicas estudadas para a determinação da qualidade de
176 mudas de *Hymenaea courbaril* apresentaram diferenças estatisticamente significativas
177 (Tabela 3).

178

179 Tabela 3. Características morfológicas de mudas de *Hymenaea courbaril* var. *Stilbocarpa* (Hayne) Y.T.Lee & Langenh aos
 180 171 dias após a semeadura, sob diferentes lâminas brutas e frequências de irrigação

Frequências diárias	Lâminas brutas (mm)		
	6	10	14
	Altura (cm)		
2	31,2 aA	30,9 aA	26,4 bB
4	29,5 bA	26,1 cB	33,0 aA
	CV(%) 8,75		
	Diâmetro de colo (mm)		
2	5,17 aB	4,79 bB	5,02 abB
4	5,66 bA	5,25 cA	6,25 aA
	CV(%) 8,00		
	Relação H/DC		
2	6,19 aA	6,39 aA	5,40 bA
4	5,15 aB	4,94 aB	4,97 aB
	CV(%) 7,53		
	Massa seca aérea (g)		
2	3,39 aB	2,74 bB	3,25 abB
4	4,10 bA	3,42 cA	5,30 aA
	CV(%) 18,40		
	Massa seca radicular (g)		
2	0,83 aA	0,50 bB	0,82 aB
4	0,97 abA	0,82 bA	1,08 aA
	CV(%) 20,45		
	Massa seca total (g)		
2	4,23 aB	3,29 bB	4,07 aB
4	4,97 bA	4,16 cA	6,46 aA
	CV(%) 17,39		

181 Letras iguais minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ao nível de
 182 5% de probabilidade.

183

184 Analisando a variável altura das mudas, observa-se que quando irrigadas na menor
 185 frequência de irrigação (duas vezes ao dia), as lâminas brutas de 6 e 10 mm apresentaram as
 186 maiores médias. Quando as mudas foram submetidas à maior frequência de irrigação (quatro
 187 vezes ao dia), a maior média em altura das mudas foi na lâmina bruta de 14 mm, seguidas das

188 lâminas brutas de 6 e 10 mm, respectivamente. A frequência de irrigação não influenciou os
189 resultados em altura quando irrigadas com lâmina de 6 mm. Já quando as mudas foram
190 irrigadas com lâmina de 10 e 14 mm, as maiores médias em altura, foram nas frequências de 2
191 e 4 vezes ao dia respectivamente. Corroborando com esse trabalho, Nascimento et al., (2011)
192 e Lenhardt et al. (2010) estudando diferente níveis de irrigação em mudas de *Hymenaea*
193 *courbaril* e *Caesalpinia ferrea* respectivamente, constataram maior altura das plantas, quando
194 foram submetidas a maior disponibilidade de água.

195 Na variável diâmetro de colo, a maior média foi encontrada nas mudas que foram
196 submetidas ao manejo hídrico com lâmina bruta de 14 mm divididas em quatro irrigações
197 diárias, diferindo estatisticamente das lâminas brutas de 6 e 10 mm quando irrigadas na
198 mesma frequência. Nas mudas irrigadas com a frequência de duas aplicações diárias, as
199 lâminas de 6 e 14 mm produziram mudas com diâmetro de colo maior, diferindo
200 estatisticamente da lâmina bruta de 10mm. Avaliando o efeito da frequência de irrigação,
201 observa-se que independente da lâmina bruta aplicada, a frequência aplicada quatro vezes ao
202 dia proporcionou mudas com maior diâmetro de colo. Valores de diâmetro de colo
203 semelhantes foram encontrados com a mesma espécie em estudos com diferentes quantidades
204 de água na irrigação com os autores Leles et al. (1998) e Nascimento et al. (2011), onde
205 relatam que o maior diâmetro de colo foram verificados nas mudas que foram submetidas a
206 uma maior quantidade de água. Outros autores que trabalharam com irrigação em mudas
207 como Sabonaro & Gialbiatti (2007) e Pimentel & Guerra (2011), relatam, que o diâmetro de
208 colo foi maior nas mudas onde a demanda hídrica também foi maior.

209 O diâmetro de colo e a altura das mudas são variáveis importantes, que devem ser
210 avaliadas para que se tenha um melhor conhecimento sobre os potenciais das mudas que vão a
211 campo, tentando garantir uma maior sobrevivência e crescimento (SOUZA et al. 2006).

212 A variável altura/diâmetro de colo segundo Campos e Uchida (2002), estudando
213 *Hymenaea courbaril*, é um indicador de qualidade de mudas a serem levadas a campo, uma
214 vez que se espera um equilíbrio no desenvolvimento da planta, sendo que o menor valor da
215 relação H/D indica mudas mais resistentes no campo (Carneiro, 1995). Nesse contexto,
216 verifica-se que o manejo hídrico utilizado no tratamento 6 (lâmina bruta 14 mm dividida em
217 quatro aplicações), foi o que proporcionou as menores médias para a variável, sendo igual
218 estatisticamente aos manejos hídricos dos tratamentos 2 e 4, ou seja, o fator frequência de
219 irrigação, quando aplicado 4 vezes ao dia, proporcionou mudas mais equilibradas quanto ao
220 seu desenvolvimento. Apesar de o manejo hídrico ter influenciado na relação H/D, deve-se

221 ressaltar que as mudas, independente do manejo aplicado, apresentavam um bom equilíbrio.
222 Segundo Birchler et al. (1998) o padrão recomendado da relação H/D para espécies florestais
223 deve ser menor que 10, sendo que em todos os tratamentos desse estudo foram observados
224 valores menores que o citado pelo autor.

225 As mudas submetidas a menor frequência de irrigação apresentaram massa seca da parte
226 aérea (MSA) maiores com as lâminas brutas 6 e 14 mm, sendo semelhantes entre si. Quando
227 irrigadas com maior frequência as mudas com maior MSA foram aquelas produzidas na maior
228 lâmina (14 mm). Independente das lâminas os maiores valores de MSA foram das mudas
229 irrigadas na maior frequência (4 vezes ao dia). Leles et al. (1998), estudando o
230 comportamento de mudas da mesma espécie, produzidas sob diferentes níveis de irrigação,
231 verificaram que as mudas submetidas a quantidade de água menor apresentaram os menores
232 valores de massa seca da parte aérea, tais resultados foram diferentes dos encontrados nesse
233 estudo.

234 Assim como ocorreu na MSA, a massa seca radicular das mudas irrigadas duas vezes ao
235 dia foram maiores e semelhantes na menor e na maior lâmina. Também na frequência de
236 irrigação de 4 vezes ao dia as lâminas não diferiram quanto a MSR, independente da lâmina
237 os maiores valores de MSR foram das mudas irrigadas com maior frequência, embora na
238 menor lâmina não houve diferença entre elas. Nascimento et al. (2011), estudando análise do
239 crescimento de jatobá em diferentes níveis de água no solo, observaram que a medida que a
240 quantidade de água aplicada era menor, os valores da MSR, também foram menores, já para
241 Vidal et al. (1999), estudando o crescimento de lobeira sob diferentes regimes de irrigação,
242 observou que o maior acúmulo de massa seca da raiz, ocorreu em plantas com menor
243 disponibilidade de água devido sua forma de adaptação.

244 Alguns estudos relacionados à eficiência do uso da água, como o de Nascimento et al.
245 (2011) com mudas de *Hymenaea courbaril*, Ismael (2001) com mudas de *Eucalyptus grandis*
246 e Oliveira (2000) avaliando o efeito de níveis de déficit hídrico em mudas de *Annona*
247 *muricata* L. (Graviola), relatam que a produção de massa seca total é linearmente
248 proporcional a quantidade de água aplicada. Os resultados encontrados nos trabalhos citados
249 acima, não foram semelhantes aos encontrados no presente estudo, na medida em que na
250 menor frequência de irrigação, o menor valor da massa seca total foi encontrado na lâmina
251 intermediária. Na frequência maior de irrigação, a lâmina de 14 mm apresentou maiores
252 médias de MST, seguido da lâmina de 6 e 10mm respectivamente.

253 Analisando a variável lâmina bruta de irrigação na qualidade do sistema radicular (Tabela
 254 4), observa-se a lâmina bruta de 6 mm foi a que apresentou a maior porcentagem de mudas
 255 aptas a campo, seguido das lâminas de 14 e 10 mm respectivamente. Vale ressaltar que a
 256 qualidade do sistema radicular no estágio ótimo apresentou uma baixa contribuição para
 257 classificar as mudas aptas ao plantio (8-12,2%).

258 Tabela 4. Qualidade do sistema radicular das mudas de *Hymenaea courbaril* var. *Stilbocarpa* (Hayne) Y.T.Lee & Langenh
 259 aos 171 dias após a semeadura, sob diferentes lâminas brutas de irrigação.

Lâminas de Irrigação (mm)	Qualidade do sistema radicular (%)			
	Ruim	Bom	Ótimo	Apto
6	7,5 b	84,5 a	8,0 a	92,5 a
10	30,0 a	62,5 a	7,5 a	70,0 b
14	12,8 ab	75,0 a	12,2 a	87,2 ab

260 Médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey, a 5 % de
 261 probabilidade.

262 É importante que haja a presença de raízes novas nas mudas, pois isso assegura um
 263 rápido crescimento radicular pós-plantio e adaptação da muda ao ambiente (Gonçalves et al.
 264 2000). Na espécie Jatobá especificamente, a visualização de raízes brancas é de fácil
 265 percepção, porém para algumas espécies classificadas como climáticas, as raízes novas não
 266 apresentam coloração branca, dificultando sua classificação.

267 Para a variável frequência de irrigação não houve diferença estatisticamente
 268 significativa ao nível de 5% de probabilidade no teste de Tukey para a qualidade do sistema
 269 radicular das mudas de jatobá.

270

271

272

CONCLUSÃO

273 O manejo hídrico influenciou no desenvolvimento e qualidade das mudas, sendo que o
 274 manejo aplicado no Tratamento T6 (lâmina bruta de 14 mm dividida em 4 irrigações diárias)
 275 foi o que apresentou os maiores valores médios nos parâmetros altura, diâmetro de colo, e
 276 massas secas aérea, radicular e total.

277 Todavia, considerando a qualidade da muda e a eficiência do recurso água, o Tratamento 2
 278 (lâmina bruta de 6 mm dividida em 2 irrigações diárias) apresentou padrão de qualidade de
 279 mudas semelhante ao Tratamento 6, porém utilizando 42% da água aplicada neste manejo.

LITERATURA CITADA

280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319

- AUGUSTO, D. C. C. et al. Utilização de águas residuárias provenientes do tratamento biológico de esgotos domésticos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill. Ex. maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 745-751, 2007.
- BIRCHER, T. et al. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementacion practica. **Investigacion Agraria**, Madrid, v. 7, n. 1/2, p. 109-121, 1998.
- CABRAL, E. L. et al. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia áurea* (Marsh) Benth. & Hook. F. ex s. Moore submetida a estresse hídrico. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 241- 251, 2004.
- CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, p. 281-288, 2002.
- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1, 1039 p.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, jan./mar. 2009.
- FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de Jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee Et Lang.), Ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Sandl.) e Guaruaia (*Parapiptadenia rígida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 413-423, 2011.
- GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETT, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.
- ISMAEL, J. J. **Efeitos da fertilização nitrogenada e da umidade do substrato na aclimatação e na adaptação no campo de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex Maiden)**. Jaboticabal, 2001. 108 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.
- LEE, Y. T.; LANGENHEIM, J. H. **Systematics of the genus *Hymenaea* (Leguminosae: Caesalpinioideae, Detarieae)**. Berkeley: University of California, 1975. 190 p. (Publication in Botany, 69).
- LELES, P. S. S.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G. Comportamento de mudas de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) e *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr. produzidas sob três regimes de irrigação. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 22, n. 1, p. 11-19, 1998.

- 320 LENHARD, N. R.; SCALON, S. P. Q.; NOVELINO, J. O. Crescimento inicial de mudas de
321 Pau Ferro (*Caesalpinia érrea* MART. Ex Tul. var. *leiostachya* Benth.) sob diferentes
322 regimes hídricos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 870-877, jul/ago. 2010.
- 323 LIMA, A. L. S. et al. Photochemical responses and oxidative stress in two clones of *Coffea*
324 *canephora* under water deficit conditions. **Environmental and Experimental Botany**,
325 New York, v. 47, p. 239-247, 2010.
- 326 LIMA JÚNIOR, E. C. et al. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de
327 plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de
328 sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 1092-1097, 2005.
- 329 LOPES, J. L. W. et al. Efeitos na irrigação, na sobrevivência, transpiração e no teor relativo
330 de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scientia**
331 **Forestalis**, Piracicaba, n. 68, p. 97-106, ago. 2005.
- 332 LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do**
333 **Brasil**. 4. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002, v. 1, 368 p.
- 334 MORAIS, W. W. C.; SUSIN, F.; VIVIAN, M. A. ARAÚJO, M. M. Influência da irrigação no
335 crescimento de mudas de *Schinus terebinthifolius*. **Pesquisa Florestal Brasileira**,
336 Colombo, v. 32, n. 69, p. 23 -28, jan./mar. 2012.
- 337 NASCIMENTO, H. H. C. et al. Análise do crescimento de mudas de jatobá (*Hymenae*
338 *courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n.
339 3, p. 617-626, 2011.
- 340 NOVAES, A. B. et al. Avaliação do potencial de regeneração de raízes de mudas de *Pinus*
341 *taeda* L., produzidas em diferentes tipos de recipientes, e o seu comportamento no campo.
342 **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, nov./dez. 2002.
- 343 OLIVEIRA, D. V. Aspectos do crescimento da gravioleira (*Annona muricata* L.) sob estresse
344 hídrico. 2000. 60 f. **Dissertação** (Mestrado em Botânica)-Universidade Federal Rural de
345 Pernambuco, Recife, 2000.
- 346 PAIVA, H. N.; VITAL, B. R. **Escolha da espécie florestal**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2003. 42
347 p. (Cadernos Didáticos, 93).
- 348 PIMENTEL, J. V. F.; GUERRA, H. O. C. Irrigação, matéria orgânica e cobertura morta na
349 produção de mudas de cumaru (*Amburana cearensis*). **Revista Brasileira de Engenharia**
350 **Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 9, p. 896-902, 2011.
- 351 REIS, E. R. Qualidade de mudas. In: HOPPE, J. M. et al. **Produção de sementes e mudas**
352 **florestais**. Santa Maria, RS: UFRS, 2004. p. 228-246.
- 353 SABONARO, D. Z.; GALBIATTI, J. A. Efeito de níveis de irrigação em substratos para a
354 produção de mudas de ipê-roxo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 74, p. 95-102, jun.
355 2007.
- 356 SILVA, M. R. **Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de**
357 **Eucalyptus grandis Hill ex. Maiden** submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico

- 358 **durante a fase de rustificação.** 1998. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-
359 Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- 360 SOUZA, C. A. M. et al. Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes
361 condições de adubação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, p. 243-249, 2006.
- 362 VIDAL, M. C.; SERAPHIN, E. S.; CÂMARA, H. H. L. L. Crescimento de plântulas de
363 *Solanun lycocarpum* st. Hiln (Lobeira) em casa de vegetação. **Acta Botânica Brasílica**,
364 São Paulo, v. 13, p. 271-274, 1999.

CAPÍTULO IV

TRANSPIRAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA DE MUDAS DE TRÊS ESPÉCIES NATIVAS SOB DIFERENTES MANEJOS HÍDRICOS.

Redigido conforme as normas da revista: IRRIGA

TRANSPIRAÇÃO E SOBREVIVÊNCIA DE MUDAS DE TRÊS ESPÉCIES NATIVAS SOB DIFERENTES MANEJOS HÍDRICOS.

1 RESUMO

O trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do manejo hídrico (lâmina bruta e frequência de irrigação) na transpiração e sobrevivência de mudas de *Inga vera* Willd. Subsp. *affinis* (D.C.) T.D. Penn. (Ingá vera), *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub (Canafístula) e *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee & Langenh (Jatobá). O experimento foi conduzido em um viveiro no município de Botucatu/SP, onde o delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3X2, sendo 3 lâminas brutas (6, 10 e 14 mm) e 2 frequências de irrigação (2 e 4 vezes ao dia). O experimento foi composto por seis tratamentos, sendo cada tratamento com quatro parcelas, cada qual composta por 4 plantas, totalizando 16 plantas por tratamento. Foram realizadas avaliações da transpiração ao longo do dia e sobrevivência das mudas pós-plantio em vasos mantidos sem irrigação. Os resultados mostraram que os valores de transpiração foram decrescentes na seguinte sequência *Peltophorum dubium*, *Inga vera* e *Hymenaea courbaril*. A sobrevivência das mudas de *Inga vera*, *Peltophorum dubium*, *Hymenaea courbaril*, não foi influenciada pelo manejo hídrico aplicado, sendo que também não houve correlação entre transpiração e tempo de sobrevivência das mudas pós-plantio.

Palavras-chave: fisiologia, água na planta, irrigação.

TRANSPIRATION AND SURVIVAL OF SEEDLINGS THREE NATIVE SPECIES UNDER DIFFERENT WATER MANAGERMENTS

2 ABSTRACT

This work aims to analyze the effect of water management (frequencies and irrigation depths) on transpiration and survival of *Inga vera* Willd. Subsp. *affinis* (D.C.) T.D. Penn. , *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub and *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee & Langenh seedlings. The experiment was made at the nursery in Botucatu/SP, where the utilized experimental design was completely randomized at factorial project 3X2 constituted by 3 irrigation depths (6, 10 and 14 mm) and two irrigation frequencies (twice and four times a day). The experiment consisted of six treatments, each treatment with four portions and each one of them consisting of 4 plants, making a total of 16 plants per treatment. Assessments of rates of transpiration through the day and seedlings survival after sowing in pots without irrigation were made. The results showed that the transpiration values were decreasing in the following sequence: *Peltophorum dubium*, *Inga vera* and *Hymenaea courbaril*. The survival of *Inga vera*, *Peltophorum dubium* and *Hymenaea courbaril* seedlings was not influenced by the applied water management and there was no correlation between transpiration and survival time of seedlings after sowing.

Key-words: physiology, water in plant, irrigation

3 INTRODUÇÃO

A água é o principal constituinte das células vegetais (LARCHER, 2004) e sua importância se faz em praticamente todos os processos metabólicos da planta (VIEIRA et al., 2010), sendo afetados direta ou indiretamente mediante o seu suprimento (KRAMER & BOYER, 1995). Ela constitui 80 a 90% do massa verde da maioria das plantas herbáceas e

acima de 50% da massa verde de plantas lenhosas (PAIVA, 2000). Segundo Floss (2008) cerca de 98% da água que é absorvida por uma planta durante o seu ciclo vital é perdida para atmosfera, sendo o fenômeno da transpiração, o grande responsável para que isso ocorra (TAIZ & ZIEGER, 2009; PIMENTEL, 2004).

Esse fenômeno ocorre principalmente nas folhas, através da evaporação da água e sua difusão para a atmosfera, sendo um mecanismo resultante do gradiente de potencial entre a folha e o ar atmosférico (FLOSS, 2008) e uma consequência inevitável da necessidade de assimilar CO₂ atmosférico a ser utilizado na fotossíntese (HSIAO & XU, 2000). Tal perda de água pela planta através da transpiração é importante, uma vez que é um meio de dissipar o excesso de energia solar recebida pelas folhas e assim evitar o excesso de temperatura e dessecação do tecido da planta (REIS & REIS, 1993).

Devido à grande demanda e a crescente pressão para mudas de boa qualidade, é necessário que haja um melhor entendimento sobre a fisiologia do crescimento e das relações hídricas das mudas de espécies florestais (FERREIRA, et al., 1999). Para Novaes et al. (2002), as qualidades fisiológicas podem ser mais importantes que as morfológicas.

O manejo hídrico utilizado dentro dos viveiros florestais pode influenciar diretamente as características morfofisiológicas das mudas, uma vez que na produção vegetal, a falta ou até mesmo o excesso de água afetam no desenvolvimento da planta (REICHARDT & TIMM, 2004), e é nesse contexto, que se faz necessário um melhor entendimento sobre as características fisiológicas de mudas florestais nativas. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do manejo hídrico (lâmina bruta e frequência de irrigação) na transpiração e sobrevivência de mudas de *Inga vera* Willd. Subsp. *affinis* (D.C.) T.D. Penn. (Ingá vera), *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub (Canafístula) e *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Y.T. Lee & Langenh (Jatobá).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante os meses de Janeiro a Setembro de 2011 em um viveiro setorizado no município de Botucatu, SP (22° 51' Latitude Sul e 48° 26' de Longitude oeste) com delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2 (3 lâminas brutas e 2 frequências de irrigação), totalizando 6 tratamentos, conforme tabela 1. Os horários da irrigação foram pré-estabelecidos de acordo com as maiores temperaturas do dia, sendo os tratamentos com duas irrigações diárias realizadas às 10:00 e 15:00 horas e os tratamentos com quatro irrigações diárias às 10:00; 12:00; 14:00 e 16:00 horas.

Tabela 1. Caracterização física do substrato Carolina Soil Florestal®.

Macroporos (%)	Microporos (%)	Porosidade Total (%)	Retenção de água (ml 120 cm ⁻³)
27,7	51,0	78,7	61,64

Inicialmente foram aferidos as vazões de todos os bocais de irrigação (microaspersores de 108L h⁻¹) presentes nos canteiros, usando para isto o Pluviômetro Eletrônico marca Irriplus modelo P300, e feitos os cálculos dos tempos de irrigação necessário para atender cada tratamento.

A instalação do experimento iniciou pelo preparo do substrato, um produto comercial denominado Carolina Soil Florestal®, fabricado pela empresa Carolina Soil do Brasil Ltda., composto de turfa, casca de arroz e vermiculita. A caracterização física deste substrato (Tabela 2) seguiu a metodologia descrita por Silva (1998). A esse substrato foi adicionado uma adubação de base com 3kg m⁻³ de Yorim Master S1® (16% P₂O₅, 18% Ca, 7% Mg, 0,1% B, 0,05% Cu, 0,15% Mn, 10% Si e 0,55% de Zn).

Tabela 2. Tratamentos aplicados no experimento

Tratamentos	Lâminas brutas e Frequências diárias de irrigação
Tratamento 1	Lâmina bruta de 6 mm divididas em duas irrigações diárias
Tratamento 2	Lâmina bruta de 6 mm divididas em quatro irrigações diárias
Tratamento 3	Lâmina bruta de 10 mm divididas em duas irrigações diárias
Tratamento 4	Lâmina bruta de 10 mm divididas em quatro irrigações diárias
Tratamento 5	Lâmina bruta de 14 mm divididas em duas irrigações diárias
Tratamento 6	Lâmina bruta de 14 mm divididas em quatro irrigações diárias

A seguir, os tubetes, de polietileno com volume de 120 cm³, foram preenchidos com substrato e realizada a semeadura. Na sequência as bandejas foram levadas para casa de vegetação, onde permaneceram por 30 dias, sendo, em seguida, transferidas para a casa de sombra, permanecendo por 15 dias para aclimatação.

Ao final desta fase, as mudas foram pré-selecionadas, com base na altura, com o objetivo de homogeneização das parcelas. Cada tratamento foi composto por 4 parcelas de 4 plantas, que após identificadas foram alocadas nos canteiros, tipo mini túneis com cobertura de plástico difusor de 150 micra, para a fase de aplicação dos tratamentos, que durou 156 dias.

Durante este período foram realizadas fertirrigações, sendo semanal, por 30 dias, e duas vezes na semana, por 96 dias. Durante esses 126 dias a solução nutritiva (adubação de crescimento) aplicada foi composta por: 458,3; 175,0; 250,0; 200,0; 52,5 e 75,8 mg L⁻¹ de N, P, K, Ca, Mg, S, respectivamente. Os fertilizantes usados foram: uréia, monoamoniofosfato (MAP) purificado, cloreto de potássio, nitrato de cálcio e sulfato de magnésio. Após esse período, iniciou-se a adubação de rustificação que durou 30 dias. A solução, usando o cloreto de potássio e aplicada duas vezes na semana, continha 350 mg L⁻¹ de K₂O. O pH e o

EC (dS m^{-1}) da solução foi verificado ao longo do experimento, ficando na faixa de 5,5 e 2,1 respectivamente.

Quando as mudas de *Hymenaea courbaril* estavam com 171 dias após a semeadura e as mudas de *Inga vera* e *Peltophorum dubium* estavam com 203 dias após a semeadura iniciou-se as avaliações de transpiração (8 plantas por tratamento por espécie) e realizado o plantio em vasos (8 plantas por tratamento por espécie) para avaliar a sobrevivência das mudas. Os vasos usados foram de polietileno com capacidade de 14 litros e utilizou-se solo de textura média segundo Carvalho et al. (1983). Após o enchimento, os vasos foram alocados numa estufa com cobertura de plástico difusor de 150 micra, submetidos à irrigação até atingir a capacidade de campo e então realizado o plantio das mudas. As avaliações de sobrevivência foram efetuadas diariamente, até a mortalidade total das plantas. O critério adotado contabilizou, a partir da data de plantio, o número de dias que a planta permaneceu viva, para tal, as mesmas foram avaliadas até atingirem o Ponto de Murcha Permanente (PMP).

A avaliação da transpiração foi realizada através do método das pesagens, descrito por Silva (2003), onde inicialmente, as mudas foram irrigadas por subsuperfície até a saturação do substrato (realizado no final da tarde), logo após, os substratos foram submetidos à drenagem e uma vez drenados, os tubetes foram envolvidos por sacos plásticos e amarrados com elástico no colo da muda para não haver perda de água por evaporação.

No início da manhã seguinte (7:00 horas), as mudas foram pesadas e colocadas a pleno sol. As pesagens foram realizadas durante o dia a cada duas horas, sendo a última feita as (07:00 horas) do dia seguinte. Após esta pesagem coletou-se as folhas para medição da área foliar, no equipamento Area Meter, modelo LICOR LI-3000. A diferença entre o peso inicial e final dividido pela área foliar e pelo tempo refletiu na transpiração da muda.

Os dados foram submetidos à análise de variância, de acordo com o delineamento inteiramente casualizado. Para os efeitos significativos, foram realizados testes de comparação de médias, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 *Inga vera*

A transpiração de mudas apresentou interação significativa entre os fatores frequência de irrigação e lâmina bruta (Tabela 3). As mudas submetidas à frequência de irrigação de duas vezes ao dia apresentaram maior transpiração quando irrigadas com a lâmina maior (14 mm), diferenciando das lâminas brutas de 10 e 6 mm que foram iguais estatisticamente. Quando a frequência de irrigação foi maior (quatro vezes ao dia) os valores de transpiração foram semelhantes para todas as lâminas de irrigação. Avaliando o fator frequência de irrigação, observa-se que, com exceção da maior lâmina bruta na qual não houve diferença estatística, a frequência de irrigação maior acarretou em uma maior transpiração das mudas. Demonstrando que nestes tratamentos o estresse hídrico foi menor, pois a muda se adaptou menos a situação de déficit de água, transpirando mais.

Tabela 3. Transpiração média ($\text{mg m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de mudas de *Inga vera*, aos 203 dias após a semeadura, submetidas a diferentes lâminas brutas e frequências de irrigação.

Frequências	Lâminas brutas (mm)		
	6	10	14
2	6,30 bB	6,27 bB	9,92 aA
4	9,51 aA	9,81 aA	10,84 aA

- Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na mesma coluna e minúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Analisando a transpiração ao longo do dia (Figura 1), observam-se três grupos distintos, sendo o grupo 1 formado pelo tratamento L14F4 com os maiores valores de perda de água, o grupo 2 (L10F2 e L6F2) com os menores valores de perda e o grupo 3 (L14F2,

L10F4, L6F4) com valores intermediários. Para Silva et al. (2004), essas pequenas variações na perda de água entre as horas menos e mais quentes do dia provêm de uma resposta mais rápida e eficiente dos estômatos a transpiração. Complementando Chaves et al. (2004), afirma que plantas que reduzem a abertura dos estômatos em situação de déficit hídrico, são mais eficientes quanto o uso da água.

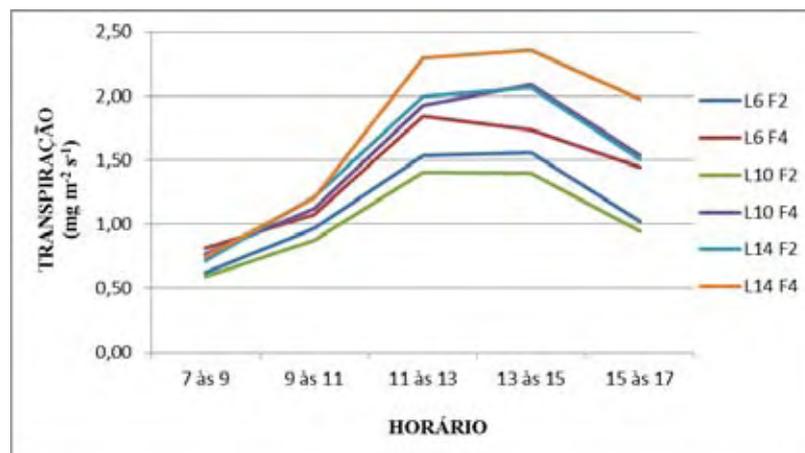


Figura 1. Transpiração ao longo do dia de mudas *Inga vera* aos 203 dias após a semeadura, submetidas a diferentes manejos hídricos.

De acordo com a figura 2-A, observa-se que as mudas de *Inga vera* irrigadas com a lâmina bruta de 14 mm apresentaram uma maior transpiração ao longo do dia em relação as mudas irrigadas com as lâminas brutas de 6 e 10 mm que apresentaram resultados semelhantes. Tal fato pode ser observado por Scalon et al (2011) em mudas de *Guazuma ulmifolia*, onde a transpiração foi maior quando as mudas foram submetidas a um maior fornecimento de água.

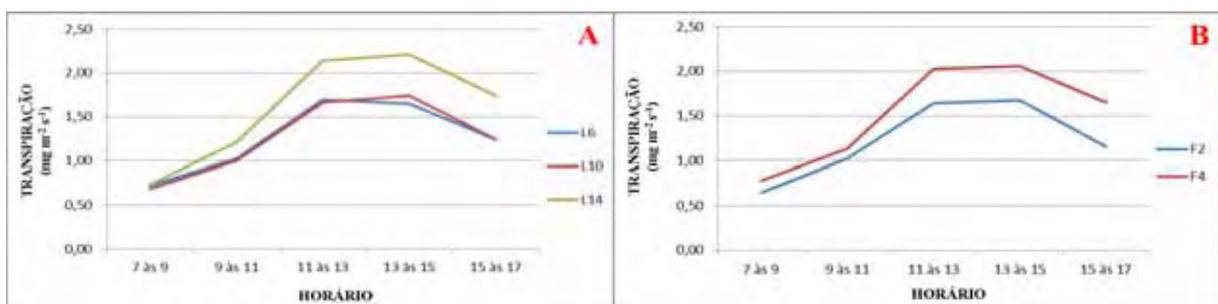


Figura 2. Transpiração de mudas de *Inga vera* aos 203 dias após a semeadura, ao longo do dia em função da lâmina bruta (A) e frequência de irrigação (B).

Com relação a frequência de irrigação (Figura 2-B), observa-se que as mudas submetidas a frequência maior (quatro vezes ao dia) apresentaram uma maior transpiração, principalmente nos períodos com maior demanda evaporativa do ar. Corroborando com o estudo, Garcia (2012) estudando manejo hídrico em qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* vs. *E. urophylla*, também observou uma maior transpiração das mudas submetidas quando a frequência de irrigação foi maior.

A sobrevivência de mudas não foi influenciada pelos fatores testados, lâmina bruta e frequência de irrigação (Tabela 4). Saad et al. (2009) estudando o manejo hídrico em viveiro e uso de hidrogel na sobrevivência pós plantio de *Eucalyptus urograndis* em dois solos diferentes, observaram que os manejos hídricos aplicados às mudas (adaptadas ao estresse hídrico e não adaptadas ao estresse hídrico) não garantiu uma maior sobrevivência nos vasos.

Tabela 4. Dias de sobrevivência das mudas de *Inga vera* plantadas em vasos e mantidas em estufa sem irrigação.

Frequências	Lâminas brutas (mm)		
	6	10	14
2	25 aA	22 aA	25 aA
4	24 aA	25 aA	25 aA

- Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na mesma coluna e minúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

5.2 *Peltophorum dubium*

Para esta espécie, o manejo hídrico (lâmina bruta e frequência de irrigação) não influenciou na transpiração das mudas (Tabela 5), ainda que haja uma tendência das mudas transpirarem mais em função do aumento da lâmina, independente da frequência de irrigação. Corroborando com o estudo, Tatagiba et al. (2008) estudando a relação hídrica e trocas gasosas na seleção de clones de eucaliptos para ambientes com diferenciada disponibilidade

de água no solo, observou que não houve diferença estatística significativa para o parâmetro transpiração.

Tabela 5. Transpiração média ($\text{mg m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de mudas de *Pelthoporum dubium*, aos 203 dias após a semeadura, submetidas a diferentes lâminas brutas e frequências de irrigação.

Frequências	Lâminas brutas (mm)		
	6	10	14
2	10,70 aA	11,30 aA	12,49 aA
4	11,00 aA	11,26 aA	12,12 aA

- Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na mesma coluna e minúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Na figura 3, observa a tendência citada anteriormente, onde o manejo hídrico aplicado nas mudas dos tratamentos L14F2 e L14F4, apresentaram uma maior transpiração, em relação aos demais tratamentos.

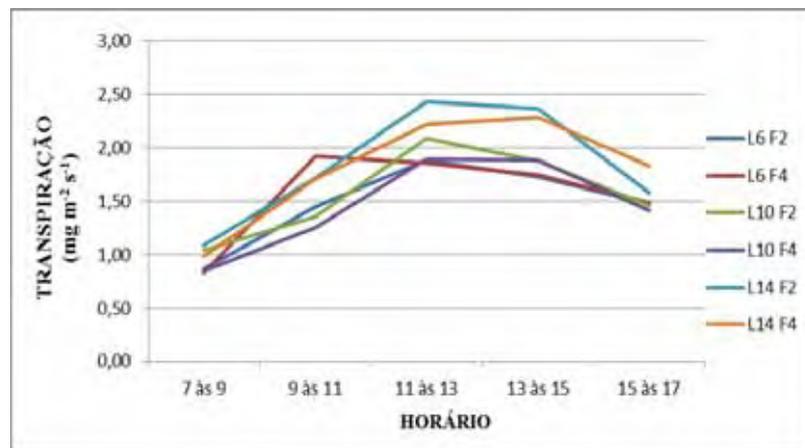


Figura 3. Transpiração ao longo do dia de mudas *Pelthoporum dubium* aos 203 dias após a semeadura, submetidas a diferentes manejos hídricos.

Analisando isoladamente os fatores observa-se na Figura 4-A, que as mudas irrigadas com lâmina bruta de 14 mm, apresentaram uma maior transpiração, em relação as lâminas brutas de 6 e 10 mm, que foram semelhantes entre si. Gonçalves et al. (2009) observou uma maior transpiração de mudas de andiroba, quando a quantidade de água disponibilizada foi maior. A partir do momento que a quantidade de água disponibilizada para o vegetal é abundante, é muito mais vantajoso para a planta investir em uma maior absorção de CO_2

utilizado no processo da fotossíntese, mesmo que acarrete uma grande perda de água pela transpiração

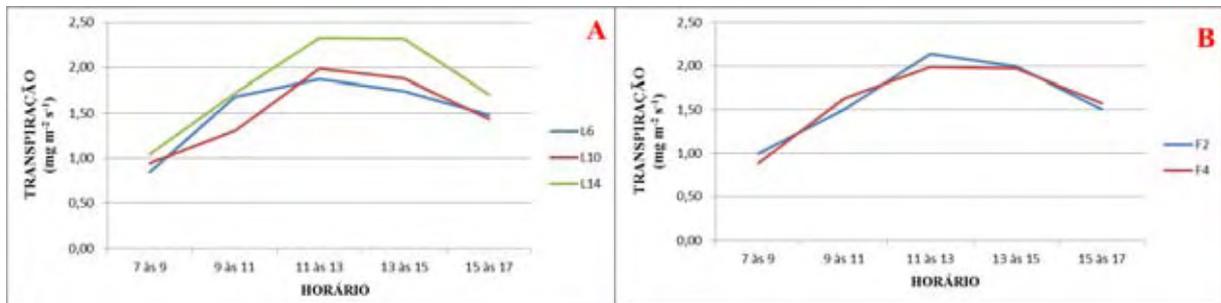


Figura 4. Transpiração de mudas de *Pelthoporum dubium* aos 203 dias após a semeadura, ao longo do dia em função da lâmina bruta (A) e frequência de irrigação (B).

Já, a frequência de irrigação não alterou a perda de água das mudas (Figura 4-B).

O manejo hídrico (lâmina e frequência) também não influenciou a sobrevivência das mudas de *Pelthoporum dubium* após o plantio (Tabela 6).

Tabela 6. Dias de sobrevivência das mudas de *Pelthoporum dubium* plantadas em vasos e mantidas em estufa sem irrigação.

Frequências	Lâminas brutas (mm)		
	6	10	14
2	27 aA	26 aA	29 aA
4	29 aA	27 aA	29 aA

- Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na mesma coluna e minúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

5.3 *Hymenaea courbaril*

Avaliando os dados expostos na Tabela 7, na frequência de irrigação menor (duas vezes ao dia), independentemente da lâmina bruta aplicada, não houve diferença significativa. Nas mudas submetidas a frequência de irrigação maior, pode-se observar que as lâminas de 10 e 14 mm apresentaram os maiores valores de transpiração, enquanto que a lâmina bruta de 6 mm apresentou valores de transpiração menores, sendo portanto mudas mais aclimatadas a

situações de déficit hídrico. Corroborando, Leles et al. (1998) estudando o comportamento de mudas de *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* e *Apuleia leiocarpa* produzidas sob três regimes de irrigação, verificaram uma maior transpiração nas mudas submetidas ao maior fornecimento de água. Para o fator frequência de irrigação, observa-se que na lâmina menor, as mudas transpiraram mais quando foram irrigadas duas vezes ao dia, fato inverso ocorreu nas mudas submetidas as lâminas de 10 e 14 mm, onde a frequência de irrigação de quatro vezes ao dia proporcionou uma maior transpiração das mudas.

Tabela 7. Transpiração média ($\text{mg m}^{-2} \text{s}^{-1}$) de mudas de *Hymenaea courbaril*, aos 171 dias após a semeadura, submetidas a diferentes lâminas brutas e frequências de irrigação.

Frequências	Lâminas brutas (mm)		
	6	10	14
2	3,79 aA	3,74 aB	3,77 aB
4	3,20 bB	4,60 aA	4,28 aA

- Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na mesma coluna e minúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

As mudas do tratamento F14L4 tiveram a maior transpiração, sendo que nos demais tratamentos, as mudas apresentaram valores parecidos de perda de água (Figura 5).

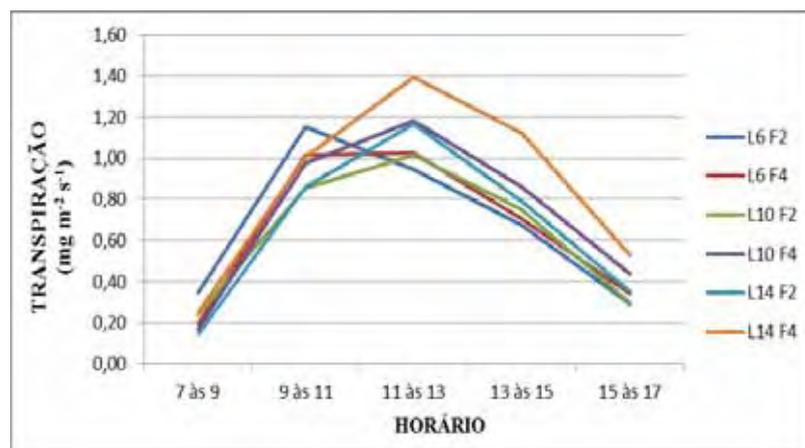


Figura 5. Transpiração ao longo do dia de mudas *Hymenaea courbaril* aos 171 dias após a semeadura, submetidas a diferentes manejos hídricos.

Analisando a Figura 6-A, nota-se que a lâmina bruta de 14 mm foi a que proporcionou as mudas as maiores taxas de transpiração, seguida das lâminas de 10 e 6 mm. A transpiração

das mudas em função da frequência de irrigação (Figura 6-B) foi semelhante entre as duas frequências aplicadas até o período das 9-11 horas, a partir daí, as mudas irrigadas na frequência F4, sofreram uma maior perda de água.

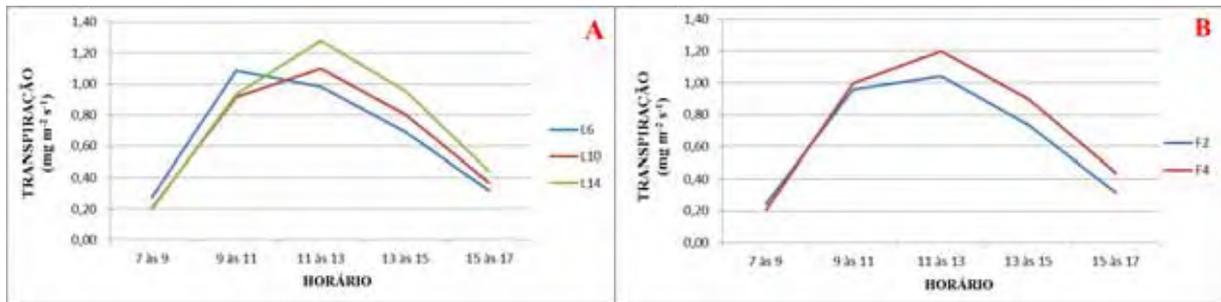


Figura 6. Transpiração de mudas de *Hymenaea courbaril* aos 171 dias após a sementeira, ao longo do dia em função da lâmina bruta (A) e frequência de irrigação (B).

O fato das mudas de jatobá apresentarem menores valores de transpiração em relação as outras espécies está ligado ao fato de ser uma espécie clímax, de crescimento lento (LORENZI, 2002), onde suas folhas apresentam cutícula espessa e altamente cutinizadas com presença de camadas de cera (CARVALHO, 2003). Kozlowski et al. (1991) e Taiz & Zeiger (2004), relatam que o fato das espécies apresentarem cutícula espessa, melhora a eficiência do uso da água, principalmente sobre a transpiração.

Semelhante às demais espécies estudadas, não houve diferença estatística na sobrevivência das mudas de *Hymenaea courbaril* em função do manejo hídrico (Tabela 8).

Tabela 8. Dias de sobrevivência das mudas de *Pelthoporum dubium* plantadas em vasos e mantidas em estufa sem irrigação.

Frequências	Lâminas brutas (mm)		
	6	10	14
2	33 aA	33 aA	33 aA
4	36 aA	36 aA	35aA

- Médias seguidas por letras iguais maiúsculas na mesma coluna e minúsculas na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos no trabalho, pode-se concluir que:

- a) Na espécie *Inga vera*, o manejo hídrico utilizando lâmina bruta de 10 mm dividida em duas irrigações diárias foi o que apresentou mudas mais resistente ao estresse hídrico.
- b) Os manejos hídricos aplicados a espécie *Peltophorum dubium* não influenciaram na perda de água por transpiração.
- c) O manejo hídrico com lâmina bruta de 6 mm dividida em quatro irrigações diárias, aplicado nas mudas de *Hymenaea courbaril* foi o que proporcionou mudas mais resistentes a perda de água por transpiração.
- d) A sobrevivência das mudas de *Inga vera*, *Peltophorum dubium*, *Hymenaea courbaril* não foi influenciada pelo manejo hídrico aplicado.
- e) Não houve correlação entre transpiração e tempo de sobrevivência das mudas pós-plantio.
- f) Os valores de transpiração foram decrescentes na seguinte seqüência *Peltophorum dubium*, *Inga vera* e *Hymenaea courbaril*.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1, 1039 p.
- CARVALHO, W. A.; ESPÍNDOLA, C. R.; PACCOLA, A. A. **Levantamento de solos da Fazenda Lageado – Estação Experimental “Presidente Médici”**. Botucatu: UNESP, 1983. 95 p. (Boletim Técnico, 1).
- CHAVES, J. H. et al. Seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com disponibilidade diferenciada de água no solo: relações hídricas de plantas em tubetes. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 3, p. 333-341, 2004.
- CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, jan./mar. 2009.
- FERREIRA, C. A. G.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, L. R. de. Relações hídricas em mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook, em tubetes, aclimatadas por tratamentos hídricos. **Revista Cerne**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 95-104, 1999.
- FLOSS, E. L. **Fisiologia de plantas cultivadas**: o estudo do que está por traz do que se vê. 4. ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2008. 733 p.
- GARCIA, R. D. **Qualidade de mudas clonais de dois híbridos de eucalipto em função do manejo hídrico**. 2012. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

GONÇALVES, J. F. C.; SILVA, C. E. M.; GUIMARÃES, D. G. Fotossíntese e potencial hídrico foliar de plantas jovens de andiroba submetidas a deficiência hídrica e a reidratação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 1, p. 8-14, jan. 2009.

HSIAO, T. C.; XU, L. K. Sensitivity of growth of roots versus leaves to water stress: biophysical analysis and relation to water transport. **Journal of Experimental Botany**, Davis, Califórnia, n. 51, p. 1595-1616, 2000.

KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S. G. **The physiological ecology of woody plants**. New York: Academic Press, 1991. 657 p.

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. Functions and properties of water. In: _____. **Water relations of plants and soils**. San Diego: Academic Press, 1995. chap. 2, p. 16-41. 1995.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004. 531 p.

LELES, P. S. S.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G. Comportamento de mudas de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) e *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr. produzidas sob três regimes de irrigação. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 22, n. 1, p. 11-19, 1998.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002, v. 1, 368 p.

PAIVA, R. **Textos acadêmicos: fisiologia de plantas ornamentais**. Lavras. Ed: UFLA, 2000. 88 p.

PIMENTEL, C. **A relação da água com a planta**. Seropédica: Edur, 2004. 354 p.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C.; **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Manole, 2004. 478 p.

REIS, G. G.; REIS, M. G. F. Competição por luz, água e nutrientes em povoamentos florestais. In: **Simpósio Brasileiro de Pesquisa Florestal, 1**, 1993, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, p. 161-172, 1993.

SAAD, J. C. C.; LOPES, J. L.; W. SANTOS, T. A. Manejo hídrico em viveiro e uso de hidrogel na sobrevivência pós-plantio de *Eucalyptus urograndis* em dois solos diferentes. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 404-411, jul./set. 2009.

SCALON, S. P. Q. et al. Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de Mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 655-662, out./dez. 2011.

SILVA, M. R. **Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de Eucalyptus grandis Hill ex. Maiden submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação**. 1998. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

SILVA, M. R. da. **Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio na qualidade de mudas de Eucalyptus grandis W. (Hill ex. Maiden)**. 2003. 100 f. Tese (Doutorado em

Agronomia/Irrigação e Drenagem)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

SILVA, M. R.; KLAR, A. E.; PASSOS, J. R. Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio nas características de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex Maiden). **Irriga**, Botucatu, v. 9, n. 1, p. 31-40, jan./abr. 2004.

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

TATAGIBA, S. D; PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, E. F. Relações hídricas e trocas gasosas na seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com diferenciada disponibilidade de água no solo. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 2, p.387-400, abr./jun. 2008.

VIEIRA, E. L. et al. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luis: EDUFMA, 2010. 230 p.

3. CONCLUSÃO

a) O manejo hídrico influenciou na qualidade das mudas das três espécies estudadas, sendo que a partir da classificação ecológica de cada espécie, é necessário um manejo hídrico específico para se produzir mudas de boa qualidade.

b) Para as espécies *Inga vera* e *Peltophorum dubium*, classificadas como de crescimento rápido, o manejo hídrico que proporcionaram mudas com melhor qualidade foi o que forneceu lâmina bruta de 10 mm divididas em duas irrigações diárias. Essas duas espécies, podem fazer parte de um mesmo grupo de mudas dentro do viveiro quando se pensa na quantidade de água a ser fornecida para a planta, uma vez que o manejo hídrico ideal para produzir mudas com boa qualidade é o mesmo.

c) Analisando a eficiência do recurso água e qualidade das mudas, para a espécie *Hymenaea courbaril*, classificada como de crescimento lento, o manejo hídrico ideal foi o que forneceu a menor lâmina bruta com a maior frequência de irrigação (L6F4).

d) Os valores de transpiração decresceram entre as espécies na seguinte ordem: *Peltophorum dubium*, *Inga vera* e *Hymenaea courbaril*.

e) A sobrevivência das mudas de *Inga vera*, *Peltophorum dubium* e *Hymenaea courbaril* não foi influenciada pelo manejo hídrico aplicado.

f) Não houve correlação entre transpiração e tempo de sobrevivência das mudas pós-plantio.

4. REFERÊNCIAS

ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2004. 442 p.

AUGUSTO, D. C. C. et al. Utilização de águas residuárias provenientes do tratamento biológico de esgotos domésticos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill. Ex. maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 4, p. 745-751, 2007.

BARBEDO, C. J.; BILIA, D. A. C. Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de *Inga uruguensis* Hook. & Arn. em função da remoção de sarcotesta. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 7, p. 54-56, 1997.

BARBOSA, Z.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L. A. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de gravioleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 519-522, dez. 2003.

BIRCHER, T. et al. La planta ideal: revision del concepto, parametros definitorios e implementacion practica. **Investigacion Agraria**, Madrid, v. 7, n. 1/2, p. 109-121, 1998.

BOTELHO, M. N. **Características morfo-anatômicas, fisiológicas e atividade da redutase do nitrato em plantas jovens de ingá (*Inga vera* Wild), virola (*Virola surinaminensis* (Rol. Warb.) e seringueira (*Hevea brasiliensis* (Muell.) Arg.) submetidas a diferentes níveis e tempos de inundação**. 1996. 49p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.

CABRAL, E. L. et al. Crescimento de plantas jovens de *Tabebuia aurea* (Marsh) Benth. & Hook. f. ex s. Moore submetida a estresse hídrico. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 241- 251, 2004.

CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, p. 281-288, 2002.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. Colombo: Embrapa Florestas, 2008. v. 3, 593 p.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1, 1039 p.

CARVALHO, W. A.; ESPÍNDOLA, C. R.; PACCOLA, A. A. **Levantamento de solos da Fazenda Lageado – Estação Experimental “Presidente Médici”**. Botucatu: UNESP, 1983. 95 p. (Boletim Técnico, 1).

CASTELLEN, M. S. **Avaliação do estado de conservação de populações naturais de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) por meio de análises de estrutura genética e autocorrelação espacial**. 2005. 104 f. Tese (Doutorado em Ecologia de Agrossistemas) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

CHAVES, A. S.; PAIVA, H. N. Influencia de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 22-29, jun. 2004.

CHAVES, J. H. et al. Seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com disponibilidade diferenciada de água no solo: relações hídricas de plantas em tubetes. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 3, p. 333-341, 2004.

COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO. **Manual de produção de mudas de essências florestais nativas**. São Paulo, 2000. 55 p. (Série Divulgação e Informação, 244).

CUNHA, A. R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n. 1, p. 1-11, jan./mar. 2009.

DIAS, E. S. et al. **Produção de mudas de espécies florestais nativas: manual**. Campo Grande: Ed. UFMS, 2006. 59 p.

DURIGAN, G. et al. **Sementes e mudas de árvores tropicais**. São Paulo: Páginas e Letras, 1997. 65 p.

FERRAZ, A. V.; ENGEL, V. L. Efeito do tamanho de tubetes na qualidade de mudas de Jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee Et Lang.), Ipê-amarelo (*Tabebuia chrysotricha* (Mart. Ex DC.) Sandl.) e Guaruaia (*Parapiptadenia rígida* (Benth.) Brenan). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 413-423, 2011.

FERREIRA, C. A. G.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, L. R. de. Relações hídricas em mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook, em tubetes, aclimatadas por tratamentos hídricos. **Revista Cerne**, Lavras, v. 5, n. 2, p. 95-104, 1999.

FIGUEIRÔA, J. M.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. Crescimento inicial de plantas jovens de *Myracrodruon urundeuva* Allemão (Anacardiaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 573-580, 2004.

FLOSS, E. L. **Fisiologia de plantas cultivadas**: o estudo do que está por traz do que se vê. 4. ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2008. 733 p.

FONSECA, E. P. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sobre diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FREITAG, A. S. **Frequências de Irrigação para *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii* em viveiro**. Santa Maria, 2007. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

GARCIA, R. D. **Qualidade de mudas clonais de dois híbridos de eucalipto em função do manejo hídrico**. 2012. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

GOMES, J. L.; PAIVA, H. N.; COUTO, L. Produção de mudas de eucalipto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 185, p. 15-22, 1996.

GOMES, J. M. et al. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

GONÇALVES, J. F. C.; SILVA, C. E. M.; GUIMARÃES, D. G. Fotossíntese e potencial hídrico foliar de plantas jovens de andiroba submetidas a deficiência hídrica e a reidratação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 1, p. 8-14, jan. 2009.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETT, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 309-350.

GRUBER, Y. B. G. **Otimização da lâmina de irrigação na produção de mudas clonais de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* var. *plathyphylla*)**. 2006. 144 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

HSIAO, T. C.; XU, L. K. Sensitivity of growth of roots versus leaves to water stress: biophysical analysis and relation to water transport. **Journal of Experimental Botany**, Davis, Califórnia, n. 51, p. 1595-1616, 2000.

INOUE, M. T.; RIBEIRO, F. A. Fotossíntese e transpiração de clones de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, p. 15-20, 1988.

ISMAEL, J. J. **Efeitos da fertilização nitrogenada e da umidade do substrato na aclimação e na adaptação no campo de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex Maiden)**. Jaboticabal, 2001. 108 f. Tese (Doutorado em Agronomia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

KLAR, A. E. **Irrigação: frequência e quantidade de aplicação**. São Paulo: Nobel, 1991. 156 p.

KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S. G. **The physiological ecology of woody plants**. New York: Academic Press, 1991. 657 p.

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. Functions and properties of water. In: _____. **Water relations of plants and soils**. San Diego: Academic Press, 1995. chap. 2, p. 16-41. 1995.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima Artes e Textos, 2004. 531 p.

LEE, Y. T.; LANGENHEIM, J. H. **Systematics of the genus *Hymenaea* (Leguminosae: Caesalpinioideae, Detarieae)**. Berkeley: University of California, 1975. 190 p. (Publication in Botany, 69).

LELES, P. S. S.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G. Comportamento de mudas de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) e *Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr. produzidas sob três regimes de irrigação. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 22, n. 1, p. 11-19, 1998.

LENHARD, N. R.; SCALON, S. P. Q.; NOVELINO, J. O. Crescimento inicial de mudas de Pau Ferro (*Caesalpinia érrea* MART. Ex Tul. var. *leiostachya* Benth.) sob diferentes regimes hídricos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 870-877, jul/ago. 2010.

LIMA, A. L. S. et al. Photochemical responses and oxidative stress in two clones of *Coffea canephora* under water deficit conditions. **Environmental and Experimental Botany**, New York, v. 47, p. 239-247, 2010.

LIMA JÚNIOR, E. C. et al. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 1092-1097, 2005.

LOPES, J. L. W. **Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação**. 2004. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Irrigação e Drenagem)-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

- LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 31, n. 5, p. 835-843, 2007.
- LOPES, J. L. W. et al. Efeitos na irrigação, na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 68, p. 97-106, ago. 2005.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002, v. 1, 368 p.
- LOUREIRO, A. A.; SILVA M. F.; ALENCAR, J. C. **Essências madeireiras da Amazônia**. Manaus: CNPq/INPA, 1979. v. 1, 245 p.
- MACHADO, J. W. B.; ALENCAR, F. O. C. C.; RODRIGUES, M. G. R. **Árvores de Brasília**. Brasília, DF: GDF; Secretaria de Obras e Serviços Públicos, 1992.
- MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2005. 451p.
- MARTINS, M. O. et al. Crescimento de plantas de nim-indiano (*Azadirachta indica* A. Juss. – Meliaceae) sob diferentes regimes hídricos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 34, n. 5, p. 771-779, 2010.
- MAUMONT, S. Seed-coat anatomy of the non-pleorogamic seeds in the tribe Ingae (Leguminosae, Mimosoideae). **Brittonia**, New York, v. 45, p. 249-259, 1993.
- MCDONALD, S. E.; RUNNING, S. W. Monitoring irrigation in western forest tree nurseries. In: LANDIS, T. D. et al. **Seedling nutrition and irrigation: the container tree nursery manual**. Washington, DC: USDA Forest Service, 1988. v. 4, p. 1-8. (Handbook, 674).
- MILNER, J. Manejo de irrigação e fertirrigação em substratos. In: FURLANI, A. M. C.; BATAGLIA, O. C.; ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; FURLANI, P. R.; QUAGGIO, J. A.; MINAMI, K. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Campinas: IAC, 2002. p. 45-52. (Documentos, 70).
- MINAMI, K. **Produção de mudas de alta qualidade**. São Paulo: T. A. Queiroz, 1995. 135 p.
- MORAIS, W. W. C.; SUSIN, F.; VIVIAN, M. A. ARAÚJO, M. M. Influência da irrigação no crescimento de mudas de *Schinus terebinthifolius*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 32, n. 69, p. 23 -28, jan./mar. 2012.
- NASCIMENTO, H. H. C. et al. Análise do crescimento de mudas de jatobá (*Hymenae courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 35, n. 3, p. 617-626, 2011.

NOVAES, A. B. et al. Avaliação do potencial de regeneração de raízes de mudas de *Pinus taeda* L., produzidas em diferentes tipos de recipientes, e o seu comportamento no campo. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n. 6, nov./dez. 2002.

OLIVEIRA, D. V. Aspectos do crescimento da gravioleira (*Annona muricata* L.) sob estresse hídrico. 2000. 60 f. **Dissertação** (Mestrado em Botânica)-Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2000.

PAIVA, H. N.; VITAL, B. R. **Escolha da espécie florestal**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2003. 42 p. (Cadernos Didáticos, 93).

PAIVA, R. **Textos acadêmicos: fisiologia de plantas ornamentais**. Lavras. Ed: UFLA, 2000. 88 p.

PIMENTEL, C. **A relação da água com a planta**. Seropédica: Edur, 2004. 354 p.

PIMENTEL, J. V. F.; GUERRA, H. O. C. Irrigação, matéria orgânica e cobertura morta na produção de mudas de cumaru (*Amburana cearensis*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 9, p. 896-902, 2011.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C.; **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. Barueri: Manole, 2004. 478 p.

REIS, E. R. Qualidade de mudas. In: HOPPE, J. M. et al. **Produção de sementes e mudas florestais**. Santa Maria, RS: UFRS, 2004. p. 228-246.

REIS, G. G. dos; REIS, M. das G. F. Fisiologia da brotação de eucalipto com ênfase nas suas relações hídricas. **IPEF: Série Técnica**, Piracicaba, v. 11, n. 30, p. 9-22, mai. 1997.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira de Santa Catarina**. Porto Alegre: SUDESUL, 1988. 525 p.

RUBIRA, J. L. P.; BUENO, L. O. **Cultivo de plantas forestales em contenedor**. Madrid: Ministério da Agricultura, Pesca y Alimentación. 1996. 189 p.

SAAD, J. C. C.; LOPES, J. L.; W. SANTOS, T. A. Manejo hídrico em viveiro e uso de hidrogel na sobrevivência pós-plantio de *Eucalyptus urograndis* em dois solos diferentes. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 404-411, jul./set. 2009.

SABONARO, D. Z.; GALBIATTI, J. A. Efeito de níveis de irrigação em substratos para a produção de mudas de ipê-roxo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 74, p. 95-102, jun. 2007.

SALOMÃO, L. C. et al. **Manejo da irrigação: um guia para o uso racional da água**. Botucatu: FEPAF, 2009. 134 p.

SALVADOR, J. L. G. **Considerações sobre as matas ciliares e a implantação de reflorestamentos mistos nas margens de rios e reservatórios.** São Paulo: CESP, 1989. 15 p. (Série Divulgação e Informação, 105).

SANTIAGO, A. M. P.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; LOPES, E. C. Crescimento de plantas jovens de *Mimosa caesalpinifolia* Benth cultivada sob estresse hídrico. **Revista Ecosistema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 26, n. 1, 2002.

SASSE, J.; SANDS, R. Comparative responses of cuttings and seedlings of *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus globulus* to water stress. **Tree Physiology**, Victoria, Canadá, v. 16, p. 287-294, 1996.

SCALON, S. P. Q. et al. Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de Mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 4, p. 655-662, out./dez. 2011.

SILVA, J. M. S. **Crescimento de mudas de *Pinus oocarpa* Schiede em diferentes condições hídricas e de adubação.** 2007. 93 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

SILVA, M. R. **Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação.** 1998. 105 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

SILVA, M. R. da. **Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio na qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden).** 2003. 100 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Irrigação e Drenagem)-Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

SILVA, M. R.; KLAR, A. E.; PASSOS, J. R. Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio nas características de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex Maiden). **Irriga**, Botucatu, v. 9, n. 1, p. 31-40, jan./abr. 2004.

SILVA, S. R. S. et al. Efeito do estresse hídrico sobre características de crescimento e produção de óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p. 1363-1368, nov./dez. 2002.

SOUZA, C. A. M. et al. Desenvolvimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, p. 243-249, 2006.

STURION, J. A.; ANTUNES, B. M. A. Produção de mudas de espécies florestais. In: GALVÃO, A. P. M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais.** Colombo: Embrapa, 2000. p. 125-150.

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

TATAGIBA, S. D.; PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, E. F. Relações hídricas e trocas gasosas na seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com diferenciada disponibilidade de água no solo. **Floresta**, Curitiba, v. 38, n. 2, p.387-400, abr./jun. 2008.

VENTURIN, N. et al. Adubação mineral do Angico-Amarelo (*Peltophorum dubium* (SPRENG.)TAUB.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 3, p. 441-448, mar. 1999.

VIDAL, M. C.; SERAPHIN, E. S.; CÂMARA, H. H. L. L. Crescimento de plântulas de *Solanun lycocarpum* st. Hiln (Lobeira) em casa de vegetação. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 13, p. 271-274, 1999.

VIEIRA, E. L. et al. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luis: EDUFMA, 2010. 230 p.

WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2002. 166 p.

WINTER, B.; VIPOND, S. **Irrigação: projeto e prática**. São Paulo: EPU, 1977. p. 77-111.

5. ANEXOS

5.1 Registro fotográfico



Figura 1. Sementes de *Inga vera*



Figura 3. Sementes de *Peltophorum dubium*.



Figura 2. Sementes de *Hymenaea courbaril*.



Figura 4. Homogeneização de substrato Carolina Soil do Brasil® e Yorim Master S®. em betoneira.



Figura 5. Pluviômetro eletrônico utilizado na aferição dos bocais de irrigação dentro dos túneis de aplicação das lâminas brutas e frequências de irrigação.



Figura 6. Casa de vegetação: germinação das espécies



Figura 7. Mini túnel coberto por plástico difusor (fase de aplicação dos tratamentos), Viveiro do Departamento de Recursos Naturais UNESP/Botucatu.



Figura 9. Mudanças de *Inga vera* com os tubetes vedados com saco plástico para realização das pesagens na avaliação de transpiração.



Figura 8. Avaliação da altura de mudas de *Hymenaea courbaril*



Figura 10. Mudanças de *Hymenaea courbaril* em estufa sem irrigações plantadas em vasos com solo,, simulando situação de campo para avaliação de mortalidade.