

QUALIDADE MORFOLÓGICA DE MUDAS DE INGÁ SOB DIFERENTES MANEJOS HÍDRICOS

LUIZ GUSTAVO MARTINELLI DELGADO¹; RICHARDSON BARBOSA GOMES DA SILVA² E MAGALI RIBEIRO DA SILVA¹

¹Departamento de Ciência Florestal, Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP - Universidade Estadual Paulista, Campus Botucatu, SP. CP 237, CEP 18610-307. E-mails: lgmdelgado@hotmail.com; magaliribeiro@fca.unesp.br

²Faculdade Orígenes Lessa, ALEC – Associação Lençoesense de Educação e Cultura, Lençóis Paulista, SP. Rod. Osni Matheus, km 108. E-mail: richardsonunesp@gmail.com

1 RESUMO

A melhoria no processo de produção de mudas florestais nativas se faz necessária devido ao aumento em sua procura, não só em quantidade, mas também em qualidade. O manejo hídrico, na maioria das vezes, é feito de forma empírica, resultando em produtividade aquém do potencial genético, além do favorecimento de doenças, desperdício de água, energia e nutrientes. O presente estudo teve por objetivos analisar os efeitos das lâminas e frequências de irrigação sobre o desenvolvimento e a qualidade das mudas de *Inga vera*, bem como determinar o manejo hídrico mais adequado do ponto de vista da eficiência do recurso hídrico. O experimento foi conduzido em viveiro localizado nas coordenadas 22° 51' latitude S e 48° 26' longitude O. O delineamento estatístico adotado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (3x2), constituído dos seguintes fatores: três lâminas (6, 10 e 14 mm) e duas frequências de irrigação (2 e 4 vezes ao dia). Cada tratamento foi constituído por 4 parcelas, compostas por 8 mudas úteis cada, totalizando 32 mudas por tratamento. Foram avaliadas as seguintes variáveis morfológicas: altura, diâmetro do colo, relação entre a altura e o diâmetro de colo, massa seca da parte aérea, radicular e total e qualidade do sistema radicular. O manejo hídrico utilizando a lâmina de 10 mm, dividida na frequência de irrigação duas vezes ao dia, produz maior desenvolvimento e qualidade nas mudas de *Inga vera*, além de utilizar, comparada à lâmina 14 mm, 29% menos água.

Palavras - chave: viveiro, água na planta, irrigação

DELGADO, L. G. M.; SILVA, R. B. G. DA E SILVA, M. R. DA
MORPHOLOGICAL QUALITY OF *Inga vera* SEEDLINGS UNDER DIFFERENT
WATER MANagements

2 ABSTRACT

The improvement in the production process of native forest seedlings is necessary due to the increase in their demand, not only in quantity, but also in quality. Water management is most often done empirically, resulting in productivity below the genetic potential, as well as favoring diseases and waste of water, energy and nutrients. This study aimed to analyze the effects of irrigation depths and frequencies on the development and quality of *Inga vera* seedlings and

Recebido em 19/11/2014 e aprovado para publicação em 15/11/2017

DOI: <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2017v22n3p420-429>

determine the most appropriate water management from the point of view of water resource efficiency. The experiment was conducted in a nursery in geographic coordinates 22° 51' S and 48° 26' W. The statistical design was factorial (3x2), completely randomized, and constituted by the following agents: three irrigation depths (6, 10 and 14 mm) and two irrigation frequencies (twice and four times a day). Each treatment had four replicates (trays), each one of them consisting of 8 useful seedlings, totaling 32 plants per treatment. The variable seedlings analyzed were the following: height, stem diameter; relation between height and stem diameter, shoot, root and total dry mass, and root system quality. The water management using the 10 mm irrigation depth, split two times a day, produces greater development and quality in the *Inga vera* seedlings, in addition using 29% less water compared to the 14 mm irrigation depth.

Keywords: nursery, water in plant, irrigation

3 INTRODUÇÃO

A melhoria no processo de produção de mudas florestais nativas se faz necessária devido ao aumento em sua procura, não só em quantidade, mas 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 preservação (SCALON et al., 2011).

Dentre as espécies nativas recomendadas para plantios mistos em áreas de matas ciliares degradadas, adaptada a solos úmidos, têm-se a espécie pioneira *Inga vera* Willd. Subsp. *affinis* (DC.) T. D. Penn., popularmente conhecida como Ingá do Brejo, Ingá Banana, Ingá Quatro Quinas, Ingazeiro, que ocorre principalmente na Floresta Pluvial Atlântica e pertence à família Fabaceae subfamília Mimosoideae, da tribo Ingae (MAUMONT, 1993; BOTELHO, 1996; CARVALHO, 2008).

Bons povoamentos florestais são resultantes de manejos adequados na implantação e condução da floresta. Nesse sentido, destaca-se a utilização de mudas de boa qualidade, onde os viveiros florestais têm como missão produzir mudas para responder às exigências quanto à sobrevivência e ao desenvolvimento no campo, de forma positiva nas adversidades encontradas pós-plantio. Porém, a qualidade de mudas 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).

As variáveis morfológicas são atributos determinados física ou visualmente, sendo as mais utilizadas para determinar o padrão de qualidade de mudas a partir das características externas da planta, permitindo compreensão mais intuitiva por parte dos viveiristas e consumidores (GOMES et al., 2002). As práticas de manejo adotadas no viveiro podem afetar diretamente na qualidade da muda (FONSECA et al., 2002).

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, além do favorecimento de doenças, desperdício de água, energia e nutrientes (GRUBER, 2006). Dessa forma, o conhecimento na fase de formação e desenvolvimento das mudas é tão importante quanto todos os outros fatores de produção mais estudados ao longo dos anos, como adubação, sombreamento, substratos, embalagens, entre outros, haja vista que a quantidade de água afeta diretamente o desenvolvimento das plantas (NOVAES et al., 2002).

Segundo Lopes et al. (2005), a água é 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 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. Nesse contexto, este trabalho teve por objetivos analisar os efeitos das lâminas e frequências de irrigação no desenvolvimento e qualidade das mudas de *Inga vera* Willd. Subsp. *affinis* (DC.) T.D. Penn., bem como determinar o manejo hídrico mais adequado do ponto de vista da eficiência do recurso hídrico.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em viveiro de mudas pertencente à Universidade Estadual Paulista, no município de Botucatu, Estado de São Paulo, localizado nas coordenadas geográficas 22° 51' latitude S e 48° 26' longitude O. 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 é superior a 22° C. A precipitação pluviométrica anual média é de 945,15 mm (CUNHA; MARTINS, 2009). O período do experimento foi compreendido entre os meses de janeiro a setembro de 2011.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2 (3 lâminas e 2 frequências de irrigação), totalizando 6 tratamentos (Tabela 1) com 8 plantas úteis para cada uma das quatro parcelas.

Tabela 1. Tratamentos aplicados no experimento

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

As estruturas físicas utilizadas no processo de condução do experimento foram: casa de vegetação (germinação das sementes), casa de sombra (aclimação das mudas) e área a pleno sol com canteiros suspensos, do tipo mini túnel, cobertos com plástico difusor de 150 microm e com bocais de irrigação do tipo microaspersores de 108 L 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 do experimento foi o produto comercial Carolina Soil Florestal[®], fabricado pela empresa Carolina Soil do Brasil Ltda, composto de turfa *Sphagnum*, casca de arroz e vermiculita. Em sua 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 análise física do substrato determinou a porosidade total, a macroporosidade, a microporosidade e a retenção de água (Tabela 2), conforme metodologia descrita por Silva (1998).

Tabela 2. Caracterização física do substrato utilizado no experimento

Macroporos (%)	Microporos (%)	Porosidade Total (%)	Retenção de água (mL tubete ⁻¹)
27,7	51,0	78,7	61,6

O preenchimento dos tubetes com substrato foi realizado de forma manual, semeando-se duas sementes de *Inga vera* por tubete. Em seguida, as sementes foram cobertas com fina camada de vermiculita para favorecer o processo de germinação e as bandejas foram transferidas para a casa de vegetação, onde permaneceram por 30 dias. Após esse período, foi realizado desbaste, deixando apenas uma plântula por tubete, sendo as mudas transferidas para a casa de sombra com preenchimento da bandeja de 50%, onde permaneceram por 15 dias para aclimatação.

Anteriormente à instalação do experimento nos túneis, foi aferida a vazão de todos os bocais de irrigação utilizando Pluviômetro Eletrônico da marca Irriplus® modelo P300 e, calculados os tempos de irrigação de cada válvula solenóide. A fase de aplicação dos tratamentos iniciou-se 45 dias após a semeadura.

Os horários da irrigação foram pré-estabelecidos de acordo com as maiores temperaturas do dia, sendo os tratamentos com duas irrigações diárias realizados as 10:00 h da manhã e 15:00 h da tarde e os tratamentos com quatro irrigações diárias as 10:00 h da manhã e 12:00, 14:00 e 16:00 h da tarde. A água clorada utilizada no experimento foi oriunda da Companhia Paulista de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

O manejo da adubação constituiu-se em duas fases, sendo a primeira fase de crescimento, durante 96 dias, aplicada quinzenalmente via fertirrigação, com a lâmina de 3 mm de solução nutritiva contendo, em mg L⁻¹, 458; 175; 250; 200; 53 e 76 de N, P, K, Ca, Mg e S, respectivamente. As fontes de adubos utilizados foram ureia, monoamôniofosfato (MAP) purificado, cloreto de potássio, nitrato de cálcio e sulfato de magnésio. Na fase de rustificação, foi utilizado o cloreto de potássio e a solução nutritiva continha 290 mg L⁻¹ de K, sendo aplicado semanalmente por mais 30 dias. O pH e a condutividade elétrica da solução foram verificados ao longo do experimento, apresentando-se na faixa de 5,5 e 2,1 dS m⁻¹, respectivamente.

As variáveis morfológicas analisadas no final do ciclo de produção foram altura da parte aérea, diâmetro do colo, relação da altura da parte aérea e o diâmetro do colo (H/D) massas secas da parte aérea, radicular e total e qualidade do sistema radicular.

As massas secas aéreas e radiculares foram obtidas fazendo-se o corte das mudas próximo ao substrato, sendo que para a obtenção da massa seca radicular, as raízes foram lavadas em água corrente sobre peneira; posteriormente, ambos os materiais foram colocados em sacos de papel e levadas à estufa a 70 °C, até atingirem massa constante, quando foram medidas em balança eletrônica de precisão.

A qualidade do sistema radicular foi avaliada visualmente após a retirada das mudas dos tubetes, sendo atribuídos: conceito “ótimo” ao sistema radicular bem estruturado, formado por torrão firme, sem nenhuma flexibilidade e com presença de raízes novas; conceito “bom” ao sistema radicular que apresentava ausência de raízes novas, boa estruturação, mas com alguma flexibilidade, o que exigiria maior cuidado no plantio para não prejudicar o desempenho da muda no campo, razão pela qual ambos foram considerados “aptos” para o plantio e; conceito “ruim” ao sistema radicular que não apresentaram sequer agregação do substrato, consideradas, portanto, inaptas para plantio no campo.

Os dados foram submetidos à análise de variância e nos casos em que houve diferença significativa foi realizado teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O manejo hídrico influenciou no desenvolvimento e na qualidade das mudas de *Inga vera*, sendo que houve interação entre os fatores lâmina e frequência de irrigação em todas as variáveis (Tabela 3).

Tabela 3. Características morfológicas de mudas de *Inga vera*, aos 171 dias após a semeadura, sob diferentes lâminas e frequências de irrigação.

Frequências de irrigação (n° irrigações dia ⁻¹)	Lâminas de irrigação (mm)		
	6	10	14
Altura da parte aérea (cm)			
2	22,5 bA	24,9 aA	21,1 cA
4	17,7 bB	21,7 aB	18,5 bB
CV(%) = 7,6			
Diâmetro do colo (mm)			
2	4,60 bB	5,07 aB	5,08 aA
4	4,84 bA	5,26 aA	4,83 bB
CV(%) = 6,5			
Relação H/D			
2	5,04 aA	4,91 aA	4,28 bA
4	3,70 bB	4,30 aB	3,76 bB
CV(%) = 7,7			
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(%) 15,9			
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(%) = 16,8			
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(%) = 15,4			

Em cada variável, letras iguais minúsculas nas linhas (efeito das lâminas de irrigação) e maiúsculas nas colunas (efeito das frequências de irrigação) não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na variável altura, a lâmina 10 mm, independentemente da frequência de irrigação, proporcionou maiores alturas da parte aérea das mudas. A lâmina 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, Scalon e Novelino (2010) e Figueirôa et al. (2004) em mudas de *Caesalpinia ferrea* e *Myracrodunon urundeuva*, respectivamente, que estudando o crescimento inicial de mudas em diferentes regimes hídricos verificaram que as maiores alturas foram encontradas nas plantas submetidas à maiores volumes de água.

O fato da lâmina maior não ter gerado as maiores alturas da parte aérea pode estar relacionado às maiores lixiviações dos nutrientes nesses tratamentos uma vez que, corroborando com Gonçalves et al. (2000), as espécies classificadas como pioneiras demandam maior quantidade de nutrientes.

Avaliando o efeito da frequência de irrigação, observa-se que, independente da lâmina aplicada, a frequência de irrigação duas vezes ao dia produziu mudas com maiores alturas.

Isso pode estar relacionado ao molhamento do substrato, pois, quando as irrigações foram fracionadas em quatro vezes ao dia, o crescimento em altura foi afetado negativamente, observando-se que apenas a camada superior do substrato foi umedecida.

O diâmetro de colo, assim como a altura, é característica morfológica de fácil aferição e de grande importância, uma vez que está relacionada com possível tombamento da muda no campo (CARNEIRO, 1995). As lâminas de 10 e 14 mm não apresentaram diferença significativa e produziram mudas com diâmetros do colo superiores quando irrigadas na frequência duas vezes ao dia. Quando a frequência de irrigação foi de quatro vezes ao dia, as mudas produzidas na lâmina intermediária (10 mm) atingiram diâmetro do colo maior, não existindo diferença significativa entre as lâminas de 6 e 14 mm.

A frequência de irrigação quatro vezes ao dia apresentou maiores diâmetros do colo nas lâminas 6 e 10 mm. Quando as mudas foram submetidas à frequência de irrigação duas vezes ao dia, o maior de diâmetro de colo foi encontrado nas mudas submetidas à maior lâmina (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; ANTUNES, 2000). Tal relação indica a qualidade de mudas a serem levadas a campo, onde se espera equilíbrio no seu desenvolvimento (CAMPOS; UCHIDA, 2002). A lâmina de irrigação de 14 mm foi a que apresentou menor relação H/D quando as plantas foram submetidas à frequência de irrigação duas vezes ao dia, sendo semelhante à lâmina de 6 mm na frequência de irrigação quatro vezes ao dia. Avaliando o fator frequência de irrigação observa-se que, independentemente da lâmina aplicada, a frequência de irrigação quatro vezes ao dia produziu mudas com menor relação H/D, reflexo da menor altura da parte aérea das mudas produzidas com esta frequência. Pela escassez de trabalhos publicados quanto à produção de mudas de ingá não há referências de valores H/D para esta espécie. Os valores de H/D apresentados neste trabalho (3,7 a 5,0) demonstram que, para esta espécie, esta faixa de valores está adequada, na medida em que produziram mudas equilibradas, ou seja, o diâmetro do colo foi compatível com a altura da parte aérea.

Santiago et al. (2002) e Cabral, Barbosa e Simabukuro (2004) verificaram que em mudas de ipê amarelo e sabiá, 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, sendo que a lâmina intermediária (10 mm) aplicada na frequência duas vezes ao dia proporcionou maior massa seca da parte aérea. Quando a irrigação foi realizada com maior frequência (4 vezes ao dia) a lâmina de irrigação não influenciou no acúmulo de massa seca aérea.

A lâmina 10 mm na frequência de irrigação duas vezes ao dia e a de 6 mm na frequência quatro vezes ao dia, apresentaram maior massa seca radicular. Na lâmina 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 nessa variável com o aumento das lâminas. A lâmina 6 mm quando aplicada na frequência de irrigação quatro vezes ao dia apresentou o maior valor. Segundo Scalon et al. (2011), algumas espécies apresentam adaptabilidade e tolerância a certas situações de déficit hídrico, principalmente, considerando que utilizando este manejo, a quantidade de água disponibilizada para a planta em cada irrigação é de 1,5 mm, molhando apenas superficialmente o substrato. Figueirôa et al. (2004) e Silva et al. (2002) constataram que os menores valores encontrados para a variável 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 maior absorção de água pelo vegetal (LARCHER, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2004).

O manejo hídrico aplicado com lâmina 10 mm e duas irrigações diárias foi o que produziu maior massa seca total. Quando a frequência de irrigação foi de quatro vezes ao dia, não houve diferença entre as lâminas. Analisando o fator frequência de irrigação, tem-se que a irrigação fracionada duas vezes ao dia se apresentou superior, exceto na lâmina 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 a maior frequência de irrigação proporciona maior produção de massa seca total, diferentemente dos resultados verificados neste estudo.

Os resultados produzidos neste trabalho corroboram com Silva e Silva (2015a, 2015b, 2016), que estudando os efeitos das lâminas e frequências de irrigação sobre a qualidade de mudas de *Piptadenia gonoacantha*, *Calophyllum brasiliense* e *Aspidosperma polyneuron* verificaram que a lâmina 11 mm aplicada na frequência de irrigação duas vezes ao dia produziu maior desenvolvimento morfológico, bem como qualidade do sistema radicular, o que continuou após o plantio em vaso.

Com relação à qualidade do sistema radicular, o fator frequência de irrigação não afetou os conceitos deste parâmetro. Já a lâmina 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 (Tabela 4).

Tabela 4. Qualidade, do sistema radicular das mudas *Inga vera* aos 171 dias após a semeadura, sob diferentes lâminas de irrigação.

Lâmina 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

Em cada conceito de qualidade, médias seguidas por letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

6 CONCLUSÕES

O manejo hídrico utilizando a lâmina de 10 mm dividida na frequência de irrigação duas vezes ao dia produz maior desenvolvimento e qualidade nas mudas de *Inga vera*, além de utilizar, comparada à lâmina 14 mm, 29% menos água.

7 REFERÊNCIAS

- 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. 49 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1996.
- CABRAL, E. L.; BARBOSA, D. C. A.; SIMABUKURO, E. A. 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.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sobre diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.
- FREITAG, A. S. **Frequências de Irrigação para *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii* em viveiro.** 2007. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.
- GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.
- GONÇALVES, J. L. M.; SANTARELLI, E. G.; MORAES NETO, S. P.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In:

GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. cap. 11, 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 férrea* 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.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C.; SILVA, M. R. 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.

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.; CARNEIRO, J. G. A.; BARROSO, D. G.; LELES, P. S. S. 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, 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 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, v. 16, p. 287-294, 1996.

SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M.; EUZÉBIO, V. L. M.; KODAMA, F. M.; KISSMANN, C. Estresse hídrico no metabolismo e crescimento inicial de mudas de Mutambo (*Guazuma ulmifolia* Lam.). **Ciência Florestal**, 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. **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, S. R. S.; DEMUNER, A. J.; BARBOSA, L. C. A.; CASALI, V. W. D.; NASCIMENTO, E. A.; PINHEIRO, A. L. 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.

SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. Nursery water management on initial development and quality of *Piptadenia gonoacantha* seedlings. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 43, n. 105, p. 91-100, 2015a.

SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. Effects of water management on growth, irrigation efficiency and initial development of *Aspidosperma polyneuron* seedlings. **African Journal of Agricultural Research**, Nairobi, v. 10, p. 3562-3569, 2015b.

SILVA, R. B. G.; SILVA, M. R. Is it possible to save water without losing quality in the Guanandi seedling production? **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 3, p. 503-515, 2016.

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.