

OTIMIZAÇÃO DA IRRIGAÇÃO PARA A FORMAÇÃO DE MUDAS DE *Pinus elliottii*

FREITAG, Ângela Simone¹
MORAIS, Wesley Wilker Corrêa²
NISHIJIMA, Toshio³

Recebido em: 2012-05-02

Aprovado em: 2012-10-25

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.753

RESUMO: Este estudo teve como objetivo específico analisar as relações decorrentes da aplicação de frequências com até quatro irrigações por dia em *Pinus elliottii* para obtenção de mudas aptas ao plantio com base na análise da massa seca e relação altura/diâmetro (H/D) das mudas após o período de rusticificação. O experimento foi um delineamento blocos ao acaso em arranjo fatorial (4x7), com parcela subdividida no tempo, sendo os fatores constituídos por quatro frequências de irrigação (T1 = irrigação uma vez ao dia (às 11h00min); T2= irrigação duas vezes ao dia (às 11h00min e às 19h00min); T3= irrigação três vezes ao dia (às 07h00min, às 11h00min e às 19h00min) e T4= irrigação quatro vezes por dia (às 07h00min, às 11h00min, às 15h00min e às 19h00min)) e sete épocas de avaliação (7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias após a semeadura). Após as análises constatou-se que a frequência de irrigação aplicada é diretamente proporcional a qualidade das mudas geradas. Desta forma, o tratamento com três frequências de irrigação por dia foi o que apresentou mudas fisiologicamente melhor desenvolvidas e com um gasto de água menor em relação tratamento com quatro frequências de irrigação.

Palavras-chave: Qualidade de mudas. Manejo de irrigação. Operacionalidade em viveiros.

IRRIGATION OPTIMIZATION FOR THE FORMATION OF *Pinus elliottii* SEEDLINGS

SUMMARY: This study aimed to analyze the specific relationships resulting from the application of frequencies up to four irrigations per day in *Pinus elliottii* able to obtain seedlings for planting based on the analysis of the dry mass and height / diameter (H / D) of seedlings after time hardening. The experiment was a randomized block design in a factorial arrangement (4x7), with plots in time, and the factors consisted of four irrigation frequencies (T1 = irrigation once a day (at 11:00 am), T2 = irrigation twice a day (at 11:00 and 19:00); T3 = irrigation three times a day (at 07:00, and 19:00 to 11:00) and T4 = irrigation four times a day (at 07:00, to 11:00, and at 15:00 to 19:00)) and seven times evaluation (7, 14, 21, 28, 35, 42 and 49 days after sowing). After analysis it was found that the frequency of irrigation applied is directly proportional to the quality of the seedlings produced. Thus, treatment with three irrigation frequencies per day showed the physiologically better developed seedlings and spent water with a low relative treatment with four irrigation frequencies.

Keywords: Quality seedlings. Irrigation management. Operation in nurseries.

INTRODUÇÃO

A qualidade de uma floresta começa com a produção de mudas de boa qualidade e para que isto ocorra, deve-se dar atenção as práticas de manejo. As condições específicas de manejo exercem influência direta na produtividade do viveiro e na qualidade final das mudas, o que refletirá na sobrevivência, na uniformidade e no arranque inicial das plantas no campo (ALFENAS *et al.*,2004).

¹ Engenheiro Florestal, doutoranda em Ciências Florestais - Departamento de Recursos Florestais - ESALQ/USP. Av. Comendador Luciano Guidotti, 1260, apto 223. Bairro Caxambú. CEP: 13425- 000, Piracicaba, SP. [E-mail profissional: angelafloresta@usp.br](mailto:angelafloresta@usp.br)

² Mestre em Engenharia Florestal - Departamento de Ciências Florestais/DCFL - Universidade Federal de Santa Maria/UFSM - CEP: 97105-900 – Santa Maria, RS - [e-mail profissional: wesley_eng@yahoo.com.br](mailto:wesley_eng@yahoo.com.br)

³ Professor Doutor pela Universidade federal de Santa Maria. Avenida Roraima, nº 1000. Bairro Camobi. CEP: 97105-900, Santa Maria, RS. [E-mail profissional: toshio@smail.ufsm.br](mailto:toshio@smail.ufsm.br)

Objetivando atender a todos os requisitos, a irrigação em viveiros florestais merece uma atenção especial, quanto à eficiência no uso de água. Constituinte uma técnica que proporciona alcançar à máxima produção, em complementação às demais práticas agrícolas, a irrigação tem sido alvo de considerável interesse por parte dos silvicultores (LIMA *et al.*, 2006).

A produção das mudas deve primar pela qualidade aliada à racionalização do uso dos recursos disponíveis. Silva (2003) relata a necessidade de redefinição de procedimentos de manejo, principalmente o hídrico, para viabilizar a qualidade final das mudas e se adequar às normas de qualidade ambiental.

Entre os fatores que influenciam na produção de mudas de espécies florestais, destacam-se, além da semente, o substrato e o recipiente utilizado, os quais segundo Santos *et al.* (2000), vão refletir diretamente na qualidade do produto final.

Outro fator primordial para a produção de mudas é a irrigação. A necessidade hídrica, em sua fase de formação e desenvolvimento, é de fundamental importância. A falta de água pode levar ao estresse hídrico e diminuir a absorção de nutrientes pelas plantas. Já o excesso pode favorecer a lixiviação dos nutrientes e ainda proporcionar microclima favorável ao desenvolvimento de doenças, além das questões sócio-ambientais relativas à economia de água e acúmulo de lixiviados no solo (LOPES *et al.*, 2005).

A irrigação é o método artificial de aplicação de água na agricultura, que tem a finalidade de suprir as necessidades hídricas da planta, em caráter total ou suplementar (LÉO; HERNANDES, 2001).

A água é provavelmente, o fator ambiental mais limitante ao estabelecimento e desenvolvimento das mudas, pois o estado energético da planta é o resultado da interação entre a demanda evaporativa atmosférica com o potencial de água do solo, densidade e distribuição do sistema radicular e processos fisiológicos (FERREIRA, 1997).

A quantidade de água necessária para produzir espécies florestais em recipiente segundo Landis (1989) depende de muitos fatores, como o clima, o tipo de estrutura, o tipo de irrigação, o substrato e as características de cada planta.

Para as sementeiras ou canteiros em germinação, as regas devem ser frequentes até as mudas atingirem uma altura aproximada de cinco centímetros (folhas formadas), sendo os melhores horários pela manhã ou no período final da tarde. A irrigação no início das manhãs é recomendável em épocas e em locais frios, para desmanchar o gelo formado por geadas (SOUZA *et al.*, 2005).

As qualidades fisiológicas das mudas podem ser mais importantes que os efeitos de ordem morfológica, ou seja, a quantificação da necessidade hídrica na sua formação é extremamente importante, pois a falta ou excesso pode limitar o desenvolvimento das mesmas (NOVAES *et al.*, 2002).

A falta de água leva ao estresse hídrico (desejável somente na rustificação), além da diminuição na absorção de nutrientes. No entanto, o excesso da irrigação também gera problemas quanto à qualidade das mudas, pois poderá acarretar em conseqüências como diminuição da circulação de ar no substrato, lixiviação das substâncias nutritivas e aumento da sensibilidade das mudas ao ataque de fungos (SILVA *et al.*, 2005).

Um fato marcante em irrigação são os efeitos que o déficit de água causa na planta, principalmente nas épocas de maiores temperaturas. Alguns trabalhos com mudas de espécies florestais como o eucalipto têm sido desenvolvidos sob diferentes condições de disponibilidade hídrica (CHAVES *et al.*, 2004) a fim de avaliar as reais necessidades de cada espécie.

Conforme Ferreira *et al.* (1999), o déficit hídrico afeta primeiro as raízes, a partir do qual são desencadeados uma série de efeitos em toda a planta. Segundo Winter (1976), a redução de água na planta afeta diferentes órgãos de diferentes formas. O efeito mais comum do estresse de umidade é uma redução na taxa de crescimento e desenvolvimento da folhagem e, de maneira inversa, uma diminuição no estresse causa um aumento na produção de folhagem.

Não havendo quantidade de água suficiente, as mudas começam a entrar em estresse hídrico o que poderá causar perdas significativas para os viveiristas. Segundo Larcher (2004), estresse hídrico é um desvio significativo das condições ótimas à vida e induz à mudanças e respostas em todos os níveis funcionais dos organismos, as quais são reversíveis a princípio, mas podem se tornar permanentes.

A má utilização da irrigação em viveiros florestais acarreta alta mortalidade das mudas bem como mudas muitas vezes tortuosas, aumentando assim, os custos de produção e plantio destas. Segundo Simões (1989), a qualidade das mudas reflete no crescimento futuro das árvores e, portanto, pode interferir na produtividade da floresta.

A qualidade das mudas garante a minimização dos custos do reflorestamento, enquanto que as mudas de baixa qualidade incrementam os custos devido à adoção de medidas adicionais de tratamento em função da baixa sobrevivência no campo (FERREIRA, 1997).

Sendo assim, este estudo teve como objetivo específico analisar as relações decorrentes da aplicação de frequências com até quatro irrigações por dia em *Pinus elliotti* para obtenção de mudas aptas ao plantio com base na análise da massa seca e relação altura/diâmetro (H/D) das mudas após o período de rustificação.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em casa de vegetação situada no Viveiro do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, localizado no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul (20°45' Latitude Sul e 42°55' de Longitude Oeste), durante o período de agosto até novembro de 2007.

O tipo de tubete utilizado foi o modelo cônico, apresentando capacidade de 53 cm³ de capacidade volumétrica de substrato e capacidade de retenção de água de 50% do total aplicado. As sementes foram provenientes do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF), situada em Piracicaba, São Paulo, foram coletadas no ano de 2006, na Área de Produção de Sementes (APS- F2) situada em Lençóis Paulista, São Paulo.

Para instalação do experimento foi utilizado um sistema de irrigação localizada por microaspersão, constituído de uma moto-bomba de média pressão. Utilizou-se também, 12 bandejas de PVC rígido, onde cada bandeja de PVC continha 96 tubetes removíveis que foram distribuídos igualmente para as duas espécies dos quais se avaliou 72 tubetes.

Foi utilizado substrato comercial para a semeadura das espécies de *Pinus elliottii* Engelm, utilizado para produção de mudas de espécies arbóreas, sendo composto por casca de *pinus* processada e enriquecida, vermiculita e perlita, umidade 50-55%, densidade de 420 ± 5 kg/m³, pH de 5,5-6,2 e condutividade elétrica de 1,8-2,0 ms/cm. Os tubetes foram preenchidos a mão de forma uniforme.

Cada tratamento foi isolado com uma cortina de plástico transparente para evitar que a irrigação aplicada em um tratamento interferisse nos tratamentos adjacentes, para evitar a interferência de um tratamento no outro. Foi utilizada uma régua de 30 cm para medição da altura das mudas durante o período de avaliação.

O experimento foi um delineamento blocos ao acaso em arranjo fatorial (4x7), com parcela subdividida no tempo, sendo os fatores constituídos por quatro frequências de irrigação (T1 = irrigação uma vez ao dia (às 11h00min); T2= irrigação duas vezes ao dia (às 11h00min e às 19h00min); T3= irrigação três vezes ao dia (às 07h00min, às 11h00min e as 19h00min) e T4= irrigação quatro vezes por dia (às 7h00min, às 11h00min, às 15h00min e às 19h00min)) e sete épocas de avaliação (7, 14, 21, 28,

35, 42 e 49 dias após a semeadura). Após a aplicação dos tratamentos, as mudas foram levadas a meia sombra para aclimação e rustificação por um mês.

Após três meses de emergência obtiveram-se os dados sobre a altura das plantas (região entre o coleto e o ápice das plantas) medidas com uma régua de 30 cm e o diâmetro do caule a 1 cm do solo medido através do uso de um paquímetro que foram utilizados para os cálculos de vigor (D/H) e equilíbrio de desenvolvimento das mudas (H/D). Posteriormente as medições, procedeu-se o corte da parte das mudas na região do coleto e a separação destas em parte aérea e parte radicular, sendo a parte radicular lavada em bandejas de metal com malha de 1 mm para retirada do substrato. Ambas as partes foram acondicionadas em sacos de papel previamente identificados segundo cada tratamento e mantidos em estufa com circulação de ar (65 ± 3 °C) até atingir peso constante, ou seja, a massa seca da parte aérea, radicular e massa seca total.

Os dados coletados aos três meses foram processados em Microsoft Excel e analisados estatisticamente pelo programa estatístico SAEG (versão 9.0), com a finalidade de obter a análise da variância bem como os testes de Tukey e as regressões polinomiais. Foram adotados 5% de probabilidade de erro em todas as análises (STORCK *et al.*, 2006).

Durante o experimento, foram coletados também os dados de temperatura média, máxima e mínima dentro da casa de vegetação durante as épocas de experimento são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Temperaturas medidas dentro da casa de vegetação nos meses de realização do Experimento, Santa Maria, RS, 2007

Mês	Temperatura (°C)		
	mínima	média	máxima
setembro	12,4	20,5	28,6
outubro	16,8	24,2	31,6
novembro	18	26,5	35,6

* Dados na estação meteorológica da Universidade Federal de Santa Maria, durante os meses de avaliação do experimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se demarcar as horas em que seriam feitas as irrigações definiu-se que o horário para uma frequência de irrigação seria às 11h00min período no qual as temperaturas ainda estavam aumentando. Segundo a literatura o pico de maior temperatura ocorre por volta das 15h00min e a partir deste horário, começa a cair novamente.

Conforme Sabonaro; Galbiatti (2007), a maior eficiência do uso da água ocorre quando a mesma é aplicada pela manhã, evitando que o substrato apresente umidade excessiva durante o período noturno, reduzindo os riscos de doenças nas mudas.

Os resultados obtidos demonstram que as mudas de *Pinus elliottii* sofreram interferências da temperatura medida dentro da casa de vegetação, principalmente através da transpiração foliar. A transpiração foliar é responsável por uma grande proporção das perdas de umidade ocorridas no sistema radicular e conseqüentemente no substrato. Durante a germinação e a emergência, o substrato seca só na camada superficial, enquanto que na fase de crescimento, será reduzida também a umidade do substrato no recipiente inteiro (LANDIS, 1989). Isto se deve a grande necessidade de água que a planta necessita na fase de crescimento para realizar todos os processos metabólicos, enquanto que na fase de germinação e

emergência ela ainda possui em sua semente uma reserva de água e nutrientes, não necessitando desta forma, grandes quantidades neste período.

As perdas de água pelo substrato dependem muito do tipo de tubete utilizado e da temperatura em questão. Quanto menor o tubete, maior será a área de saturação hídrica e maior será a quantidade de água disponível a longo prazo para as mudas. Tubetes com até 12,5 cm de altura podem reter cerca de 50% da água aplicada durante a irrigação ao passo que aumentando o tamanho dos tubetes, a quantidade de água retida irá diminuir.

Não havendo quantidade de água suficiente, as mudas começarão a entrar em estresse hídrico, o que poderá causar perdas significativas para os viveiristas. Segundo Larcher (2004), estresse hídrico é um desvio significativo das condições ótimas à vida e induz a mudanças e respostas em todos os níveis funcionais dos organismos, as quais são reversíveis a princípio, mas podem se tornar permanentes.

As quantidades de irrigação aplicadas nos tratamentos estão em conformidade com as necessidades requeridas pelas espécies frente às temperaturas apresentadas, pois segundo Lopes *et al.* (2005), irrigações superiores a 0,012 m³/ dia são mais indicadas quando a temperatura está em torno de 30°C, o que foi verificado durante o período de avaliação do experimento. No entanto, Landis (1989) menciona que em viveiros instalados na Universidade de Idaho (EUA) para tubetes de 65 cm³, utilizou-se de 42,6 a 54,7 litros de água por semana, distribuídos sobre 1000 mudas, ou seja, 0,0426 a 0,0547 m³ por semana. Estes valores são bem inferiores às quantidades de água utilizadas neste experimento e em outros experimentos, segundo a literatura citada acima, o que pode ser devido às espécies utilizadas (*Pseudotsuga Menziesii* e *Tsuga*) e ao clima diferente do apresentado em nosso estado no período do experimento.

A temperatura serve de base para avaliação das mudas conforme as diferentes frequências de irrigação, pois em dias muito quentes estas requerem mais água. Desta forma, a quantidade de água utilizada, conforme as temperaturas observadas foram aplicadas de forma adequada para que as mudas tivessem um bom desenvolvimento. Porém, é preciso avaliar quais as frequências mais adequadas para esta distribuição, pois nem sempre uma quantidade de água ideal supre as necessidades se não for distribuída nos períodos do dia de forma correta.

Na Tabela 2, são apresentados os valores de massa seca aérea, radicular e total para *Pinus elliottii*.

Tabela 2 – Percentagem de massa seca em mudas de *Pinus elliottii* em relação às quatro frequências de irrigação aplicadas, analisada após três meses, Santa Maria, RS, 2007

Tratamento	Massa seca (%)		
	Parte Aérea	Raízes	Total
T1	0,00	0,00	0,00
T2	13,85	10,80	24,65
T3	20,28	13,93	34,21
T4	26,12	17,68	43,80

T1 = irrigação uma vez ao dia (às 11h00min h); T2= irrigação duas vezes ao dia (às 11h00min h e às 19h00min h); T3= irrigação três vezes ao dia (às 07h00min h, às 11h00min h e as 19h00min h) e T4= irrigação quatro vezes por dia (às 07h00min h, às 11h00min h, às 15h00min h e às 19h00min h).

Embora o volume da água aplicado em cada tratamento assim como o tempo de irrigação fora o mesmo, as quantidades adsorvidas pelo substrato para posterior absorção pelas raízes foi insuficientes, principalmente para o tratamento T1. Por mais que este substrato apresente uma elevada capacidade de retenção de água, o fato de estar limitado ao pequeno volume do tubete torna esta capacidade de retenção pequena para manter a muda nas condições de umidade próximas à capacidade de campo por muito tempo. Isto, segundo Sabonaro; Galbiatti (2007), pode levar ao estresse hídrico e diminuir a absorção de

nutrientes pelas plantas.

Esta baixa disponibilidade de água ocasionou a morte de todas as mudas aos dois meses após a instalação do experimento. Sendo assim, quando se avaliou as mudas após o período de rustificação (três meses), não foi possível quantificar o percentual de massa seca para este tratamento.

Nos demais tratamentos, o aumento na porcentagem de massa seca tanto aérea como radicular foi diretamente proporcional às frequências de irrigação empregadas. Gruber (2006), avaliando a otimização da lâmina de irrigação na produção de mudas clonais *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, também encontrou resultados semelhantes quanto à produção de matéria seca total. O autor relata que a produção de matéria seca total aumenta à medida que se aumenta a quantidade de água. Segundo Silva (2003), estudos de eficiência do uso da água mostram que a produção de matéria seca total é linearmente proporcional a quantidade de água utilizada.

Na Tabela 3, estão representados os dados de diâmetros e alturas coletados três meses após a instalação do experimento bem como a relação H/D para mudas de *Pinus elliottii*.

Tabela 3 – Diâmetro, altura e relação altura da parte aérea/diâmetro de coleta de mudas de *Pinus elliottii* coletadas três meses após instalação do experimento, Santa Maria, RS, 2007

Tratamentos	Diâmetro (mm)	Altura (cm)	H/D
T1	0,00	0,00	0,00
T2	2,47	11,37	4,61
T3	2,72	17,22	6,33
T4	2,93	22,05	7,53

T1 = irrigação uma vez ao dia (às 11h00min h); T2= irrigação duas vezes ao dia (às 11h00min h e às 19h00min h); T3= irrigação três vezes ao dia (às 07h00min h, às 11h00min h e as 19h00min h); T4= irrigação quatro vezes por dia (às 07h00min h, às 11h00min h, às 15h00min h e às 19h00min h).

Em relação ao diâmetro das mudas de pinus, observa-se que entre os tratamentos aplicados, as mudas não apresentaram variações, ou seja, a diferença de diâmetro entre os tratamentos não foi significativo. Dados semelhantes foram encontrados por Rodrigues *et al.* (2011), em um estudo visando determinar a necessidade hídrica de dois clones de eucalipto, o clone CAF 907 (*Eucalyptus urophylla*) e o clone 1117 (*E. grandis* x *E. urophylla*), na região centro-oeste de Minas Gerais. Foram adotadas como tratamento cinco lâminas de irrigação, correspondendo a 150, 200, 250, 300 e 350% da ET_0 , respectivamente. Os resultados obtidos apontam que o tratamento com aplicação de 257% da ET_0 pode ser recomendado para o manejo da irrigação em viveiros florestais, por apresentar melhor desenvolvimento das mudas, em relação aos tratamentos de 150 e 200% da ET_0 , e maior economia de água que os tratamentos de 300 e 350% da ET_0 .

Ao contrário do encontrado para o diâmetro, a altura das mudas apresentou efeito significativo em relação aos tratamentos. Quanto maiores as frequências de irrigação empregadas na fase de casa de vegetação, maior foi o desenvolvimento em alturas das mudas, verificadas após a rustificação.

Segundo Carneiro (1995), mudas de *Pinus taeda* produzidas em raiz nua devem ser levadas a campo com diâmetros de colo acima de 3,7mm e quanto à parte aérea, esta deve situar-se entre 20 e 30 cm.

Baseado nisso, os tratamentos T3 e T4 com uma relação H/D de 6,33 e 7,53 respectivamente, encontraram-se dentro dos padrões de qualidade das mudas enquanto que o tratamento T2 apresentou uma relação H/D inferior aos valores estabelecidos por Carneiro (1976) que devem se situar, para mudas prontas a irem a campo com três meses, entre os limites de 5,4 até 8,1m.

Ao comparar a massa seca total e a relação H/D, verifica-se que em ambos os parâmetros de avaliação o tratamento T4 (frequências de quatro irrigações por dia) foi o que obteve valores maiores com uma relação coerente com os valores encontrados por outros pesquisadores e já mencionados no texto.

O desenvolvimento das mudas com relação à altura foi avaliado através de análise estatística com o programa SAEG. Sendo assim, estão representados na Tabela 4, os testes de análise de variância para os quatro tratamentos, levando-se em consideração as sete épocas de avaliação.

Tabela 4 – Resumo da análise da variância para os quatro tratamentos com *Pinus elliottii* avaliados após três meses de avaliação, Santa Maria, RS, 2007

CV	Quadrado médio (Pr>F)	
	gl	Altura
Bloco	2	0,00**
Tratamentos	3	0,00**
Épocas de avaliação	1	0,00**

^{ns} valor não significativo ao nível de 5% de probabilidade de erro, pelo teste F. ** valor significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade de erro, respectivamente pelo teste F.

Houve interação significativa nas épocas de coleta (D), dentro de cada tratamento (A), bem como na interação destes (AxD), ou seja, os tratamentos diferiram entre si em todas as avaliações. Desta forma, efetuou-se novamente uma análise da variância para cada época de coleta (D) dentro de cada tratamento (A) para verificação da interação existente entre estes dois fatores, demonstrando qual tratamento foi o mais significativo.

Após a análise da variância, o comportamento quanto ao crescimento em altura com relação aos tratamentos foi também analisado estatisticamente através da realização do Teste de Tukey onde, pode-se verificar a comparação entre os níveis de A com significância de 5% para as médias observadas a partir dos dados analisados a campo conforme apresentado na Tabela 5. Para esta análise, o valor de Δ é igual a 1,8386.

Tabela 5 - Média da altura (cm) das mudas de *Pinus elliottii* obtidas em quatro tratamentos (T1, T2, T3 e T4), Santa Maria, RS, 2007

Tratamentos	Altura média
T4	22,05 a
T3	17,22 ab
T2	11,37 b
T1	0,00 c

Médias seguidas por mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. (T1 - irrigação uma vez ao dia (às 07h00min h, às 11h00min h, às 15h00min h e às 19h00min h); T2 - irrigação duas vezes ao dia (às 07h00min h, às 11h00min h e às 19h00min h); T3 - irrigação três vezes ao dia (às 11h00min h e às 19h00min h); T4 - irrigação quatro vezes por dia (às 11h00min h).

O melhor desenvolvimento em altura para o *P. elliottii* em viveiro foi verificado nas mudas com quatro frequências de irrigação seguido pelo tratamento com três frequências de irrigação por dia (Tabela 5). Estas mudas mesmo com altas temperaturas como as que foram verificadas no período (Tabela 1), não tiveram seu crescimento afetado obtendo o maior desenvolvimento em altura, pois as frequências de irrigação bem como o volume de água aplicados, supriram a necessidade de água exigida pelas mudas em desenvolvimento para o período estudado, evitando assim, o estresse hídrico.

O tratamento com três frequências de irrigação por dia proporcionou mudas com desenvolvimento em altura muito semelhante ao tratamento T4, mas com um gasto de água por dia menor que este. Desta forma, a aplicação de três frequências de irrigação por dia, no período e épocas avaliados, mostrou-se satisfatória. Segundo alguns autores, irrigações de maior intensidade são mais eficazes, ao passo que as irrigações frequentes e de baixa intensidade molham apenas a camada superficial do substrato. Entretanto, o excesso de água pode lixiviar nutrientes móveis no solo ou no substrato, especialmente o nitrogênio e o potássio Wendling e Gatto (2002). O tratamento T2 se demonstrou insatisfatório quanto ao desenvolvimento em altura das mudas aos três meses de avaliação.

CONCLUSÃO

O manejo adequado da irrigação em viveiros, na produção de *Pinus elliottii*, com frequências de três irrigações por dia, é o mais indicado para se produzir mudas fisiologicamente melhores e com menores gastos de água durante SUS produção.

REFERÊNCIAS

ALFENAS, A.C. *et al.* **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 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**, v.28, n.3, p. 333-341, 2004.

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

FERREIRA, C. A. G., **Aspectos de relações hídricas e crescimento de mudas de *eucalyptus* Spp. produzidas em tubetes e aclimatadas**. Minas Gerais: UFLA, 1997. 64 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

FERREIRA, C. A. G.; DAVIDE, A.C.; CARVALHO, L.R. Relações Hídricas em Mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook., em Tubetes, Aclimatadas por Tratamentos Hídricos. **Revista Cerne**, Lavras, Minas Gerais, v. 05, n. 02, p. 95-104, 1999.

GRUBER, Y. B. G. **Otimização da lâmina de irrigação na produção clonais de eucalipto (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* var. *Plathyphylla*)**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.

LANDIS, T. D. Manual de Viveiros para la Producción de Espécies Forstales em Contenedor. **Riego y Manejo del Agua**, v.04, p.85- 87, 1989.

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

LÉO, L. F. R.; HERNANDEZ, F. B. T. **O Futuro da irrigação nos países de terceiro mundo**. Ilha Solteira, Correio da Ilha, Ano X, n. 1.361, p. 02, 2001.

LIMA, J. E. F. W.; FERREIRA, R. S. A.; CHRISTOFIDIS, D. **O uso da irrigação no brasil**. Disponível em: http://ag20.cnpia.embrapa.br/Repositorio/irrigacao_000f17vsa7f02wyiv80_ispcrr5frxoq4.pdf >. Acesso em: 23 out. 2012.

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

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 desempenho no campo. **Revista Árvore**, UFV, Viçosa, Minas Gerais, vol.26, n.6, p. 675-681, 2002.

RODRIGUES, S. B. S. *et al.* Necessidades Hídricas De mudas de eucalipto na região Centro-Oeste de Minas Gerais. **Irriga**, Botucatu, v. 16, n. 2, p. 212-223, abril-junho, 2011.

SANTOS, C. B. *et al.* Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de Mudanças de *Cryptomeria japonica* (L.f.) d. Don. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 1-15, 2000.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE FUNDAÇÃO FLORESTAL - **Produção de mudas em viveiros florestais espécies nativas**. Disponível em: <Site: <http://www.auditoriaambiental.com.br>>. Acesso em: 22 out. 2012.

SILVA, M. R., **Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio na qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden)**. São Paulo: UNESP Botucatu, 2003. 116 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Campus Botucatu.

SILVA, M. R. *et al.* Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos. **Scientia Forestalis**, n.68, p.97-106, 2005.

SIMÕES, J. W. **Reflorestamento e manejo de florestas implantadas**. Piracicaba : Departamento de Ciências Florestais Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 1989. (Documentos Florestais, 4).

SOUZA, I. H.; ANDRADE, E. M; SILVA, E.L. Avaliação Hidráulica de um Sistema de Irrigação Localizada de Baixa Pressão, Projetado pelo Software “*Bubbler*”. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.1, p.264-271, 2005.

STORCK, L. *et al.* **Experimentação vegetal**. Santa Maria: UFSM, 2006.

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

WINTER, E. G., **Efeitos no crescimento e desenvolvimento** - A Água, o solo e a planta. EPU, São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1976.

