

DESENVOLVIMENTO DE MUDAS SEMINAIS DE *Eucalyptus grandis* COM O EMPREGO DE QUATRO FREQUÊNCIAS DE IRRIGAÇÃO

FREITAG, Ângela Simone¹
MORAES, Wesley Wilker Corrêa²
GONÇALVES, Antônio Natal³
NISHIJIMA, Toshio⁴

Recebido em: 2012-05-08

Aprovado em: 2013-10-29

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.898

RESUMO: Este estudo teve como objetivo específico analisar as relações decorrentes da aplicação de frequências com até quatro irrigações por dia em *Eucalyptus grandis* 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 em blocos ao acaso 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 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 até três irrigações por dia, é diretamente proporcional a qualidade das mudas geradas. Ao se utilizar quatro irrigações por dia, a qualidade das mudas produzidas será significativamente igual a frequência com três irrigações, porém com um gasto de água considerável ao final da rotação, quando a preocupação é a otimização em viveiros. Desta forma, o emprego de três frequências de irrigação por dia resultou em mudas com melhor desenvolvimento em altura e diâmetro e com um gasto de água menor em relação ao tratamento com quatro frequências de irrigação.

Palavras-chave: Semente. Água. Otimização. Biomassa.

SEEDLINGS DEVELOPMENT OF *Eucalyptus grandis* WITH USE THE FOUR IRRIGATION FREQUENCIES

SUMMARY: This study aimed to analyze the specific relationships resulting from the application of frequencies up to four irrigations per day in *Eucalyptus grandis* 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 of irrigation frequency applied to three irrigations per day, is directly proportional quality of seedlings generated. When using four irrigations per day, the quality of the seedlings will be significantly equal frequency with three irrigations, but with a considerable expenditure of water at the end of the rotation, when the concern is the optimization in nurseries. Thus, treatment with three frequencies irrigation per day showed the seedlings with better development in height and diameter and with a low expense of water relative to treatment with four irrigation frequencies.

Keywords: Seedling. Water. Optimization. Biomass.

¹ Engenheiro Florestal, Doutora em Ciências Florestais - pela Universidade de São Paulo -Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Av. Comendador Luciano Guidotti, 1260, apto 223. Bairro Caxambú. CEP: 13425-000, Piracicaba, SP. E-mail profissional: angelaforest@usp.br

² Mestre em Engenharia Florestal -Professor Mestre pela Universidade Estadual de Roraima, e-mail profissional: wesley_eng@yahoo.com.br

³ Professor Doutor pela Universidade de São Paulo -Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". e-mail profissional: natalgon@usp.br.

⁴ 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

INTRODUÇÃO

A absorção de umidade constitui fator fundamental na germinação das sementes, pois ativa o seu sistema metabólico. Cada espécie possui um nível crítico de umidade, abaixo do qual não se verifica germinação, muito embora não signifique que o metabolismo esteja inativo. As sementes apresentam comportamento variado quanto ao mecanismo de obtenção da umidade, que está ligado, principalmente, ao potencial hídrico celular (BORGES *et al.*, 1991).

Segundo a Secretaria do Meio Ambiente, (2005), a água é provavelmente, o fator ambiental mais limitante ao estabelecimento e desenvolvimento das mudas.

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. Alfnas *et al.* (2004) citam que 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.

Segundo Ferreira (1997), 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.

A quantidade de água necessária para produzir espécies florestais, nos mais variados recipientes, 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. Trabalhos com mudas de eucalipto têm sido desenvolvidos sob diferentes condições de disponibilidade hídrica (CHAVES *et al.*, 2004).

A obtenção de mudas com alta qualidade é de fundamental importância para o sucesso na implantação de florestas, pois segundo Ferreira *et al.* (1999), estão estreitamente relacionadas com a finalidade a que esta se destina e com as condições ambientais encontradas, o que implicará em interações favoráveis ou não para o seu estabelecimento e crescimento inicial.

A qualidade fisiológica das mudas pode ser mais importante que os efeitos de ordem morfológica, ou seja, a quantificação da necessidade hídrica na sua formação é extremamente importante, pois a falta ou excesso desta pode limitar o seu desenvolvimento (NOVAES *et al.*, 2002).

Segundo Galbiatti *et al.* (2007), há necessidade de tomarem-se alguns cuidados especiais, entre os quais se destacam a quantidade de água fornecida durante o processo de produção, pois, segundo Marouelli e Silva (1993), a disponibilidade de água para a planta, na quantidade correta e no momento oportuno, é decisiva para o sucesso da cultura.

Conforme Lopes *et al.* (2005), a falta ou excesso pode limitar o desenvolvimento das mesmas. A falta de água leva ao estresse hídrico (desejável somente na rustificação), onde o efeito mais comum do estresse de umidade é uma redução na taxa de crescimento e desenvolvimento da folhagem (WINTER, 1976), além da diminuição na absorção de nutrientes (LOPES *et al.*, 2005). O excesso pode favorecer a lixiviação dos nutrientes e também proporcionar um micro-clima favorável ao desenvolvimento de doenças, além das questões sócio-ambientais relativas à economia de água e o acúmulo de lixiviados no solo (LOPES *et al.*, 2005).

Tubetes apresentam particularidades quando comparados com o cultivo em solos, devido à maior frequência de irrigação que se dá em função do baixo volume de substrato disponível para a planta. Esse fato sugere que se tenha maior controle da irrigação, prevenindo o estresse hídrico na fase de crescimento (WENDLING; GATTO, 2002). Para esses autores, a frequência e o volume de água devem ser

determinados conforme o substrato a ser usado. Segundo Caldeiras *et al.* (2000), as características dos substratos são altamente correlacionadas entre si: a macroporosidade com aeração e drenagem, e a microporosidade com a retenção de água e nutrientes. Estes são fatores que determinam muitas vezes, um bom desenvolvimento das mudas.

Segundo Ferreira *et al.* (1999), para que a falta ou o excesso d'água não venha prejudicar o pleno desenvolvimento das mudas no viveiro e logo após o plantio, faz-se necessário o monitoramento das irrigações, procurando identificar qual o melhor momento de reirrigar e qual a quantidade ideal de água a ser aplicada.

Sendo assim, este estudo teve como objetivo, avaliar a influência das frequências de irrigação no crescimento e na relação H/D de mudas de *E. grandis* em viveiro.

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 (20°45' Latitude Sul e 42°55' de Longitude Oeste) durante os meses de abril a agosto de 2006.

O tipo de tubete utilizado foi o modelo cônico, com capacidade volumétrica de 53 cm³ de substrato, apresentando capacidade de retenção de água de 50%, aplicada durante um sistema de irrigação (LANDIS, 1989).

As sementes foram provenientes do IPEF (Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais). Estas sementes foram coletadas no ano de 2005, na Área de Produção de Sementes (APS- F2) situada no município de Lençóis Paulista, São Paulo.

Para instalação do experimento com sistema de irrigação localizada por microaspersão, foram utilizados os seguintes materiais: bomba elétrica de média pressão; mangueira de "1/2"; mangueiras de "3/4". Os registros foram controlados manualmente conforme cada tratamento em questão, nos respectivos horários estipulados. A água utilizada foi oriunda de um reservatório localizado próximo à casa de vegetação. A irrigação foi feita de forma sistematizada e sem uso de fertilização. Foram utilizadas 12 bandejas de PVC rígido, onde cada bandeja de PVC continha 48 tubetes. Destes 48 tubetes, 24 foram considerados como unidade experimental.

Tabela 1 – Volume de água (m³), utilizado em mudas seminais de *E. grandis* em viveiro

Tratamentos	Volume de água utilizada			
	m ³ /min	m ³ /dia	m ³ /mês	l/mês
T1	0,005	0,025	0,750	750
T2	0,005	0,050	1,500	1500
T3	0,005	0,075	2,250	2250
T4	0,005	0,100	3,000	3000

Fonte: Elaborado pelos Autores(2013)

O substrato utilizado para a semeadura do *E. grandis* foi o Plant Max®, 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 uma maior confiabilidade nos dados coletados. Foi utilizada também uma régua de 30 cm para medição da altura das mudas durante um período de 90 dias após o início do experimento.

O experimento foi um bifatorial em blocos ao acaso, com parcela subdividida no tempo com três repetições. Como parcela principal caracterizou-se quatro intensidades de irrigação, sendo eles: 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 como subparcela no tempo, sete épocas (7, 14, 21, 28, 35, 42 e 49 dias após sementeira).

O sorteio da distribuição dos tratamentos foi feito segundo as exigências estatísticas, ou seja, de forma casualizada. O experimento com *E. grandis* foi instalado no mês de agosto com aplicação dos tratamentos imediatamente após a sementeira.

O desenvolvimento das mudas foi avaliado em duas etapas: até a sétima semana após plantio com as mudas acondicionadas dentro da casa de vegetação e três meses após plantio com as mudas a meia sombra. Em ambas as avaliações observaram-se as seguintes variáveis: a altura a partir do coleto em centímetros, medida com auxílio de uma régua, o diâmetro das plântulas, medido com o auxílio de um paquímetro digital e a produção de massa seca.

No primeiro período foram coletados os dados de altura e diâmetro desde a emergência das plântulas até a sétima semana pós-sementeira.

Após sete semanas as mudas foram retiradas da estufa e colocadas à meia sombra para adaptação e posterior rustificação até as mudas completarem três meses. Após este período foram medidas a altura e o diâmetro na região do colo (1 cm acima da primeira raiz) para os cálculos de equilíbrio de desenvolvimento das mudas (H/D) onde D: diâmetro a altura do coleto e H: altura total das mudas. Após as medições, procedeu-se o corte das mudas na região do coleto e a separação destas em parte aérea e parte radicular. As raízes foram lavadas em bandejas de metal com malha de 1 mm para retirada do substrato. Após a lavagem, as raízes e a parte aérea das mudas foram acondicionadas em sacos de papel previamente identificados segundo cada tratamento. Estes foram levados para secar em estufa com circulação de ar (65 ± 3 °C) até atingir peso constante. Após peso constante, com os dados de massa seca, calculou-se o percentual de massa seca aérea e massa seca radicular.

A temperatura dentro da casa de vegetação foi medida diariamente, com o auxílio de um termômetro afixado dentro da casa. A quantidade de água aplicada em cada frequência foi de 0,005 m³/min, durante 5 minutos. Esse volume foi medido com o auxílio de um recipiente com volume conhecido durante o tempo de irrigação. Na Tabela 2, são apresentados os dados de temperatura média, máxima e mínima dentro da casa de vegetação durante o período de avaliação.

Tabela 2 - Temperaturas medidas dentro da casa de vegetação nos meses de realização do experimento, Santa Maria, RS

Mês	Temperatura (°C)		
	Mínima	Média	Máxima
set/07	12,4	20,5	28,6
out/07	16,8	24,2	31,6
nov/07	18,0	26,5	35,6

* Dados obtidos na Estação Meteorológica de Santa Maria.

Fonte: Elaborado pelos Autores(2013)

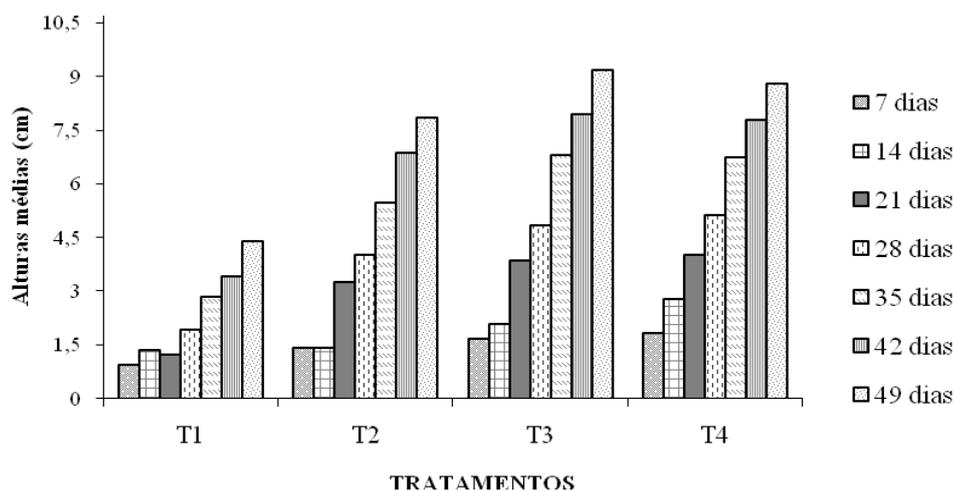
Os dados coletados foram processados em Microsoft Excel® e analisados estatisticamente pelo programa estatístico SAEG (versão 9.0), com a finalidade de obter a análise da variância bem como os testes de Tukey e as regressões polinomiais. Adotou-se 5% de probabilidade de erro para a análise estatística.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mudas com baixas intensidades de irrigação (T1) foram as que menos se desenvolveram em altura, enquanto que as mudas representadas nos tratamentos T2, T3 e T4 tiveram crescimento quase que semelhante (Figura 1). Isso ocorre porque a água constitui-se um recurso limitante, assumindo grande importância em espécies do gênero *Eucalyptus*, principalmente durante a fase inicial da cultura (FERREIRA, 1997).

Isto pode ser explicado, pois segundo Carvalho (1998), mesmo com frequências de uma e duas regas por dia, as mudas se desenvolvem, porém de forma não tão satisfatória, pelo fato de sofrerem uma aclimação segundo as condições impostas.

Figura 1 – Desenvolvimento em altura das mudas de *E. grandis* em relação aos tratamentos e as épocas de avaliação (T1 - irrigação uma vez ao dia (às 11:00 h); T2 - irrigação duas vezes ao dia (às 11:00 h e às 19:00 h); T3 - irrigação três vezes ao dia (às 07:00 h, às 11:00 h e às 19:00 h) e T4 - irrigação quatro vezes por dia (às 07:00 h, às 11:00 h, às 15:00 h e às 19:00 h).



Ao se avaliar o último período, em quatro de novembro, o tratamento T3 foi o que teve maior desenvolvimento em altura, seguido por T4 e T2, respectivamente. Resultados de disparidade de crescimento em altura com relação à intensidade de irrigação também foram encontradas por Rawat *et al.* (1985), trabalhando com *E. tereticornis* mantido em diferentes umidades do solo.

Silva (2003) sugere que mudas de *E. saligna* e *E. urophylla* para estarem aptas a irem a campo, deveriam apresentar as seguintes características: diâmetro de colo mínimo de 2 mm, altura entre 15 e 35 cm, sem problemas sanitários aparentes, possuir raiz pivotante normal, parte aérea sem bifurcações, com três pares de folhas no mínimo, haste sem tortuosidade acentuada e alto grau de rustificação. Estas características ideais quanto à altura, para que as mudas possam ir a campo, são verificadas nos tratamentos T2, T3 e T4 respectivamente de forma gradativa.

Na Tabela 3, são apresentados os valores de diâmetro e altura e sua relação para mudas de *E. grandis*, produzidas em viveiro.

Tabela 3 – Desenvolvimento em altura e diâmetro das mudas de *E. grandis* avaliados aos três meses após a semeadura, Santa Maria, RS.

Tratamentos	Dm (mm)	H (cm)	H/D	Dm (mm)*
T1	0,00	0,00	0,00	0,00
T2	1,80	15,20	8,44	2,52
T3	1,90	22,44	11,81	3,24
T4	2,10	26,98	12,85	3,70

* (T1 - irrigação uma vez ao dia (às 11:00 h); T2 - irrigação duas vezes ao dia (às 11:00 h e às 19:00 h); T3 - irrigação três vezes ao dia (às 07:00 h, às 11:00 h e às 19:00 h) e T4 - irrigação quatro vezes por dia (às 07:00 h, às 11:00 h, às 15:00 h e às 19:00 h); D: diâmetro das mudas; H: altura das mudas; Dm: diâmetro mínimo.

Não houve variação em relação ao diâmetro das mudas de eucalipto e os tratamentos aplicados. Ao se comparar as alturas em relação aos tratamentos, observa-se que, com o aumento da intensidade de irrigação, houve um aumento na altura destas mudas de forma significativa. Nestes tratamentos, falta de água em mudas de eucalipto afeta mais a formação da parte aérea do que o incremento em diâmetro, com variações de crescimento muito maiores em altura. Dados semelhantes foram encontrados por Chaves *et al.* (2009), onde constataram que a baixa disponibilidade de água tem sido o principal fator ambiental limitar o crescimento da planta e o seu rendimento em todo o mundo. A deficiência hídrica provoca alterações no comportamento vegetal, cuja irreversibilidade vai depender do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta (SANTOS e CARLESSO, 1998).

A relação H/D representa o equilíbrio de desenvolvimento das mudas onde, segundo Silva (2003), seus valores devem situar-se entre 5,4 e 8,1. É considerada uma característica morfológica importante para definir a qualidade das mudas para irem a campo. Esta relação deve ter uma harmonia entre o crescimento em diâmetro e o crescimento em altura, pois mudas com um bom crescimento em altura podem não ser tão boas, pois podem ter diâmetros muito inferiores, incapazes de sustentara planta a campo (CARNEIRO, 1995).

As mudas que receberam o tratamento T4 (intensidade de quatro irrigações por dia) apresentam uma relação H/D de 12,85, mesmo sem fertilização, estando aptas para irem a campo após adaptações climáticas. As mudas do tratamento T3 obtiveram uma relação H/D inferior ao tratamento T4. Resultado semelhante foi encontrado por Lopes *et al.* (2007a), onde verificou que a relação aumentou à medida que se elevou a lâmina, em proporções praticamente constantes.

Ao se avaliar o desenvolvimento das mudas do tratamento T2, verificou-se que, com duas frequências de irrigação por dia, as mudas apresentaram uma relação H/D mais próxima aos valores de referencia citados por Carneiro (1995).

Desta forma, com relação aos parâmetros H/D e massa seca, o tratamento T2 apresentou mudas melhor desenvolvidas para irem a campo. Os dados de altura, diâmetro e massa seca do tratamento T1 não puderam ser coletados, ao final do experimento, pois as mudas estavam totalmente dizimadas. Isto foi devido à baixa disponibilidade de água com emprego de apenas frequência de uma irrigação diária. Rodrigues *et al.* (2011) afirma que o déficit hídrico reduz a capacidade metabólica do vegetal, podendo levar a planta a atingir o ponto de murcha permanente, acarretando a sua morte.

Na Tabela 4, são apresentados os valores de massa seca para *E. grandis* obtidos através de secagem em estufa.

Tabela 4 - Quantificação da massa seca das mudas de *E. grandis* com três meses avaliados a meia sombra, Santa Maria, RS.

Tratamentos	Massa seca (%)		
	Parte Aérea	Raízes	Total
T1	0,00	0,00	0,00
T2	7,15	6,8	13,95
T3	8,3	6,99	15,29
T4	9,39	7,42	16,81

* (T1 - irrigação uma vez ao dia (às 11:00 h); T2 - irrigação duas vezes ao dia (às 11:00 h e às 19:00 h); T3 - irrigação três vezes ao dia (às 07:00 h, às 11:00 h e às 19:00 h) e T4 - irrigação quatro vezes por dia (às 07:00 h, às 11:00 h, às 15:00 h e às 19:00 h); D: diâmetro das mudas; H: altura das mudas.

O tratamento que obteve maior quantidade de massa seca, tanto da parte aérea como de raízes foi o T4 onde foram empregadas as maiores intensidades de irrigação, seguidos pelos tratamentos T3 e T2, respectivamente. Este fato também foi constatado por Lopes *et al.* (2007b) onde, cita que estudos de eficiência de uso da água mostram que a produção de matéria seca total aumenta com o aumento na quantidade de água aplicada. O mesmo é ratificado por Lopes *et al.* (2007a), ao encontrar resultados onde o incremento de matéria seca ocorreu conforme o aumento da lâmina de irrigação no dia. Isso ocorre devido às mudanças no micro clima da casa de vegetação, e a temperatura interna é maior que a externa fazendo com que plantas em estufas com irrigação frequente apresentem um fluxo transpiratório intenso, necessitando de alta quantidade de água para a sua manutenção (FOLEGATTI *et al.*, 1997).

Com a diminuição das intensidades de irrigação as mudas foram apresentando diminuição da quantidade de massa seca tanto da parte aérea como das raízes e conseqüentemente da massa seca total. 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.

Estão representados na Tabela 5, os testes de análise de variância para os quatro tratamentos, avaliados três meses após a instalação do experimento.

Tabela 5 - Análise da variância para a altura das mudas de *E. grandis* por semente, avaliadas após três meses de avaliação dentro da casa de vegetação, Santa Maria, RS.

CV	GL	Altura	Diâmetro
Tratamentos	3	0,00**	0,00 ^{ns}
Blocos	2	0,00**	0,00 ^{ns}
Épocas de coleta	6	0,00**	0,00 ^{ns}
Interação	18	0,00**	0,00 ^{ns}

** valor significativo ao nível de 5% e 1% de probabilidade de erro, respectivamente pelo teste Tukey.

Houve diferença significativa da altura em relação aos tratamentos e a altura. Efetuou-se, após a análise estatística, a análise de regressão verificação da interação existente entre estes dois fatores.

Segundo a análise, o valor de Δ foi igual a 1,8505. A partir deste resultado, realizou-se o teste de comparação de médias para a média das alturas após três meses de avaliação (Tabela 6).

Tabela 6 - Média das alturas e diâmetros das mudas (cm) de *E. grandis* após três meses de avaliação dentro da casa de vegetação, Santa Maria, RS.

Tratamentos	H	Dm
T4	26,98 a	2,00 a
T3	22,40 b	1,90 a
T2	15,20 c	1,80 a
T1	0,00 d	0,00 b

Médias seguidas por mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. (T1 - irrigação uma vez ao dia (às 11:00 h); T2 - irrigação duas vezes ao dia (às 11:00 h e às 19:00 h); T3 - irrigação três vezes ao dia (às 07:00 h, às 11:00 h e às 19:00 h) e T4 - irrigação quatro vezes por dia (às 07:00 h, às 11:00 h, às 15:00 h e às 19:00 h).

Com relação ao desenvolvimento das mudas no tratamento T1, as mesmas, após três meses estavam totalmente dizimadas pela deficiência de irrigação.

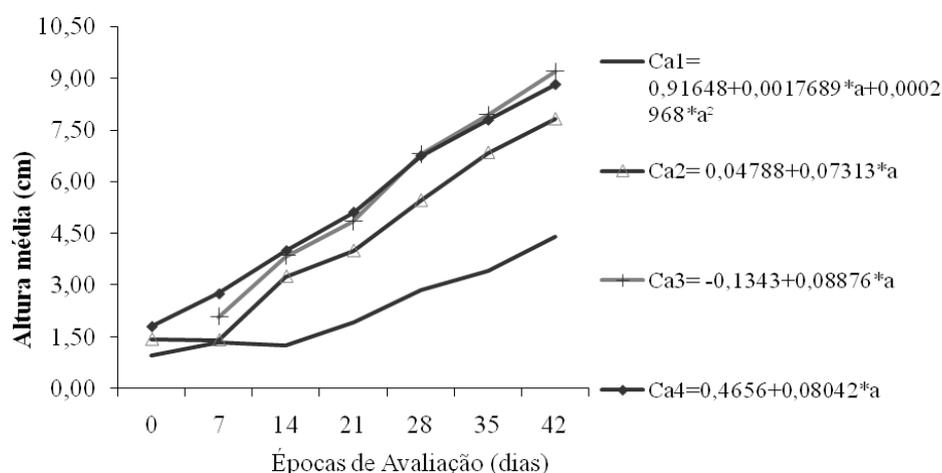
Não houve variação no desenvolvimento em diâmetro nas mudas de *E. grandis* após três meses de avaliação com as mudas a meia sombra. Resultados semelhantes foram encontrados por Rodrigues *et al.* (2011) em estudos com dois clones de *E. grandis* e *E. urophylla* onde constataram que as diferentes frequências de irrigação empregadas, não interferiram no desenvolvimento em diâmetro das mudas.

O melhor desenvolvimento das mudas em altura foi verificado no tratamento T4. O melhor desempenho das mudas ocorreu segundo as análises, no tratamento onde foram empregadas frequências de quatro irrigações por dia. Isto é ratificado por Marengo e Lopes (2005) onde cita que o fornecimento de água interfere diretamente em todos os processos fisiológicos da célula.

A água é também o reagente de numerosas reações químicas e bioquímicas, como na fotossíntese e em reações hidrolíticas como a conversão da sacarose em hexoses (KRAMER e BOYER, 1995). Além disso, é essencial para o alongamento e crescimento celular, a abertura dos estômatos e os movimentos plásticos das folhas, sendo que quando as células perdem sua turgidez, a planta murcha, os estômatos fecham e o crescimento cessa (MARENCO e LOPES, 2005). Reis e Reis (1993), consideram que a água é também um meio para dissipação do excesso de energia solar que as folhas recebem, evitando o excesso de temperatura e a sua consequente dessecação.

Na Figura 3, estão representados os gráficos das equações de crescimento em altura para os tratamentos T1, T2, T3 e T4 com relação ao desenvolvimento das mudas de *E. grandis* em altura em cada época de avaliação, dentro da casa de vegetação.

Figura 3 - Equações de crescimento em altura para as mudas de *E. grandis* dentro da casa de vegetação, com relação às épocas de avaliação e a altura média. As equações, F1, F2, F3 e F4 referem-se aos dados dos tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente. *Ca: Crescimento em altura; a: altura medida.



As equações de crescimento em altura, geradas nas condições ambientais descritas, nos permitem estimar o desenvolvimento das mudas de *E. grandis* em épocas de avaliação diferentes das analisadas neste experimento.

CONCLUSÃO

A utilização de frequências com três irrigações por dia é a que gerou mudas de *E. grandis* com melhor desenvolvimento em altura, diâmetro e massa seca, mesmo após a rustificação das mesmas.

REFERÊNCIAS

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

BROGES, E.E.L.; P.C.S.; CARVALHO, D.V.; BORGES, R.C.G. Estudos preliminares sobre o efeito do estresse hídrico na germinação de sementes de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra*) e Cedro-rosa (*Cedrela fissilis*). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 13, no 2, p. 115-118, 1991.

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M.V.; TEDESCO, N. Crescimento de mudas de *Acacia mearnsii* em função de diferentes doses de vermicomposto. **Scientia Forestalis**, n.57, p.161-170, 2000.

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

CARVALHO, P. E. R. **Espécies introduzidas alternativas às dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* para reflorestamento no centro-sul do Brasil**. In: SEMINÁRIO ESPÉCIES NÃO TRADICIONAIS PARA PLANTIOS COM FINALIDADES PRODUTIVAS E AMBIENTAIS, 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: EMBRAPA – CNPF, 1998. p. 75-99, 178p.

CHAVES, J. H.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. *Annals of Botany*, v. 103, p. 551–560, 2009.

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.

FERREIRA, C. A. G., **Aspectos de relações hídricas e crescimento de mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas em tubetes e aclimatadas.** 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

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**, v.05, n 02, p. 95-104, 1999.

FOLEGATTI, M. V.; FOLEGATTI, M. V.; PAZ, V. P. S. Efeitos da cobertura plástica sobre os elementos meteorológicos e evapotranspiração da cultura de crisântemo em estufa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 155-163, 1997.

GALBIATTI, J. A.; LUI, J.J.; [SABONARO](#), D.Z.; BUENO, L.F.; SILVA, V.L. Formação de mudas de eucalipto com utilização de lixo orgânico e níveis de irrigação calculados por dois métodos. **Engenharia Agrícola**, vol.27 n°2. May/Aug. 2007.

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. Evolution and agricultural water user. In: - **Water relations of plant and soils**. San Diego: Academic Press, 1995. p. 377 – 405.

LANDIS, T. D. Manual de Viveiros para la Producción de Especies Forestales en Contenedor. **Riego y Manejo del Agua**, v.04, p, 85 – 87, 1989.

LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto.** São Paulo: Ed. da USP, 1996. 302 p.
<http://cf.or.br/cf2004/irrigação.doc> >. Acesso em: 20 nov. 2006. LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I.A.;

SAAD, J.C.C.; SILVA, M.R 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, ago. 2005.

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**, v.31, n.5, p.835-843, 2007a.

LOPES, J. L. W.; et al. Nutrição mineral de mudas de Eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e substratos. **Rev. Bras. Ciência do Solo**, 31:713-722, 2007b.

MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal. Fotossíntese. Respiração. Relações Hídricas. Nutrição Mineral.** Viçosa: Editora da UFV, 2005. 451 p.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Adequação da época de paralisação das irrigações em tomate industrial no Brasil Central. **Horticultura Brasileira**, v.11, n.2, p.118-21, 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 desempenho no campo. **Revista Árvore**, v.26, n 6, Nov./Dez. 2002.

Secretaria do Meio Ambiente Fundação Florestal de São Paulo - **Produção de Mudas em Viveiros Florestais Espécies Nativas.** 1993. Disponível em: <Site: <http://www.auditoriaambiental.com.br> >. Acesso em: 19 dez. 2005.

-
- RAWAT, P. S.; GUPTA, B. B.; RAWAT, J. S. Transpiration as affected by soil moisture in *Eucalyptus tereticornis* seedlings. **Indian Forester**, v.110, n.1, p.35-39, 1985.
- REIS, G. G.; REIS, M. G. F. Competição por luz, água e nutrientes em povoamentos florestais. **Anais do 1 Simpósio Brasileiro de Pesquisa Florestal**, 1993, Belo Horizonte. SIF: Viçosa, p. 161-172, 1993.
- 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, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.
- SILVA, M. R. **Efeitos do Manejo Hídrico e da Aplicação de Potássio na Qualidade de Mudanças de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden)**. 2003. 116 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Campus Botucatu, São Paulo, 2003.
- WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2002. 166p.
- WINTER, E. G., **Efeitos no crescimento e desenvolvimento - A Água, o solo e a planta**. São Paulo: EPU, Editora da Universidade de São Paulo, 1976. 115 p.

