

## **EFEITOS DE LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Eucalyptus grandis* W. (HILL ex. MAIDEN) EM SUBSTRATO DE FIBRA DE COCO**

**Jane Luísa Wadas Lopes<sup>1</sup>; Iraê Amaral Guerrini<sup>2</sup>; João Carlos Cury Saad<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP.

<sup>2</sup>Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP

### **1 RESUMO**

Este trabalho teve por objetivo avaliar lâminas de irrigação na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* espaçadas a 49 cm<sup>2</sup>, produzidas com substrato de fibra de coco pasteurizada. O experimento foi conduzido na empresa Camará – Mudas Florestais em Ibaté, SP, nas estações inverno – primavera do ano de 2003, constituindo-se de um delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, sendo cinco lâminas de irrigação diárias (6, 8, 10, 12 e 14 mm), aplicadas através de uma barra de irrigação em diferentes horários (10, 13 e 16 h). Aos 108 dias após a aplicação das lâminas foram realizadas avaliações da sobrevivência final das mudas em todas as parcelas, altura de parte aérea, diâmetro de colo, relação altura da parte aérea / diâmetro de colo, número de pares de folhas, número de ramos, matéria seca da parte aérea e da radicular, matéria seca total e área foliar. Os resultados indicaram que houve influência das lâminas de irrigação na sobrevivência das mudas, sendo que sob as lâminas de 6 e 8 mm dia<sup>-1</sup> a produção ficou drasticamente comprometida. Com relação às características morfológicas, verificou-se, pela análise de regressão realizada, a influência das lâminas em todas as variáveis. Desta maneira, concluiu-se que as lâminas de irrigação de 12 e de 14 mm dia<sup>-1</sup> foram as que mais contribuíram para o desenvolvimento das mudas, com qualidade ótima aos 108 dias após semeadura. As características químicas do substrato possibilitaram ótimo desenvolvimento das plantas.

**UNITERMOS:** Manejo hídrico, substrato, viveiro, eucalipto.

### **LOPES, J.L.W., GUERRINI, I.A., SAAD, J.C.C. EFFECTS OF IRRIGATION DEPTHS ON *Eucalyptus grandis* W. (HILL ex. MAIDEN) SEEDLINGS IN COCONUT FIBER SUBSTRATE**

### **2 ABSTRACT**

The aim of this study was to assess the effects of irrigation depths on *Eucalyptus grandis* seedling produced on coconut fiber substrate. The experiments took place in Camará Commercial Farm (Camará Mudas Florestais – Forest Seedling), in Ibaté, SP, from June to September 2003, in a randomized block design experiment with 4 replications and daily irrigations (6, 8, 10, 12 and 14 mm), applied at different times (at 10 am, 1 pm and 4 pm). 108 days after sowing, the following parameters were assessed: aerial part height, bond diameter, aerial part height/bond diameter relation, number of leaf pairs, branch number, aerial part and root dry matter, total dry matter and leaf area. The results pointed out that the irrigation depths as well as the substrate affected the bedder final quality. The survival degree was strongly influenced by the watering laminar flux; i.e., depths of 6 and 8 mm, that drastically compromised the production. Regarding the morphological

characteristics, regression analysis demonstrated that the irrigation depths influenced all parameters. Thus, it can be concluded that irrigation depths of 12 and 14 mm day<sup>-1</sup> helped the better development achieving excellent quality at 108 days after sowing.

**KEYWORDS:** water management, substrate, greenhouse, eucalyptus.

### 3 INTRODUÇÃO

A quantificação da necessidade hídrica na formação das mudas florestais é extremamente importante, pois a sua falta ou excesso pode limitar o desenvolvimento das mudas. A falta de água leva ao estresse hídrico (desejável somente na rustificação das mudas), além da diminuição na absorção de nutrientes, e o excesso pode levar à lixiviação dos mesmos e também proporcionar um micro-clima favorável ao desenvolvimento de doenças, além de ter que se considerar todas as questões sócio-ambientais relativas à economia de água.

O manejo da irrigação em recipientes pequenos, como por exemplo, tubetes, apresenta particularidades quando comparados ao cultivo em solos, devido a maior frequência de irrigação que se dá em função do baixo volume de substrato disponível para a planta. Isto faz com que se deva ter um maior controle da irrigação, prevenindo o estresse hídrico na fase de crescimento. A frequência e o volume de água devem ser determinados para cada tipo de substrato a ser usado (WENDLING & GATTO, 2002). Em substratos com menor capacidade de retenção de água (casca de arroz carbonizada, areia, etc.) é preciso irrigar mais frequentemente do que nos de maior capacidade de retenção (turfas, compostos orgânicos, fibras de coco, etc.).

Para Booman (2000), muitas pessoas desacreditam ou menosprezam o papel do substrato no negócio dos viveiros, olhando-o como menos importante do que assuntos de marketing, mão-de-obra, etc. Lopes (2002) cita a importância dos aspectos relacionados a substratos que podem levar a sérios prejuízos na produção de mudas. Relata informações de vários pesquisadores que justificaram o abandono do solo como substrato para formação de mudas por produtos mais elaborados, com propriedades físicas, químicas e biológicas definidas e previsíveis. No mundo todo, a indústria de substrato para plantas busca materiais substitutos para a turfa, consagrada como componente padrão para o cultivo.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi testar em um substrato de fibra de coco pasteurizada, qual a melhor lâmina de irrigação diária, que garanta melhor qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* em menor período vegetativo.

### 4 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios experimentais de viveiro foram desenvolvidos no período de 19 de junho a 05 de outubro de 2003 na empresa Camará - Mudas Florestais, no município de Ibaté, SP, cuja localização geográfica é a seguinte: 21° 56' de latitude sul, 47° 59' de longitude oeste e aproximadamente 793 metros de altitude.

Foram semeadas 40.000 embalagens (tubetes de 50 cm<sup>3</sup>) de *Eucalyptus grandis* (sementes provenientes de Pomar de Sementes Clonal) e aos 50 dias após semeadura (DAS), as plantas foram divididas em três lotes: pequenas, médias e maiores. Foram separadas e medidas 1600 plantas (do grupo das médias e maiores), para compor a área útil (cada repetição continha 80 plantas úteis) e 680 plantas para compor a bordadura (dupla), com altura e diâmetros equivalentes, que foram alternadas ocupando área de 49 cm<sup>2</sup> cada uma. Foram definidas cinco lâminas de irrigação diárias (6, 8, 10, 12 e 14 mm). Para cada lâmina foi formado um canteiro longitudinal (formado por mesas teladas), constituído pelas plantas divididas em blocos, com quatro repetições. O número de passadas da barra na extensão do canteiro definiu a lâmina bruta de irrigação aplicada.

Como adubação de base foi usada a formulação 15:10:10 de adubo de liberação lenta e realizada uma mistura homogênea com 4 Kg para cada m<sup>3</sup> de substrato. Foram realizadas duas

adubações de cobertura: na primeira adubação, aos 85 dias após a semeadura (DAS), usou-se 3,0 g L<sup>-1</sup> de nitrato de cálcio, 1,0 g L<sup>-1</sup> de sulfato de amônia, 1,0 g L<sup>-1</sup> de nitrato de potássio e 1,2 g L<sup>-1</sup> de sulfato de magnésio; na segunda adubação, aos 100 DAS, usou-se 0,690 g L<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 0,418 g L<sup>-1</sup> de cálcio.

O teste preliminar com barras, para a determinação da vazão necessária e tempo de deslocamento da barra de irrigação foram realizadas no próprio viveiro, bem como três levantamentos (censos) da sobrevivência das mudas. Na Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP de Botucatu foram realizadas as análises morfológicas das plantas e químicas do substrato.

A frequência de aplicação foi definida a partir da experiência prática do autor (LOPES, 2004), em três horários ao longo do dia (10, 13 e 16 horas), com distribuição nos canteiros da seguinte maneira:

- a) Sob lâmina de 6 mm: 2,0 mm em cada um dos horários;
- b) Sob lâmina de 8 mm: 2,0 mm às 10 h e 16 h e de 4 mm às 13 h;
- c) Sob lâmina de 10 mm: 2,0 mm às 10 h e de 4,0 mm às 13 h e 16 h;
- d) Sob lâmina de 12 mm: 2,0 mm às 10 h, 4 mm às 13 h e de 6 mm às 16 h;
- e) Sob lâmina de 14 mm: 2,0 mm às 10 h e de 6 mm às 13 h e 16 h.

Foram desprezadas as chuvas de 1mm (duas ocasiões); para o dia 26 de agosto todos os canteiros não receberam a irrigação das 10h e, para os dias 17 e 27 de setembro, com chuvas de 5 e 8 mm respectivamente ao longo do dia, não foi feita a irrigação.

As características físicas dos substratos foram fornecidas pela Empresa Amafibra-Substratos da Amazônia (LOPES, 2004), demonstrando que a microporosidade deste material é de 74% e a macroporosidade de 20% (porosidade total de 94%).

Para a avaliação química do substrato, foi formada uma amostra composta (sub amostras do terço intermediário das embalagens). As análises foram feitas no Departamento de Recursos Naturais - Ciência do Solo, da FCA. Para determinação dos nutrientes totais foi usada a metodologia do Laboratório de Análise de Fertilizantes e Corretivos. O nitrogênio total (N) foi determinado pelo método semi-micro Kjeldahl.

Para a determinação dos nutrientes disponíveis nos substratos: zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foi seguida a metodologia descrita por Sonneveld et al. (1990 apud ABREU et al. 2002), normalmente empregada pela indústria de substratos da Holanda. Preparou-se uma mistura de uma parte de substrato para duas partes de água destilada (1:2), que permaneceu em repouso durante três horas. A seguir as amostras foram colocadas em um agitador TECNAL a 160 RPM, durante 15 minutos. Após, o material permaneceu em repouso durante 30 minutos e a partir daí, obteve-se o extrato através da filtração em papel filtro. A partir do extrato, utilizando espectrofotômetro de absorção atômica - Perkin Elmer, Mod. 2380® foram determinados os teores disponíveis (em mg L<sup>-1</sup> e g L<sup>-1</sup>) dos nutrientes. Para determinação de fósforo (P), enxofre (S) e boro (B) disponíveis nos substratos, foi usado indução através de plasma, com o equipamento Plasma ICP- Mod. Thermo Jarrel Ash®, do Laboratório de Solo e Planta do Departamento de Produção Vegetal/Área de Agricultura. Para determinação do potencial de hidrogênio (pH) e da condutividade elétrica (EC), adotou-se a mesma metodologia usada para os nutrientes disponíveis, obtendo-se as leituras através de um pH-metro - Micronal, Mod. B474® e um condutivímetro - Mettler Toledo, Mod. MC226®.

Para a determinação das características morfológicas foram avaliadas aos 108 DAS, 800 plantas (10 para cada repetição): altura de parte aérea, diâmetro de colo, área foliar, massa seca de parte aérea, massa seca de raízes, número de pares de folhas e número de ramos. Os instrumentos usados para as determinações foram: paquímetro digital Starrett®- Mod. 727-2001, régua numerada, balança analítica e medidor de área foliar LI-COR®- Mod. LI-3000 A (que foi usado para definir a área foliar de plantas, as quais foram submetidas a um teste de regressão linear para ajuste de equação usada no cálculo das áreas foliares, posteriormente à digitalização das imagens destas folhas).

<sup>1</sup> Informação fornecida por Rubens Duarte Coelho na Defesa da Dissertação de 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 Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

As determinações iniciaram-se na manhã seguinte ao último dia da aplicação das lâminas. Primeiramente, determinou-se o diâmetro das plantas, após a altura da haste, para então serem cortadas e armazenadas em sacos plásticos sob refrigeração, para que de maneira gradativa fossem sendo avaliados os números de folhas e de ramos, digitalizadas as imagens das folhas, separadas as raízes dos substratos e realizada a secagem dos órgãos da planta em estufa a 60°C até obtenção de massa constante.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Características químicas dos substratos

#### 5.1.1 Teores totais de carbono, nitrogênio e matéria orgânica e de pH e EC no extrato 1:2

Conforme apresentado no Quadro 1, no substrato desta pesquisa verificaram-se teores de 90% de matéria orgânica, superior quando comparado a substratos tradicionais (com cascas de árvores, turfa e vermiculita ou de casca de pinus e vermiculita), que apresentam porcentagens de 81 e 40 % respectivamente (LOPES, 2004).

Analisando-se o resultado da relação carbono/nitrogênio (C/N) apresentado no Quadro 1 e comparando com os dados de Gonçalves e Poggiani (1996), que apresentam como adequadas, relações C/N de 8 a 12/1, verifica-se que a relação obtida de 88:1 é extremamente elevada. No entanto, há que se considerar que a recomendação destes autores não levou em consideração o substrato de fibra de coco, que apresenta teores elevados de carbono, porém trata-se de um material estável biologicamente, de maneira que já era esperado que esta relação C/N não fosse prejudicial ao desenvolvimento das mudas.

Para nitrogênio, os valores obtidos nessa pesquisa estão na mesma faixa encontrada por Silva (2003). (Quadro 1).

De acordo com Sturion (1981), independentemente da reação inicial do substrato, havendo água, a tendência natural é a acidificação deste. Ressalta que potenciais de hidrogênio (pH) baixos são prejudiciais (reduzem a atividade de bactérias e actinomicetos). Altos índices de pH diminuem sensivelmente a disponibilidade de fósforo, boro, cobre, zinco, ferro e manganês. Para este autor, o ideal é manter o pH na faixa de 6,0, o qual permitiria a disponibilidade dos nutrientes, não ocasionando problemas de toxidez pelo excesso de alumínio e manganês, porém, para o pH obtido neste experimento, de 4,40, não foram observados esses problemas.

**Quadro 1.** Teores totais de carbono, nitrogênio e matéria orgânica e de pH e EC no extrato 1:2.

Nitrogênio	Matéria Orgânica	Carbono	Relação C/N	pH	EC
	..... % na matéria seca .....	.....			( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )
0,57	90	50	88/1	4,40	1762

#### 5.1.2 Teores de macronutrientes e micronutrientes disponíveis no substrato

Pelos resultados da análise apresentada no Quadro 2 e comparando-se aos níveis ótimos, segundo Abad et al. (1992 apud ANSORENA MINER 1994), para substratos para cultivos, verifica-se que o fósforo, o ferro, o manganês e o zinco estão na faixa ótima e que o cálcio, o magnésio e o boro estão abaixo do nível ótimo (para magnésio a faixa ótima deve ser maior que 70 mg L<sup>-1</sup>, para cálcio maior que 200 mg L<sup>-1</sup> e para boro de 0,005 a 0,5 mg L<sup>-1</sup>) e que o potássio está bem acima da faixa ótima (150 a 249 mg L<sup>-1</sup>), no entanto, não foram verificados efeitos tóxicos nas plantas. Com relação ao boro, este micronutriente encontra-se em teores muito elevados no coco, porém, com o processo industrial de fabricação do substrato de fibra de coco, estes teores são muito diminuídos, chegando até mesmo a zero, como foi o resultado obtido nesse experimento (informação verbal)<sup>1</sup>.

**Quadro 2.** Teores de macro e micronutrientes disponíveis.

Nutriente (mg kg <sup>-1</sup> )									
Fósforo	Potássio	Magnésio	Calcio	Boro	Enxofre	Ferro	Manganês	Cobre	Zinco
9,1	690,8	23,5	11,50	0,0	26,0	0,25	0,78	0,3	0,7

## 5.2 Sobrevivência

Sob a lâmina de 6 mm dia<sup>-1</sup>, aos 24 dias DAL (após a aplicação das lâminas), houve a maior mortalidade de mudas. Para as demais lâminas não houve diferença estatística; porém, analisando-se economicamente, as melhores lâminas para a garantia da sobrevivência das mudas foram as de 10, 12 e 14 mm dia<sup>-1</sup>, onde ocorreram porcentagens mínimas de morte. A partir dos 37 DAL, já com temperaturas diárias bem mais elevadas do que às da ocasião do censo anterior, verificam-se as maiores mortalidades sob as lâminas de 6, 8 e 10 mm dia<sup>-1</sup>. Sob a lâmina de 12 mm dia<sup>-1</sup>, as perdas representaram 4%, o que economicamente ainda é bom. Em relação ao censo realizado aos 42 DAL, ocorreu uma estabilização na sobrevivência sob todas as lâminas, à exceção das mudas sob a lâmina de 6 mm dia<sup>-1</sup>, cujas mortes ainda continuaram a ocorrer. Sob as lâminas de 6, 8 e 10 mm dia<sup>-1</sup> a mortalidade ocorreu em proporções inaceitáveis e sob as lâminas de 12 e de 14 mm dia<sup>-1</sup>, a sobrevivência das mudas foi considerada ótima pois geralmente se observam perdas nos viveiros, próximas de 5% nas fases de crescimento e de rustificação. (Quadro 3).

**Quadro 3.** Sobrevivência das mudas aos 24, 37 e 42 DAL, em função das lâminas de irrigação.

Lâmina (mm dia <sup>-1</sup> )	Sobrevivência		
	24 DAL	37 DAL	42 DAL
6	73,00 b	51,25 e	21,75 e
8	85,25 ab	61,00 d	26,00 d
10	100,00 a	64,75 c	64,75 c
12	100,00 a	96,00 b	96,00 b
14	99,75 a	99,75 a	99,75 a
D.M.S.	17,77	2,15	2,30

D.M.S. – Diferença mínima estatística do Teste de Tukey ( $\alpha = 5\%$ ).

Médias seguidas de letras iguais na vertical não diferem pelo Teste de Tukey ( $\alpha = 5\%$ ).

## 5.3 Características morfológicas

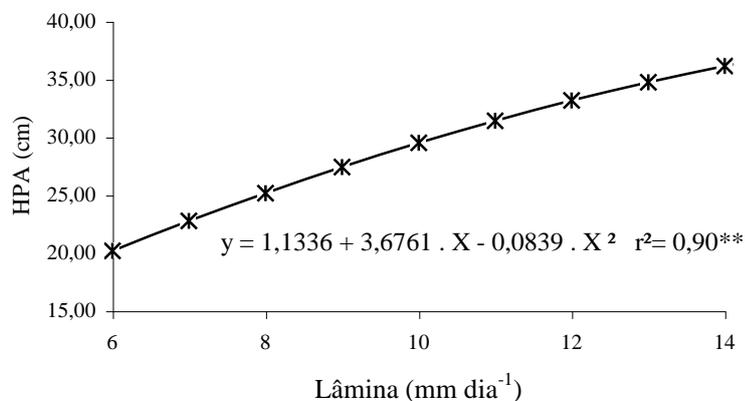
## 5.3.1 Altura de parte aérea (HPA)

Houve boa correlação entre as lâminas de irrigação aplicadas e HPA, pela análise de regressão apresentada na Figura 1. Conforme os critérios de Gomes et al. (1996), que estabeleceram valores de 15 a 30 cm para altura média de mudas de *E. grandis* para plantio. Nesta pesquisa foi verificado altura média de 27,42 cm, com aplicação de lâmina de irrigação de 9 mm dia<sup>-1</sup>. O incremento em altura foi proporcional ao aumento da lâmina até 10 mm dia<sup>-1</sup> (para cada mm de lâmina ocorreu um incremento médio de 2 cm); a partir de então, não seguiu a mesma proporcionalidade, apesar de se manter constante até a lâmina de 14 mm dia<sup>-1</sup> (na faixa de 1,1 a 1,9 cm para cada mm de lâmina).

Considerando e corroborando com os critérios de Gomes et al. (1996), para altura de parte aérea, o ciclo vegetativo das mudas neste experimento poderia ter sido menor (avaliado de 108 DAS).

Rawat et al. (1985) trabalhando com *Eucalyptus tereticornis* mantidos em umidades diferentes, concluíram que o crescimento em altura não foi proporcional ao aumento da umidade. Alvarenga et al. (1994) estudando dois níveis de umidade (um na capacidade de campo e outro com potencial de água no solo de - 1,5 MPa), em *Eucalyptus grandis*,

encontraram crescimento superior a 65% na altura para as plantas produzidas na capacidade de campo.

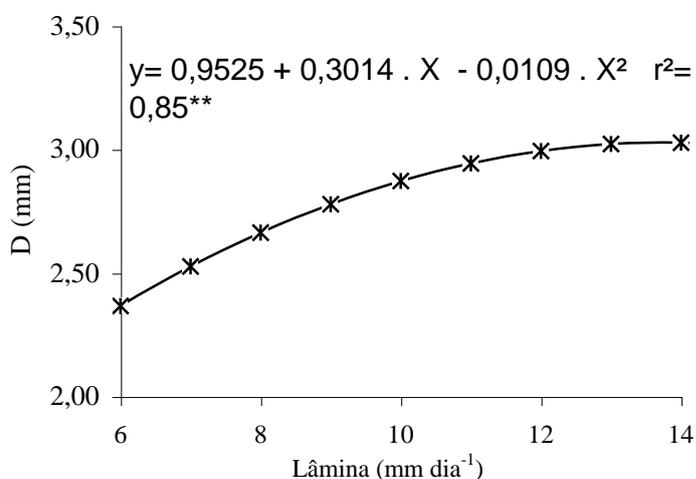


**Figura 1.** Altura das mudas, ao final do ciclo, sob efeito das lâminas de irrigação.

### 5.3.2 Diâmetro de colo

Conforme os critérios de Gomes et al. (1996), que estabeleceram para diâmetro de colo de mudas de *Eucalyptus grandis* para plantio o valor mínimo de 2 mm, nessa pesquisa foi obtido este valor, quando se usou lâmina de 5 mm dia<sup>-1</sup> (Figura 2). No entanto, Lopes (2004), a partir de sua experiência prática, considera que o diâmetro mínimo de 2 mm não seja bom e julga que este valor deva ser maior do que 2,5 mm para mudas de eucalipto. Considerando esta informação, obtiveram-se valores médios maiores do que 2,5 mm de diâmetro a partir da lâmina de 8 mm dia<sup>-1</sup>. Deste modo, o ciclo vegetativo das mudas neste experimento poderia ter sido menor (avaliado de 108 DAS).

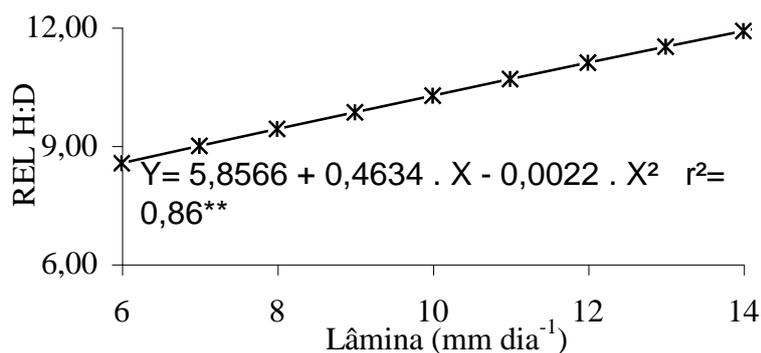
Sasse et al. (1996) e Silva (1998) estudando *Eucalyptus grandis* encontraram diferenças significativas nos diâmetros das mudas submetidas a manejos hídricos diferenciados. Nos trabalhos com clones, quanto maior foi o estresse aplicado menor foi o crescimento em diâmetro (SASSE et al., 1996). Nos trabalhos com sementes, apesar de ter havido diferença significativa entre os níveis de estresse, não houve esta tendência (SILVA, 1998).



**Figura 2.** Diâmetro de colo das mudas, ao final do ciclo, sob o efeito das lâminas de irrigação.

### 5.3.4 Relação entre altura e diâmetro

Pela análise de regressão (obtida pelo ajuste de modelos linear e quadráticos) apresentada na Figura 3, verifica-se que houve correlação entre as lâminas de irrigação aplicadas e a relação H:D das mudas, sendo que a relação aumentou à medida que se aumentou a lâmina, em proporções constantes até a lâmina de 12 mm dia<sup>-1</sup>; a partir daí o aumento na relação H:D ocorreu em índices menores.

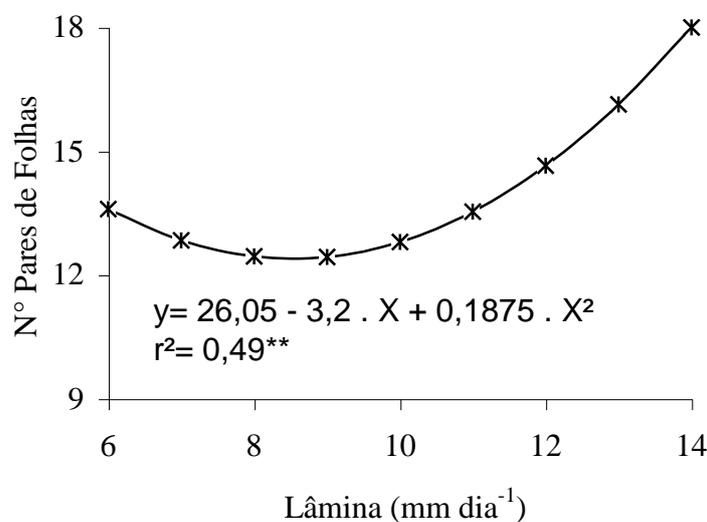


**Figura 3.** Relação H:D das mudas, ao final do ciclo, sob o efeito das lâminas de irrigação.

### 5.3.5 Número de Pares de Folhas

Houve correlação entre as lâminas de irrigação aplicadas e o número de pares de folhas nas mudas, conforme análise de regressão demonstrada na Figura 4, sendo que o número de pares de folhas nas mudas diminuiu até a lâmina de 10 mm dia<sup>-1</sup>; a partir desta aumentou gradativamente (aproximadamente 2 pares para cada mm de lâmina).

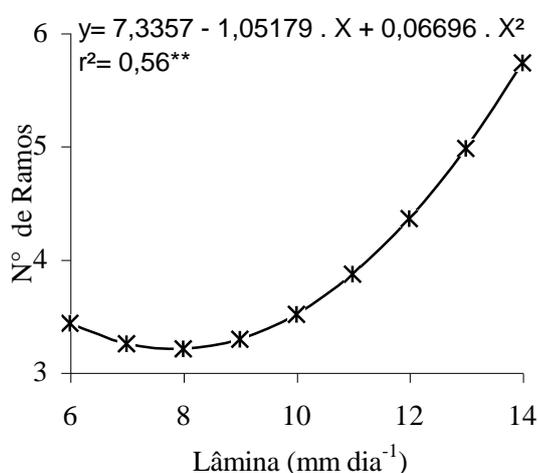
De modo geral, não se encontram trabalhos com mudas de eucalipto em que sejam quantificados os números de pares de folhas.



**Figura 4.** Número de pares de folhas, ao final do ciclo, sob o efeito das lâminas de irrigação.

### 5.3.6 Número de Ramos

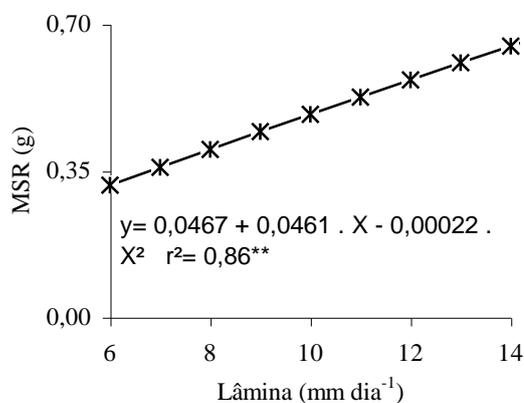
Com relação ao número de ramos foi verificada correlação entre as lâminas de irrigação aplicadas e esta característica, conforme modelo de regressão linear apresentado na Figura 5. O desenvolvimento de qualquer parte da planta está comprovadamente relacionado à disponibilidade de água. No entanto, algumas características sofrem também a influência direta da competição a que as plantas estão submetidas, como é o caso do número de ramos, que é relacionado ao espaço que cada planta ocupa para desenvolver-se (quanto maior a área que a planta ocupa, menor será a desrama natural). A experiência prática do autor (LOPES, 2004) demonstra que plantas produzidas ocupando área aproximada de 25 cm<sup>2</sup> (cada uma) de modo geral não apresentam ramos, o que justifica a ausência deste critério de qualidade nos trabalhos publicados até então com mudas de eucalipto. De modo geral, até 2001, nos viveiros florestais, a produção ocorria com este espaçamento (ou similar) entre plantas.



**Figura 5.** Número de ramos, ao final do ciclo, sob o efeito das lâminas de irrigação.

### 5.3.7 Matéria seca de raízes

A matéria seca de raízes (MSR) das mudas foi influenciada pelo regime hídrico, como pode ser verificado na análise de regressão apresentada na Figura 6. Ocorreu um aumento gradativo da matéria seca radicular, conforme se aumentou a lâmina (cerca de 0,4 g de MSR para cada mm de lâmina).

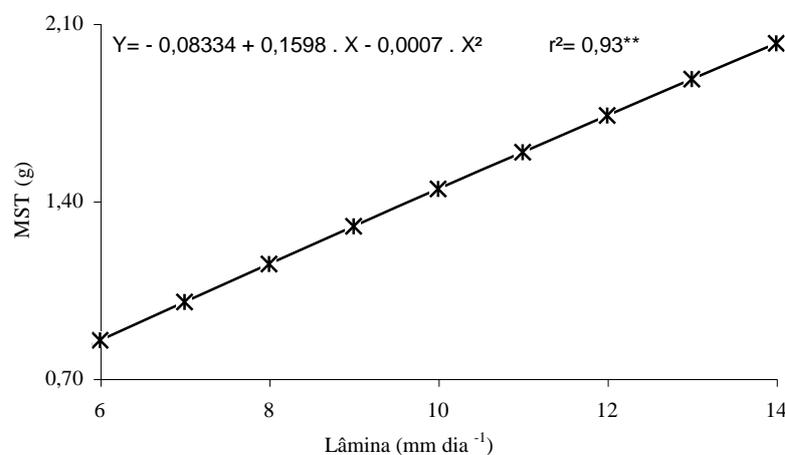


**Figura 6.** Matéria seca de raízes das mudas, ao final do ciclo, sob o efeito das lâminas de irrigação.

Para matéria seca radicular em *E. grandis*, Alvarenga et al. (1994) encontraram valores proporcionais à quantidade de água aplicada. Silva (2003) relata que Bachelard (1986), não observou diferenças para esta característica entre as espécies *E. maculata* e *E. sieberi*, em relação ao potencial de água no solo. Corroborando com este resultado, Ismael (2001) observou que a matéria seca radicular de *E. grandis* não diferiu entre os potenciais de  $-0,05$  e  $-1,5$  MPa no substrato.

### 5.3.8 Matéria seca total

Com relação a esta característica, foi encontrada boa correlação, como é demonstrado na análise de regressão apresentada na Figura 7. O incremento foi crescente (0,14 g para cada mm de lâmina aplicada).



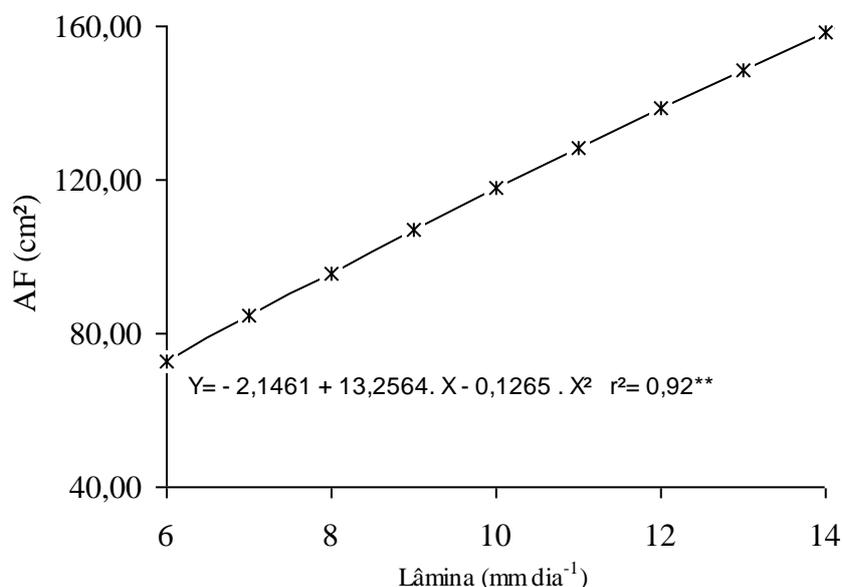
**Figura 7.** Matéria seca total das mudas, ao final do ciclo, sob o efeito das lâminas de irrigação.

Alvarenga et al. (1994) observaram em *E. grandis*, redução na MST pelo nível de estresse hídrico. No entanto, Ismael (2001), observou que não houve diferenças entre os regimes hídricos no conteúdo de matéria seca total. Myers e Landsberg (1989) estudando mudas de *E. maculata* e *E. brockwayi*, sob diferentes regimes hídricos, observaram o aumento de matéria seca proporcional ao menor regime hídrico, Teixeira et al. (1995), concluíram que a MST, em diversos clones de *Eucalyptus* spp foi afetada de modo favorável pelo nível de água no solo. Para Silva (1998), mudas de *E. grandis* em regime hídrico severo, apresentaram menores conteúdos de MST.

### 5.3.9 Área foliar

À medida que a lâmina de água aplicada era maior (até 13 mm dia<sup>-1</sup>), o aumento em área foliar foi de 10 cm<sup>2</sup> para cada mm dia<sup>-1</sup> de água aplicada; a partir desta lâmina foi de 9 cm<sup>2</sup> (Figura 8).

Resultados similares foram obtidos por Silva (1998) e Ismael (2001), em mudas de *Eucalyptus grandis*, para os quais ocorreu redução da área foliar à medida que o estresse hídrico era mais severo, ou seja, sob menores lâminas de água, as folhas apresentaram redução no seu tamanho. Silva (2003) não encontrou diferença estatística para esta característica quando avaliou dois níveis de estresse em mudas de *E. grandis*, o que é justificado pelo fato das mudas "já terem crescido" e estarem na fase de rustificação, quando da aplicação dos níveis de estresse.



**Figura 8.** Área foliar das mudas, ao final do ciclo, sob o efeito das lâminas de irrigação.

## 6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, foi possível concluir que:

- ⇒ As lâminas de irrigação aplicadas de 12 e de 14 mm dia<sup>-1</sup> foram as que mais contribuíram para o desenvolvimento das mudas de *Eucalyptus grandis*;
- ⇒ Lâminas de irrigação de 6 e 8 mm dia<sup>-1</sup>, nas fases de crescimento e rustificação só podem ser aplicadas quando o objetivo é a seleção massal de plantas resistentes à seca, já que a grande maioria morre em função da falta de água; porém isto precisaria ser testado em campo por Melhoristas;
- ⇒ Todas as características morfológicas avaliadas foram influenciadas pelos substratos e pelas lâminas de irrigação aplicadas;
- ⇒ Foi possível obter mudas de ótima qualidade aos 108 DAS, no período de 19 de junho a 05 de outubro, sob lâmina de 12 mm dia<sup>-1</sup>, no entanto, considerando-se diâmetros de 2,5 mm e altura de 30 cm, este ciclo poderia ter sido reduzido.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M.F. de.; ABREU, C.A. de. BATAGLIA, O.C. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. 2002, **Documentos do Instituto Agrônomo**, Campinas, n.70. p. 17 – 28, 2002.

ALVARENGA, R.C., et al. Efeitos do conteúdo de água no solo e da poda de raízes sobre o crescimento de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 18, n. 2, p. 107 – 114, 1994.

ANSORENA MINER, J. **Sustratos**: propiedades y caracterización. Madrid: Mundi-Prensa, 1994. 172 p.

BOOMAN, J.L. Evolution of California substrates used in ornamental horticulture. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE SUBSTRATO PARA PLANTAS, 1, 2002. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Genesis, 2000. p. 139 –146.

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

GONÇALVES, J.L.M.; POGGIANI, F. Substratos para produção de mudas florestais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Resumos...** Piracicaba: Sociedade Latino Americana de Ciência do Solo, 1996. 1- CD-ROM.

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)**. 2001. 106 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

LOPES, J.L.W. **Efeitos de diferentes substratos na qualidade e no ciclo de produção de mudas de *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis***. 2002. 76 f. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2002.

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 Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

MYERS, B.J.; LANDSBERG, J.J. Water stress and seedling growth of two eucalypt species from contrasting habitats. **Tree Physiology**, Canberra - Austrália, v. 5, n. 2, p. 207 – 218, 1989.

RAWAT, P.S.; GUPTA, B.B.; RAWAT, J.S. Transpiration as affected by soil moisture in *Eucalyptus tereticornis* seedlings. **Indian Forester**, Dehra Dun – India, v.110, n.1, p.35-39, 1985.

SASSE, J. et al. Comparative responses of cuttings and seedlings of *Eucalyptus globulus* to water stress. **Tree Physiology**, Victoria - Austrália, v. 16, n.1 - 2, p. 287 – 294, 1996.

SILVA, M.R. **Caracterizações morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (HILL ex MAIDEN) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação**. 1998. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - 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 Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

STURION, J.A. **Métodos de produção e técnicas de manejo que influenciam o padrão de qualidade de mudas de espécies florestais**. Curitiba. Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro – Sul, 1981. 33 p. (Apostila).

TEIXEIRA, P.C. et al. Nutrición potásica y relaciones hídricas en plantas de *Eucalyptus* spp. **Bosque**, Santiago - Chile, v. 16, n. 1, p. 61 – 68, 1995.

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