

CRESCIMENTO DE MUDAS CLONAIS DE EUCALIPTO SUBMETIDAS A DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS (FASE 1 - VERÃO DE 2003)¹

Y. B. G. GRUBER², D. DOURADO NETO³, M. R. da SILVA⁴, M.C.S. NOGUEIRA³

RESUMO: Visando otimizar o uso da água, o presente trabalho refere-se ao crescimento morfológico de mudas de eucalipto submetidas a diferentes regimes hídricos. O experimento foi conduzido a pleno sol, por 56 dias, durante o verão de 2003. Os tratamentos foram constituídos por 4 lâminas de água (*H0*, *H1*, *H2* e *H3*) e 2 clones (*CA* - *E. urophylla* x *E. grandis* e *CB* - *E. urophylla* cultivar *plathyphylla*), dispostos em blocos casualizados, no esquema de faixas. Foram avaliados: diâmetro, altura, área foliar e massa de matéria seca (particionada). Os tratamentos influenciaram o desenvolvimento das mudas. O maior crescimento, em média, foi obtido pelo clone *CB*. A lâmina total aplicada sobre o dossel variou entre 597,14 mm (*H0*) e 363,69 mm (*H3*). Em função da eficiência no uso da água, o manejo *H2* (426,46 mm) foi o mais propício ao desenvolvimento da mudas, representando uma economia de 28,6% na lâmina total aplicada, quando comparado à testemunha (*H0*).

PALAVRAS-CHAVE: *Eucalyptus spp.*, irrigação, viveiro.

GROWTH OF EUCALYPTS SEEDLINGS CLONE UNDER DIFFERENT WATER MANAGEMENT (PHASE 1 - SUMMER OF 2003)

SUMMARY: Seeking to optimize the water use, the present work refers to the morphologic growth of eucalyptus seedlings submitted to different water levels. The experiment was driven in open field, by 56 days, during the summer of 2003. The treatments were constituted of 4 water sheets (*H0*, *H1*, *H2* and *H3*) and 2 clone (*CA* - *E. urophylla* x *E. grandis* e *CB* - *E. urophylla* cultivated variety *plathyphylla*), that were disposed in randomized blocks, in the outline strips. Were evaluated stem diameter, height of the aerial part, foliated area and the dried mass. The treatments influenced in the growth of the seedlings. The largest growth, on average, it was obtained by *CB*. The total sheet applied on the canopy varied between 597.14 mm (*H0*) and 363.69 mm (*H3*). Usually, the management *H2* (426.46 mm) was favored the best development, representing an economy of 28.6% in the total sheet applied.

KEYWORDS: *Eucalyptus spp.*, irrigation, nursery.

¹ Parte integrante da dissertação do primeiro autor (Programa de Pós-Graduação em Irrigação e Drenagem, ESALQ/USP).

² Engenheira Florestal, Msc. Irrigação e Drenagem. Laboratório de Ecofisiologia Florestal e Silvicultura, Departamento de Ciências Florestais, ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, 11, 13418-900, (19) 2105.8689, Piracicaba, SP. e-mail: yanegruber@yahoo.com.br

³ Professor Titular, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

⁴ Professor Doutor, Faculdade de Ciências Agronômicas, FCA/UNESP, Botucatu, SP.

INTRODUÇÃO

A prática da irrigação é capaz de aumentar a produtividade das culturas, mas, quando é realizada de forma empírica, pode vir a prejudicar o desenvolvimento das plantas. O excesso hídrico costuma ser mais nocivo do que a falta, uma vez que contribui com o aumento na ocorrência de doenças, baixa oxigenação em torno do sistema radicular e maior lixiviação de nutrientes, além do desperdício com água e energia elétrica. Os níveis ótimos de água devem ser suficientes para suprir as necessidades metabólicas e proporcionar o máximo crescimento; mas, o manejo da irrigação não deve impactar, em demasia, no recurso hídrico. A busca pela produção sustentável tem evidenciado a necessidade de um melhor entendimento da fisiologia de crescimento das espécies, assim como suas relações hídricas. Diversos autores relatam que o suprimento de água afeta direta ou indiretamente quase todos os processos ocorridos na planta e que, em média, 5% do total absorvido são utilizados na manutenção do metabolismo, o restante é transpirado. Fundamentado na fotossíntese líquida, o crescimento pode ser estudado, em alguns casos, simplesmente pela determinação da altura, porém, às vezes é necessário medir massa seca total ou de órgãos individuais, diâmetro, área foliar, entre outros.

O monitoramento das plantas possibilita a adoção de regime hídrico adequado para cada cultura, fase de desenvolvimento e período do ano. Como no setor florestal são poucos os estudos sobre a otimização do manejo hídrico na produção de mudas florestais, Silva (2003) cita que o fato faz com que a irrigação seja praticada de forma bastante empírica, na qual apenas o exame visual determina o momento, a conduta e a lâmina de irrigação. O presente trabalho busca, por meio de avaliações morfológicas, o estabelecimento de níveis de água de irrigação adequados para garantir o pleno crescimento de mudas clonais de eucalipto.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na fase de crescimento das plantas, a pleno sol, por 56 dias. O experimento (Fase 1) foi conduzido no verão, de 27/01/03 a 24/03/2003, no viveiro florestal da Eucatex (Bofete/SP), próximo às coordenadas geográficas 23°04' de Latitude Sul e 48°11' de Longitude Oeste, e altitude de 580 m. O clima da região é classificado por Köppen como Cwa (mesotérmico úmido, com temperatura ($T^{\circ}C$) no mês mais frio entre 18 e -3°C, $T^{\circ}C$ média do mês mais quente superior a 22°C, verão chuvoso e inverno seco e precipitação (Ppt) média do mês mais seco inferior a 60 mm). Foram coletados dados de $T^{\circ}C$ (máxima e mínima), umidade relativa do ar (máxima e mínima), evaporação do Tanque Classe A e Ppt .

Mudas clonais de *E.urophylla* x *E.grandis* (CA) e *E.urophylla* cultivar *plathyphylla* (CB) foram produzidas conforme exposto por Gruber (2006). A densidade de produção dos clones foi diferenciada, em 390 mudas m⁻² (CA) e 280 mudas m⁻² (CB). Após a instalação do experimento, as mudas foram submetidas a regimes hídricos diferenciados pelo tempo de acionamento do sistema de irrigação, distribuídos em 4 níveis: *H0* (0,33h), *H1* (0,25h), *H2* (0,17h) e *H3* (0,08h). O manejo *H0* (testemunha) representou o operacional do viveiro. Cada lâmina foi aplicada três vezes ao dia, por volta das 7, 11 e 16h, salvo sob condições adversas (índice de chuva elevado). Mediante o sistema de irrigação não possuir válvulas reguladoras de pressão, as linhas apresentaram vazões distintas, mas, o manejo adotado (mesma ordem de acionamento das linhas e quadras) permitiu que a vazão na linha fosse considerada constante.

A irrigação foi realizada sobre o dossel das mudas com microaspersores NaanDan[®] (vazão nominal 0,26 m³ h⁻¹ e pressão de serviço 1,5 bar) com asas giratórias de longo alcance (tipo bailarina), posicionados a uma altura de 1,5 m do chão e 0,85 m acima da estrutura dos canteiros. O espaçamento entre emissores (*Se*) foi de 5 m e entre linhas de irrigação (*Sl*) de 4,6 m (diâmetro molhado 23 m²). A lâmina de irrigação aplicada (*L_I*, mm) foi calculada conforme a Equação 1. Para o cálculo da lâmina total (*L_T*, mm) somou-se aos valores de *L_I*, a lâmina de chuva (*L_C*, mm). Como forma de estimativa, calculou-se a lâmina diária estimada (*L_{DE}*), fundamentada na lâmina total (*L_T*) e dividida pelo número de dias do ciclo (no caso, 56).

$$L_I = \frac{q}{Se.Sl} . 1000 . t \quad (1)$$

Em que: *q* – vazão do microaspersor, m³ h⁻¹; *t* – tempo total de acionamento da irrigação, h.

O experimento foi instalado em blocos casualizados (4 blocos), no esquema em faixas. Foram adotados 4 regimes hídricos (distribuídos em faixas verticais) e 2 clones (distribuídos em faixas horizontais), originando os 8 tratamentos presentes em cada bloco (*H0CA*, *H0CB*, *H1CA*, *H1CB*, *H2CA*, *H2CB*, *H3CA* e *H3CB*), e as 32 parcelas (valor da parcela é resultante da média de 4 mudas). A primeira avaliação foi feita no dia de instalação (42 dias após estaquia - DAE) e a última aos 98 DAE. Foram feitas 5 avaliações destrutivas, efetuadas a cada 14 dias, sendo que: i) bordadura não foi avaliada; ii) mudas coletadas foram repostas com tubetes marcados para que não fossem coletadas posteriormente. Em cada planta avaliada foram mensurados: diâmetro do caule (DC), altura da parte aérea (HPA), área foliar (AF) e massa seca: foliar (MSF), caulinar (MSC), parte aérea (MSPA), radicular (MSR) e total (MST). A análise dos dados foi efetuada com ANOVA. Os cálculos estatísticos foram processados no SAS[®]. Primeiro foi verificada a normalidade dos dados ao nível de 1%. Posteriormente, por meio do procedimento “Proc Mixed”, aplicou-se a técnica de comparação

múltipla como forma de testar as causas de variação (bloco e tratamentos) sobre os resultados. Foram testados os efeitos de *bloco*, *bloco x lâmina*, *bloco x clone*, *lâmina*, *clone* e *lâmina x clone*. Estabeleceu-se o nível de 5% de significância para os resultados do “Teste t”. Quando a interação *lâmina x clone* foi significativa, foi necessário desmembrá-la com o recurso “slice”.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O elevado índice de chuvas (L_C) no período do experimento (304,6 mm) interferiu no manejo da irrigação. Todavia, o clima foi propício ao desenvolvimento das mudas. A média de temperatura, umidade relativa do ar e evaporação Tanque Classe A foram de 25,3°C, 62,8% e 4,8 mm.dia⁻¹, respectivamente. Conforme os regimes hídricos praticados (Tabela 1), a lâmina total (L_T) aplicada sobre o dossel variou entre 597,14 mm ($H0$) e 369,69 mm ($H3$).

Tabela 1. Tempo de acionamento do sistema de irrigação (t , h), vazão média (q , m³ h⁻¹), lâmina de irrigação (L_I , mm), lâmina total (L_T , mm) e lâmina diária estimada (L_{DE} , mm dia⁻¹).

Regime hídrico	t (h)	q (m ³ h ⁻¹)	L_I (mm)	L_T (mm)	L_{DE} (mm)
H0	35,60	0,189	292,54	597,14	10,66
H1	27,60	0,178	213,60	518,20	9,25
H2	19,60	0,143	121,86	426,46	7,62
H3	11,52	0,130	65,09	369,69	6,60

$$L_T = L_C (304,6 \text{ mm}) + L_I.$$

Os resultados morfológicos foram semelhantes na 1ª (42 DAE), 2ª (56 DAE) e 3ª (70 DAE) avaliações, porém a partir da 4ª avaliação (84 DAE) os níveis de água influenciaram no crescimento das mudas de ambos os clones. Os resultados, a seguir, referem-se aos valores da última avaliação (98 DAE), época em que as mudas estariam aptas à expedição. São apresentadas algumas discussões e conclusões que serviram de base para sugestão de manejo hídrico adequado. A Tabela 2 indica quais efeitos promoveram (ou não) diferenças ao nível de 5% de significância, porém, a descrição mais detalhada dos resultados estatísticos foi exposta por Gruber (2006), uma vez que a saída do “Proc Mixed” exibe tabelas com valores numéricos completos, dos tratamentos e da interação entre eles, sendo impraticável elucidá-los no artigo.

DC: O efeito clone foi a única causa de variação significativa à 5%. CA (1,95 mm) apresentou diâmetro inferior ao CB (2,00 mm), com diferença significativa. Os regimes hídricos (Tabela 1) não variaram significativamente entre si, mas, $H0$ (2,01 mm) tendeu ao maior crescimento, contudo, $H1$ (1,98 mm), $H2$ (1,99 mm) e $H3$ (1,93 mm) também apresentaram valor próximo ao padrão de qualidade exposto por Guerreiro e Colli Jr. (1984), porém, em nenhum tratamento o valor de diâmetro foi maior ou igual a 4 mm (padrão de Alfenas et al., 2004).

HPA: As alturas atenderam aos padrões (Alfenas et al., 2004 e Guerreiro e Colli Jr., 1984), sendo a maior, estimada em $H2CB$ (26,10 cm), seguida por $H1CB$ (25,03 cm), $H3CB$ (23,09

cm) e *H0CB* (22,68 cm), neste caso, só a diferença entre *H0* e *H3* não foi significativa. Para o clone *CA*, *H1CA* (23,62 cm) foi seguido por *H2CA* (22,78 cm), no entanto o pior valor foi apresentado por *H3CA* (20,66 cm) e não por *H0CA* (21,94 cm) e todos os resultados diferiram entre si. Ao comparar os melhores tratamentos à testemunha, as plantas cresceram cerca de 0,06 cm mm⁻¹ (de água aplicado) em *H2CB* e 0,05 cm mm⁻¹ em *H1CA*, enquanto que, sob *H0CB* e *H0CA* cresceram menos de 0,04 cm mm⁻¹. O crescimento decorrente da aplicação da diária de *H2* (7,66 mm dia⁻¹) foi semelhante ao relatado por Lopes (2004), para 9 mm dia⁻¹.

Tabela 2: Resultado do teste dos efeitos fixados, para os parâmetros morfológicos (98 DAE).

	Efeito	GLN	GLD	F	Pr>F		Efeito	GLN	GLD	F	Pr>F
DC	<i>L_T</i>	3	24	2,46	0,0876	MSC	<i>L_T</i>	3	10,80	13,34	0,0006
	<i>C</i>	1	24	6,18	0,0203		<i>C</i>	1	5,66	15,31	0,0088
	<i>L_TxC</i>	3	24	0,57	0,0638		<i>L_TxC</i>	3	7,15	13,36	0,0026
HPA	<i>L_T</i>	3	10,70	43,98	<0,0001	MSPA	<i>L_T</i>	3	10,10	14,35	0,0006
	<i>C</i>	1	5,72	64,05	0,0003		<i>C</i>	1	4,76	9,91	0,0272
	<i>L_TxC</i>	3	7,83	9,05	0,0063		<i>L_TxC</i>	3	8,73	13,24	0,0013
AF	<i>L_T</i>	3	21	7,25	0,0016	MSR	<i>L_T</i>	3	9	0,69	0,5782
	<i>C</i>	1	21	13,48	0,0014		<i>C</i>	1	3	60,11	0,0045
	<i>L_TxC</i>	3	21	0,36	0,7811		<i>L_TxC</i>	3	9	10,48	0,0027
MSF	<i>L_T</i>	3	9,51	12,46	0,0012	MST	<i>L_T</i>	3	9	5,72	0,0180
	<i>C</i>	1	4,81	4,54	0,0885		<i>C</i>	1	3	61,41	0,0043
	<i>L_TxC</i>	3	9,08	4,68	0,0307		<i>L_TxC</i>	3	9	1,83	0,2112

Nota: DC – diâmetro; HPA – altura, AF – área foliar; MSF – massa seca foliar; MSC – massa seca caulinar; MSPA – massa seca parta aérea; MSR – massa seca radicular; MST – massa seca total; GLN – grau de liberdade do numerador; GLD – grau de liberdade do denominador; F – teste “F”; Pr>F – considerar 5% de significância.

AF: Os efeitos *lâmina* e *clone*, analisados individualmente foram significativos. A AF de *CB* (58,73 cm² muda⁻¹) foi maior que *CA* (51,10 cm² muda⁻¹). Ao comparar os regimes hídricos, *H2* (60,21 cm² muda⁻¹) foi superior principalmente, a *H0* (48,51 cm² muda⁻¹). Apesar da tendência, *H2* não diferiu de *H1* (58,95 cm² muda⁻¹), e *H3* (51,97 cm² muda⁻¹) não diferiu de *H0*. Lopes (2004) constatou maior expansão foliar em mudas com aplicação de 14 mm dia⁻¹.

MSF: Apesar do efeito *lâmina* ser expressivo, somente *H2* e *H3* promoveram interações significativas com os clones. O maior valor foi obtido em *H2CB* (0,216 g muda⁻¹), diferente significativamente do segundo maior valor, *H3CB* (0,218 g muda⁻¹), o qual, não diferiu de *H1CB* (0,213 g muda⁻¹), *H1CA* (0,217 g muda⁻¹) e *H2CA* (0,216 g muda⁻¹). Os valores mais baixos foram em *H0CB* (0,188 g muda⁻¹), *H0CA* (0,184 g muda⁻¹) e *H3CA* (0,188 g muda⁻¹).

MSC: O tratamento *H2CB* (0,109 g muda⁻¹) propiciou o maior valor, seguido por *H1CB* (0,097 g muda⁻¹), *H3CB* (0,096 g muda⁻¹) e por fim, *H0CB* (0,088 g muda⁻¹), sendo que só *H3* e *H1* não diferiram entre si. Para *CA*, a MSF decresceu conforme, *H1CA* (0,096 g muda⁻¹), *H2CA* (0,092g muda⁻¹), *H0CA* (0,089g muda⁻¹) e *H3CA* (0,076g muda⁻¹), sendo *H3* diferente.

MSPA: Os resultados demonstram que *H2CB* (0,351 g muda⁻¹) promoveu novamente o maior valor. Apesar de tender ao maior crescimento no *CA*, a lâmina *H1* não diferiu estatisticamente de *H2*, conforme ocorrido em MSC. Os tratamentos com *H0* foram menos expressivos, tanto

que *H0CA* (0,274 g muda⁻¹) não diferiu ao menos do pior resultado, *H3CA* (0,264 g muda⁻¹).

MSR: *H1CB* (0,180 g muda⁻¹) gerou o valor mais elevado, no entanto, *H1CB*, *H2CB* (0,178 g muda⁻¹) e *H0CB* (0,177 g muda⁻¹) não diferiram significativamente. Nos tratamentos com *CA*, os valores foram inferiores, até mesmo, ao pior tratamento com *CB*, sendo *H2CA* (0,151 g muda⁻¹), *H3CA* (0,149 g muda⁻¹), *H0CA* (0,132 g muda⁻¹) e *H1CA* (0,131 g muda⁻¹).

MST: Os resultados foram semelhantes ao exposto anteriormente. *CB* (0,488 g muda⁻¹) foi estatisticamente diferente de *CA* (0,431 g muda⁻¹), o que pode estar associado a maior densidade de produção em *CB*. O regime *H2* (0,494 g muda⁻¹) promoveu maior acúmulo de matéria seca, principalmente perante *H0* (0,429 g muda⁻¹), que representou o pior incremento de MST. Sabe-se que qualquer mudança nas condições favoráveis pode provocar um estresse capaz de alterar o ritmo normal de crescimento das plantas, neste caso, um provável excesso hídrico (*H0*) foi mais prejudicial do que uma provável deficiência (*H3*), na análise de todos os parâmetros, verifica-se que *H2* foi o regime hídrico mais adequado ao crescimento das mudas.

CONCLUSÃO

Os tratamentos influenciaram na produção das mudas de eucalipto. As mudas do clone *E. urophylla* cultivar *plathyphylla* (*CB*) apresentaram maior crescimento. A lâmina total (L_T) aplicada sobre o dossel variou entre 597,14mm (*H0*) e 369,69mm (*H3*). Os tratamentos com *H2* (426,46mm) promoveram o maior crescimento na maioria dos parâmetros avaliados. No caso de adoção de manejo hídrico, em condições e lâmina semelhantes a *H2* (lâmina diária estimada em 7,5 a 8,0mm dia⁻¹), o desenvolvimento adequado das mudas permite uma economia no uso da água em torno de 28,6% (de 25 a 30%), quando comparado à testemunha.

REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.V.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. UFV: 2004.
- GRUBER, Y.B.G. *Otimização da lâmina de irrigação na produção de mudas clonais de eucalipto (Eucalyptus urophylla x E. grandis e E. urophylla var. plathyphylla)*. 2006. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.
- GUERREIRO, C.A.; COLLI JUNIOR, G. Controle da qualidade de mudas de *Eucalyptus* spp. In: Métodos de produção e controle de qualidade de sementes e mudas florestais, 2. Anais... Curitiba: UFPR-FUPEF, 1984.
- LOPES, J.L.W. *Produção de mudas de Eucalyptus grandis W. (Hill ex. Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação*. 2004. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2004.
- SILVA, M.R. da. *Efeito do manejo hídrico e da aplicação de potássio na qualidade de mudas de eucalyptus grandis W. (Hill ex. Maiden)*. 2003. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista "Júlio de mesquita Filho", Botucatu, 2003.