

CRESCIMENTO DE MUDAS CLONAIIS DE EUCALIPTO SUBMETIDAS A DIFERENTES REGIMES HÍDRICOS (FASE 2 - INVERNO DE 2003)¹

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

RESUMO: O experimento objetivou avaliar o crescimento morfológico de mudas de 2 clones de eucalipto (*E.urophylla* x *E.grandis*-CA e *E.urophylla* cultivar *plathyphylla*-CB), produzidas a pleno sol, em 4 manejos hídricos distintos (*H0*, *H1*, *H2* e *H3*), no total de 8 tratamentos, dispostos em blocos casualizados (4), no esquema em faixas, no total de 32 parcelas. Foram avaliados: diâmetro, altura, área foliar e massa seca: foliar, caulinar, parte aérea, radicular e total, em 5 avaliações destrutivas. A lâmina total (L_T) variou 443,93 mm (*H0*) e 124,92 mm (*H3*), sendo que destes, 55 mm foram oriundos da chuva (L_C) e o restante da irrigação (L_I). O clone CA apresentou tendência a crescer mais do que CB. O crescimento em *H3* foi inferior e diferentes dos demais, caracterizado por uma provável deficiência hídrica. O maior incremento, ao final da fase de crescimento, foi observado em *H1* (330,77 mm), indicando possibilidades de otimização no uso da água em 25,5%, quando comparado a *H0*.

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

GROWTH OF EUCALYPTS SEEDLINGS CLONE UNDER DIFFERENT WATER MANAGEMENT (PHASE 2 - WINTER OF 2003)

SUMMARY: The experiment had for objective to evaluate the morphologic growth of two clones eucalypts seedlings (*E.urophylla* x *E.grandis*-CA and *E.urophylla* cultivate variety *plathyphylla*-CB), in open field produced, in 4 different waters management (*H0*, *H1*, *H2* and *H3*). Were installed 8 treatments, disposed in randomized blocks (4), in the strips, totaling 32 portions. Were evaluated stem diameter, aerial part height, foliated area and dried mass, in five evaluations. The total sheet (L_T) varied of 443.93 mm (*H0*) to 124.92 mm (*H3*), and of these, 55 mm were originating from of the rain (L_C). The CA clone presented tendency to grow more than CB. The growth in *H3* was inferior and different from the others, characterized by a probable water deficiency. The largest increment, it was observed in *H1* (330.77 mm), with possibilities the water use optimization in 25.5%, when compared *H0*.

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 Agrônômicas, FCA/UNESP, Botucatu, SP.

INTRODUÇÃO

A influência do fator hídrico está direta e indiretamente relacionada ao crescimento das plantas. Diversos autores citam que deficiências cíclicas severas provocam reduções na altura, no diâmetro do caule, na área foliar, entre outros, e conseqüentemente, na produção de matéria seca. A magnitude das perdas varia em função de características ambientais, genéticas e, especialmente, de manejo silvicultural (passível de adequações durante o desenvolvimento da planta). REIS et al., (1988) constaram que mudas de *Eucalyptus grandis* foram mais sensíveis ao estresse hídrico do que *E. camaldulensis*, com imediata paralisação em altura e posteriormente em diâmetro. Mesmo a fertilização, utilizada para favorecer o crescimento, está relacionada à disponibilidade hídrica, visto que o transporte de elementos minerais até a superfície das raízes depende da umidade do solo. No inverno, segundo ALFENAS et al. (2004) a suplementação nutricional é ainda mais importante em virtude da continuidade do processo de lixiviação de nutrientes pela água da chuva e/ou irrigação e, diante da menor atividade metabólica da planta. O presente trabalho visa determinar um manejo hídrico adequado ao crescimento de mudas clonais de eucalipto, de forma a otimizar a irrigação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento (Fase 2) foi conduzido entre os dias 04/08/2003 e 29/09/2003, na fase de crescimento de mudas, a pleno sol. Foi realizado no viveiro da Eucatex (Bofete/SP), localizado a aproximadamente 580 m de altitude, 23°04' de Latitude Sul e 48°11' de Longitude Oeste. Conforme classificação de Köppen, a região apresenta clima do tipo *Cwa* (mesotérmico úmido, com verões chuvosos e invernos secos - inferior a 60 mm). Valores diários de umidade relativa do ar, temperatura, evaporação em tanque Classe A e precipitação foram coletados.

As mudas dos clones *E. urophylla* x *E. grandis* (CA) e *E. urophylla* cultivar *plathyphylla* (CB) foram produzidas por miniestaquia, em tubetes, de maneira convencional. As mudas enraizadas foram selecionadas, permanecendo 280 mudas m⁻². Os tratos silviculturais foram mantidos conforme operacional do viveiro, no entanto, durante a pesquisa, os níveis de irrigação foram diferenciados, pelo tempo de acionamento do sistema, identificados por: *H0* (0,33h), *H1* (0,25h), *H2* (0,17h) e *H3* (0,08h). Normalmente os níveis foram aplicados três vezes ao dia (salvo quando em condições adversas), por volta das 7:00, 11:00 e 16:00h, sendo que *H0* representou a testemunha (manejo operacional). O sistema de irrigação não foi dotado por válvulas reguladoras de pressão, no entanto, a forma de realização (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[®] (dados do catálogo: pressão de serviço 1,5 bar; vazão nominal 0,26 m³ h⁻¹) 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. A lâmina de irrigação (L_I , mm) foi calculada conforme a Equação 1. Para o cálculo da lâmina total (L_T , mm) somou-se aos valores irrigados (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) dividida pelo número de dias do ciclo (no caso, 56).

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

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 8 tratamentos e 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

As condições ambientais foram propícias à produção das mudas de eucalipto. Na média do período, os valores de temperatura do ar máxima, média e mínima foram de 26,8°C; 19,3°C e 11,8°C, respectivamente. As médias de umidade relativa do ar máxima, média e mínima foram de 85,2%; 56,8% e 28,3%, respectivamente. A evaporação média do tanque Classe A foi de 3,8 mm.dia⁻¹. O baixo índice pluviométrico (55,0 mm) corrobora com

CARNEIRO (1995), onde afirma que, não se pode, em hipótese alguma, depender de água de chuva para a produção de mudas. Os valores diários dos parâmetros climáticos, assim como das lâminas de irrigação foram evidenciados por GRUBER (2006), porém, os valores finais das variáveis referentes aos regimes hídricos estão presentes na Tabela 1, sendo que a lâmina total (L_T) aplicada sobre o dossel variou entre 443,93 mm (H0) e 124,91 mm (H3).

Tabela 1. Tempo de acionamento do sistema de irrigação (t , h), vazão média (q , $\text{m}^3 \text{h}^{-1}$), 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 ($\text{m}^3 \text{h}^{-1}$)	L_I (mm)	L_T (mm)	L_{DE} (mm)
H0	47,33	0,189	388,93	443,93	7,93
H1	35,63	0,178	275,75	330,75	5,91
H2	24,00	0,143	149,22	204,22	3,65
H3	12,37	0,130	69,92	124,92	2,23

$$L_T = L_C (55,0 \text{ mm}) + L_I.$$

Como em REIS et al. (1988), os resultados foram aproximadamente equivalentes no início da aplicação dos tratamentos de irrigação. Como as avaliações foram iniciadas aos 42 DAE (instalação), os sinais de diferenciação foram constatados a partir da 3ª avaliação (70 DAE). Os resultados discutidos, a seguir, são referentes aos valores na última avaliação (98 DAE), época em que as mudas deveriam estar aptas à rustificação e/ou rustificadas. Conforme a Tabela 2, somente o efeito lâmina (L_T) promoveu diferença ao nível de 5% de significância; nem o efeito lâmina \times clone ($L_T \times C$) nem o efeito clone (C) foram significativos, apesar da tendência do clone CA crescer mais do que o clone CB. No presente trabalho são apresentadas algumas considerações, como base, para a indicação do manejo hídrico mais adequado. No entanto, a descrição detalhada dos resultados estatísticos foi exposta por GRUBER (2006), já que as tabelas de saída do procedimento “Proc Mixed” exibem resultados numéricos completos de tratamento e/ou da interação entre eles, sendo impraticável elucidá-los aqui.

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	L_T	3	9	25,27	0,0001	MSC	L_T	3	9	36,39	<0,0001
	C	1	3	0,21	0,6766		C	1	3	3,56	0,1557
	$L_T \times C$	3	9	1,43	0,2969		$L_T \times C$	3	9	0,23	0,8756
HPA	L_T	3	21	136,09	<0,0001	MSPA	L_T	3	9	40,23	<0,0001
	C	1	21	3,02	0,0967		C	1	3	5,31	0,1045
	$L_T \times C$	3	21	0,40	0,7564		$L_T \times C$	3	9	0,67	0,5905
AF	L_T	3	18	102,08	<0,0001	MSR	L_T	3	9	30,53	<0,0001
	C	1	6	0,27	0,6197		C	1	3	0,30	0,6210
	$L_T \times C$	3	18	1,11	0,3692		$L_T \times C$	3	9	0,83	0,5096
MSF	L_T	3	3	39,13	<0,0001	MST	L_T	3	9	39,65	<0,0001
	C	1	1	5,88	0,0938		C	1	3	3,08	0,1776
	$L_T \times C$	3	3	1,24	0,3498		$L_T \times C$	3	9	0,44	0,7275

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.

DC: Apesar de CA (2,11 mm) tender a um maior diâmetro, não houve diferença significativa com CB (2,09 mm); ambos os clones atingiram os padrões (GUERREIRO e COLLI Jr., 1984

e ALFENAS et al., 2004). Quanto aos regimes de água, somente *H3* (1,81 mm), foi distinto estatisticamente dos demais, produzindo mudas de diâmetro inferior ao padrão (2 mm). O maior diâmetro foi obtido em *H0* (2,22 mm), contudo, os valores foram estatisticamente semelhantes em *H1* (2,18 mm) e em *H2* (2,18 mm).

HPA: Apesar de não serem estatisticamente diferentes entre si, *CA* (24,58 cm) apresentou altura superior ao *CB* (23,75 cm). Todas as mudas foram superiores ao padrão (>15 cm) estipulado por GUERREIRO e COLLI Jr. (1984), contudo, ao considerar ALFENAS et al. (2004), *H3* (15,91 cm) não foi suficiente para garantir os 20 cm de altura mínima. Os níveis *H1* e *H0* foram os únicos que não diferiram estatisticamente entre si. *H1* (27,84 cm) foi responsável pela maior HPA, seguido por *H0* (27,50 cm) e *H2* (25,40 cm).

AF: Novamente *CA* (73,73 cm² muda⁻¹) apresentou tendência ao maior crescimento quando comparado ao *CB* (72,08 cm² muda⁻¹). As plantas cultivadas no manejo *H1* (91,08 cm² muda⁻¹) apresentaram maior AF, seguido por *H0* (87,66 cm² muda⁻¹) e *H2* (80,87 cm² muda⁻¹); sendo que, dos três, somente *H1* e *H2* se diferenciaram. O nível *H3* (32,00 cm² muda⁻¹) distinguiu-se dos demais. O menor regime hídrico (*H3*) comprometeu o crescimento em quase 65% se comparado ao maior valor de AF (*H1*), e isso é prejudicial, principalmente para a fotossíntese.

MSF: O clone *CA* (0,450 g muda⁻¹) e o regime *H1* (0,496 g muda⁻¹) apresentaram tendência ao maior crescimento. O nível *H3* (0,217 g muda⁻¹) foi o menos adequado, devido à pequena AF. *H1* não foi estatisticamente diferente de *H2* (0,494 g muda⁻¹) e *H0* (0,478 g muda⁻¹).

MSC: As mudas de *CA* (0,169 g muda⁻¹) e em regime *H1* (0,200 g muda⁻¹) tenderam ter maiores valores. No entanto, nos regimes *H0* (0,196 g muda⁻¹) e *H2* (0,177 g muda⁻¹) os resultados não diferiram estatisticamente de *H1*, enquanto *H3* (0,076 g muda⁻¹) diferiu de todos. Em relação à *H0*, a aplicação hídrica foi menor em *H1* (25,5%) e *H2* (54%). Em relação a *H1* (maior resultado), a economia na água demandada e a queda na produtividade de MSC foram da ordem de 62%, ou seja, houve percentualmente uma diminuição na MSC na mesma razão que a aplicação de água. ALVARENGA et al. (1994) citam que, à medida que se aumentou a água disponível no solo, o crescimento das plantas foi maior (65%).

MSPA: A diferença entre *CA* (0,619 g muda⁻¹) e *CB* (0,549), estimada em cerca de 11%, representou apenas uma tendência. Dentre os regimes hídricos, *H1* (0,697 g muda⁻¹) proferiu o maior crescimento, mas, *H0* (0,674 g muda⁻¹) e *H2* (0,671 g muda⁻¹) proporcionaram valores semelhantes estatisticamente. O manejo menos adequado foi *H3* (0,293 g muda⁻¹), apresentando resultados inferiores em 58%, em relação a *H1* e, em 56%, em relação a *H0*.

MSR: *CA* (0,294 g muda⁻¹) foi maior que *CB* (0,283 g muda⁻¹), no entanto, representou uma tendência apenas. Dos níveis de água aplicados, *H1* (0,339 g muda⁻¹) apresentou o maior

valor, seguido por *H0* (0,334 g muda⁻¹), por *H2* (0,321 g muda⁻¹) e por fim, *H3* (0,160 g planta⁻¹), sendo que somente *H3* se diferenciou estatisticamente dos demais.

MST: *CA* (0,913 g muda⁻¹) apresentou tendência a crescer mais do que *CB* (0,832 g muda⁻¹). Quanto ao regime hídrico, em *H3* (0,453g muda⁻¹) o resultado foi inferior e diferentes dos demais, caracterizando uma provável deficiência hídrica. O maior valor foi observado em *H1* (1,036 g muda⁻¹), porém em *H0* (1,008g muda⁻¹) e *H2* (0,992g muda⁻¹) os resultados foram semelhantes, demonstrando possibilidades de otimização no uso da água, que variam de 25,5% (*H1*) a 54% (*H2*). Apesar de *H2* não apresentar risco de deficiência hídrica, o manejo deve ser recomendado para quando houver perigo de escassez de água na fonte abastecedora do sistema de irrigação. No inverno, quando a chuva nada ou pouco contribui para o molhamento, qualquer alteração pode comprometer o crescimento. Portanto, é indicada a adoção de níveis próximos a *H1* (330,77 mm), com L_{DE} podendo variar entre 6 e 8 mm.dia⁻¹.

CONCLUSÃO

Os tratamentos influenciaram na produção das mudas de eucalipto. As mudas do clone *E. grandis* x *E. urophylla* (*CA*) apresentaram tendência ao maior crescimento. A lâmina total (L_T) aplicada sobre o dossel variou entre 443,93 mm (*H0*) e 124,91 mm (*H3*). Os tratamentos com *H1* (330,75mm) promoveram o maior crescimento na maioria dos parâmetros avaliados. No caso de adoção de manejo hídrico, em condições e lâmina semelhantes a *H1* (lâmina diária estimada em 6 a 8 mm dia⁻¹), o desenvolvimento adequado das mudas permite uma economia no uso da água em torno de 25,5% quando comparado à testemunha (*H0*).

AGRADECIMENTOS: À Eucatex e à Capes por favorecer o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A.C.; ZAUZA, E.A.V.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. UFV: 2004.
- ALVARENGA, R.C.; BARROS, N.F.; DANTAS, C.E.S.; LOBÃO, D.E.V.P. Efeitos do conteúdo de água no solo e poda de raízes sobre crescimento de mudas eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v.18, n.2, p.107-114, 1994.
- CARNEIRO, J.G.A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995.
- 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.
- REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; MAESTRI, M. Crescimento e relações hídricas de mudas de *Eucalyptus grandis* e *E. camaldulensis* em tubetes sob três regimes de irrigação. **Revista Árvore**, Viçosa, v.12, n.2, p.183-195, 1988.