

Efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes substratos

Irrigation effects on survival, transpiration and on relative water content in the leaf of seedlings of *Eucalyptus grandis* in different substrates

Jane Luísa Wadas Lopes
Iraê Amaral Guerrini
João Carlos Cury Saad
Magali Ribeiro da Silva

RESUMO: O trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos das lâminas brutas de irrigação na sobrevivência, na transpiração e no teor relativo de água na folha (TRF) em mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes substratos e espaçadas a 49cm². O experimento foi conduzido na Camará Mudás Florestais, em Ibaté, SP, nas estações primavera e inverno – primavera do ano de 2003 e constituiu-se de um fatorial 5 X 4, com quatro repetições, sendo cinco lâminas de irrigação diárias (6, 8, 10, 12 e 14 mm), aplicadas em diferentes horários (10, 13 e 16 h), e quatro substratos (FB - fibra de coco; CPV - casca de pinus e vermiculita, CATV - casca de árvores, turfa e vermiculita e um MIX – de 70% de CPV e 30% de FB). Em três ocasiões (aos 24, 37 e 42 dias após a aplicação das lâminas) foram feitos censos da sobrevivência das mudas e aos 108 dias após semeadura foram avaliados a transpiração e o TRF. Os resultados indicaram que houve influência das lâminas e dos substratos nas características avaliadas. A sobrevivência foi fortemente influenciada pelas lâminas de irrigação utilizadas; sob as lâminas de 6 e 8 mm diárias, a produção ficou drasticamente comprometida. Com relação às características fisiológicas, observou-se que o TRF aumentou à medida que as lâminas de irrigação eram maiores, demonstrando haver boa correlação entre as lâminas e esta variável; a transpiração não diferiu estatisticamente em função das lâminas para nenhum dos substratos, no entanto verificou-se que houve uma tendência distinta para cada substrato, em função das suas características físicas, de quanto maiores as lâminas de irrigação, maior a transpiração das plantas. Desta maneira concluiu-se que as lâminas brutas de irrigação diárias de 14 mm e os substratos MIX e FB garantiram os melhores resultados para as variáveis de interesse.

PALAVRAS-CHAVE: *Eucalyptus grandis*, Mudás, Irrigação, Substratos, Sobrevivência, Transpiração

ABSTRACT: This work it to asses the irrigation depths effects in survival degree, in transpiration and relative water content in the leaf in seedlings of *Eucalyptus grandis* produced in substratum different and spaced at 49 cm². The work was developed at Camará Forest Seedling, in Ibaté, SP, from winter 2003 to spring 2003 and were made of a factorial 5 X 4, with four repetitions, where 5 means, the number of daily watering (6, 8, 10, 12 and 14 mm), applied several times (at 10 am, 13 pm and 16 pm), and 4 means the number of substratum (FB – fiber of coconut; CATV – barks of tree, peat and vermiculita; CPV – barks of pinus and vermiculita and MIX – 70 % of CPV and 30 % of FB). Three times (at 24, 37 and 42 days after irrigation depths) and at 108 days after sowing were assessed transpiration, relative water content in the leaf. The results pointed out that the watering irrigation depths as well as the substratum in characteristics assessed. The survival degree was strongly influenced by the watering irrigation depths: i.e. irrigation depths of 6 and 8 mm height drastically compromised

the production. As to physiological characteristics, it can be observed that the higher depths enhanced relative water content in the leaf values, thus, it turns out in a good correlation between the watering depths height and this parameter; the transpiration statistically did not present any difference as the irrigation depths changed in any substratum, but for every substratum happened that the transpiration rate in the plant increased as the lamina height increased depending on the substratum physical. Thus, it can be concluded that the watering laminas as high as 14 mm day⁻¹ and FB and MIX to warrant this better results for parameters of interest.

KEYWORDS: Eucalyptus, Seedling, Irrigation, Substratum, Survival degree, Transpiration

INTRODUÇÃO

De acordo com a FAO (2004) existem no mundo cerca de 3,4 bilhões de hectares de florestas naturais. No início da década de noventa as florestas plantadas totalizavam aproximadamente 130 milhões de hectares, sendo que aproximadamente seis milhões correspondiam a plantações de eucalipto e destes, 50% estavam localizados no Brasil. Atualmente no Brasil, as plantações de pinus e eucalipto são de 4,8 milhões de ha, sendo que destes, 2.965.880 ha são cultivados com o gênero *Eucalyptus* (MORA e GARCIA, 2000).

O setor florestal brasileiro ofereceu em 2002, dois milhões de empregos, sendo que destes, 500 mil foram de empregos diretos nas plantações. Como 8ª maior nação exportadora de produtos florestais neste mesmo ano, participou com 3,73% do total mundial com faturamento de US\$ 5.400.000, contribuindo com US\$ dois bilhões em impostos e participando com 4% no PIB nacional. (LEITE, 2005)

Pela importância do cenário, que indica expectativas de investimentos aproximados de US\$ 13 bilhões até 2005 (FAO, 2004), o aumento da produtividade dos maciços florestais torna-se necessário e requer esforços de pesquisas nas mais diversas áreas.

Em relação à produção das mudas, a quantificação da necessidade hídrica na sua formação é extremamente importante, pois a falta ou excesso pode limitar o desenvolvimento das mesmas. A falta de água leva ao estresse hídrico (desejável somente na rustificação), além da diminuição na absorção de nutrientes. 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.

Para Silva (2003), o conceito de qualidade não é absoluto e fatores como a espécie e / ou o

lugar do plantio das mudas influenciam fortemente esta definição. Segundo o autor, uma muda de boa qualidade para uma determinada região pode não ser apropriada para outra, assim uma conífera não pode ter o mesmo critério de qualidade que uma folhosa, pois entre outros fatores, a transpiração (controle) e a regeneração radicular (potencial) são muito distintas.

Para Lopes (2004), se a qualidade da muda é definida em função da condução adotada no viveiro, o plantio no campo deve assegurar as condições para que as plantas tenham desenvolvimento adequado; os tratos culturais que antecedem a implantação (trituração de resíduos, combate às formigas cortadeiras, aplicação de herbicidas), a subsolagem ou coveamento, a correção da fertilidade do solo, o tempo de permanência das mudas encaixotadas (mantidas à sombra e irrigadas em excesso), o plantio propriamente dito (qualidade da mão-de-obra), a irrigação no momento do plantio (que de modo geral é realizada empiricamente), podem colocar em risco todo o trabalho de melhoria de qualidade das mudas produzidas.

Segundo Gomes *et al.* (1996), as características nas quais as empresas florestais se fundamentam para classificação da qualidade das mudas de eucaliptos, são baseadas na avaliação das plantas pertencentes à unidade amostral, na qual são consideradas as características: altura média (entre 15 e 30 cm), diâmetro do colo (2 mm), sistema radicular (desenvolvimento, formação e agregação), rigidez da haste (amadurecimento das plantas), número de pares de folhas (mínimo de três), aspecto nutricional (sintomas de deficiência) e resistência a pragas e doenças (sanidade).

O objetivo do trabalho foi o de testar em quatro formulações de substrato, qual a melhor lâmina bruta de irrigação diária que garanta maior sobrevivência das mudas em viveiro, analisar a transpiração e o teor relativo de água na folha.

METODOLOGIA

Local e Época

O experimento foi conduzido de 19 de junho a 05 de outubro de 2003, na Camará Mudas Florestais, no município de Ibaté, SP, cujas coordenadas geográficas são 21°56' de Latitude Sul e de 47°59' de Longitude Oeste e aproximadamente 793 m de Altitude. Segundo os dados climáticos obtidos junto ao DAEE - São Carlos, a temperatura média anual é de 20,45°C e médias mensais extremas de 23°C em fevereiro e 16,9°C em julho. O clima da região é do tipo Cfa moderado chuvoso. Na região, a precipitação média mensal de janeiro é de 116 mm oscilando entre 23 mm e 262 mm para os anos mais secos e mais úmidos respectivamente. A estação chuvosa vai de outubro a março, com média de 192,33 mm e 39,67 mm na estação seca de abril a setembro.

Insumos

As sementes de *Eucalyptus grandis* Hill Ex. Maiden usadas para a produção das mudas foram provenientes de um Pomar de Sementes Clonal, procedência Boa Esperança do Sul, SP.

Os recipientes usados para a produção das mudas foram tubetes cilíndrico-cônicos de polietileno com quatro estrias internas salientes e capacidade em volume de 50 cm³. Como suporte para os tubetes, foram usadas na casa de germinação, bandejas de polietileno com dimensões de 60 cm X 40 cm e capacidade para 176 tubetes e, na área a céu aberto, mesas de estrutura metálica (teladas) com dimensões de 1,56 m X 1,09 m e com capacidade total de 1240 tubetes. Na casa de germinação, os recipientes ocuparam 100% da capacidade da bandeja e na área a céu aberto, 25 % da área da mesa telada.

Foram testados quatro substratos, sendo três formulações comerciais: FB - substrato de fibra de coco; CPV - substrato de casca de pinus e vermiculita; CATV - substrato de cascas de árvores, turfa e vermiculita e um MIX (usado rotineiramente no viveiro da Empresa) - 70 % de CPV e 30% de FB.

Como adubação de base foi usada a formulação 15:10:10 de osmocote e realizada uma mistura homogênea com 4 Kg para cada m³ dos substratos (antes do enchimento dos tubetes). As adubações de cobertura, via água de irrigação (com lâmina convencional de 2 mm) foram aplicadas na última passagem da barra pelo canteiro.

Na primeira adubação, aos 85 DAS - dias após a semeadura, usou-se: 3,0 g L⁻¹ de nitrato de cálcio, 1,0 g L⁻¹ de sulfato de amônia; 1,0 g L⁻¹ de nitrato de potássio e 1,2 g L⁻¹ de sulfato de magnésio. Na segunda, aos 100 DAS, usou-se: 0,690 g L⁻¹ de K₂O e 0,418 g L⁻¹ de cálcio.

Aplicação dos tratamentos

Aos 50 DAS foram separadas e medidas (dos grupos das médias e maiores) 1600 plantas para compor a área útil e 680 plantas para compor a bordadura (dupla), com altura e diâmetros equivalentes, que foram alternadas ocupando área de 49 cm².

Foram definidas cinco lâminas de irrigação diárias para cada substrato (5,91, 9,85, 11,82 e 13,79 mm), convencionadas respectivamente de lâminas 6, 8, 10, 12 e 14 mm, a partir da experiência prática de Lopes (2004), bem como a frequência de aplicação das lâminas, em três horários ao longo do dia: 10, 13 e 16 h, com distribuição nos canteiros da seguinte maneira:

- Sob lâmina de 6 mm: 2,0 mm em cada um dos horários;
- Sob lâmina de 8 mm: 2,0 mm nos horários das 10 e 16 h e de 4 mm no das 13 h;
- Sob lâmina de 10 mm: 2,0 mm no horário das 10 h e de 4,0 mm nos de 13 h e 16 h;
- Sob lâmina de 12 mm: 2,0 mm no horário das 10 h, 4 mm no das 13 h e de 6 mm no das 16 h;
- Sob lâmina de 14 mm: 2,0 mm no horário das 10 h e de 6 mm nos das 13 e 16 h.

Para cada lâmina de irrigação foi definido um canteiro longitudinal (formado pelas mesas teladas e expostos lado a lado), composto pelas plantas divididas em blocos (Figura 1). Cada bloco que formava a repetição (4 repetições) continha os quatro substratos, cada um com 80 plantas úteis mais bordadura correspondente. Cada canteiro recebia a lâmina de irrigação específica; nele havia os blocos com as mudas de cada substrato, por exemplo, o primeiro canteiro recebia a lâmina de 6 mm diários e continha para cada bloco, os quatro substratos e as quatro repetições e assim sucessivamente até o quinto canteiro que recebia a lâmina de 14 mm diários.

Transcorridos 30 DAL - dias da aplicação das lâminas nas plantas, foram conduzidas as avaliações fisiológicas de teor relativo de água na folha (2 plantas por parcela), conforme a metodologia

desenvolvida por Stocker (1928) descrita por Klar (1984) e, passados mais seis dias (36 após), foi realizada a avaliação da taxa de transpiração (2 plantas por parcela), pelo método das pesagens, com as mudas no viveiro. A sobrevivência (através de censo em todas as parcelas) foi feita aos 24, 37 e 42 DAL (final).

Para a análise estatística, usou-se um programa estatístico – Técnica de Análise de Variância seguido do Teste de Tukey e da Análise de Regressão Linear.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação das características fisiológicas

Determinação do teor relativo de água na folha (TRF)

Analisando-se os valores obtidos pela análise de regressão para cada substrato (Figura 2), em função das lâminas de irrigação a que estiveram submetidas (à exceção das plantas sob lâmina de 6 mm dia⁻¹, que devido à alta mortalidade não foram usadas) verifica-se que houve boa correlação entre as lâminas aplicadas e o TRF, sendo que o aumento da lâmina de irrigação aumentou o teor de água na folha, como era de se esperar.

Analisando-se a Tabela 1, verifica-se que para cada substrato as mudas apresentaram TRF diferente em função das lâminas, porém para todos, à medida que se aumentou a quantidade de água, aumentou o TRF.

Inicialmente, sob a lâmina de 8 mm diários, as plantas produzidas com o substrato CPV apresentaram o menor TRF (56,36 %), não diferindo estatisticamente dos substratos MIX e FB e as plantas produzidas com o substrato CATV, o maior TRF (64,89 %), não diferindo estatisticamente dos substratos MIX e FB. Sob a lâmina de 10 mm dia⁻¹ e de 14 mm dia⁻¹ não houve diferença estatística entre os substratos. Sob a lâmina de 12 mm dia⁻¹, o maior TRF foi obtido para as plantas produzidas com MIX e CATV (81,52 e 82,26 %) e o menor para CPV (69,57 %).

Klar *et al.* (1978) também verificaram em populações de *Guinea grass* maior TRF à medida que a quantidade de água fornecida era maior, bem como Klar *et al.* (1985), estudando a adaptação de trigo em diferentes déficits hídricos.

Esses resultados, aliados a outros testes são bons indicadores do desempenho das plantas pós-plantio, ou seja, quanto menor o TRF (obtido nas plantas sob as menores lâminas) maior a possibilidade de sobrevivência no campo.

Canteiro 1 L. 6mm		Canteiro 2 L. 8mm		Canteiro 3 L. 10mm		Canteiro 4 L. 12mm		Canteiro 5 L. 14mm	
B1	S1	B1	S1	B1	S1	B1	S1	B1	S2
	S2		S3		S4		S4		S3
	S4		S4		S3		S3		S1
	S3		S2		S2		S2		S4
B2	S4	B2	S4	B2	S3	B2	S4	B2	S1
	S2		S1		S4		S1		S3
	S1		S3		S1		S2		S4
	S3		S2		S2		S3		S2
B3	S2	B3	S3	B3	S3	B3	S1	B3	S4
	S3		S2		S1		S2		S1
	S1		S1		S2		S3		S3
	S4		S4		S4		S4		S2
B4	S2	B4	S1	B4	S2	B4	S2	B4	S3
	S3		S3		S1		S3		S4
	S4		S2		S3		S1		S1
	S1		S4		S4		S4		S2

Figura 1. Distribuição espacial do experimento, onde L = lâmina, S = substrato e B = bloco.
(Space distribution of the experiment, where L= irrigation depths, S= substratum and B= block)

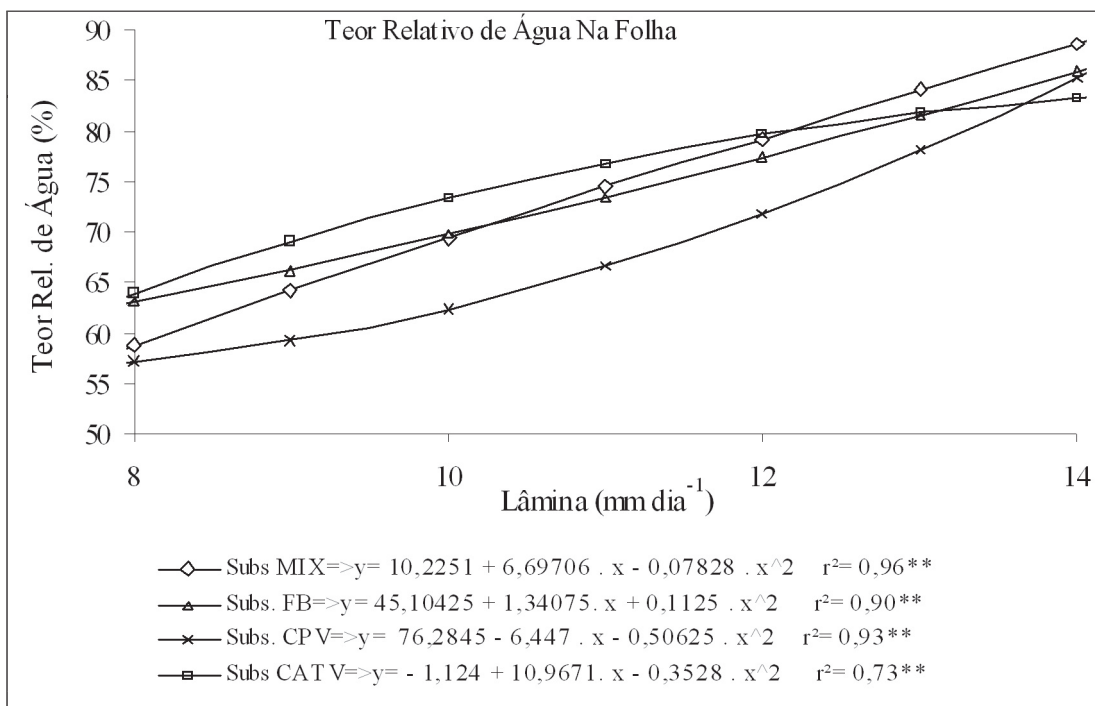


Figura 2. Teor relativo de água na folha (TRF), aos 30 dias de aplicação das lâminas (DAL), das mudas produzidas em cada substrato, em função das lâminas de irrigação.
(Relative water content in the leaf (RWC), to 30 days after irrigation (DAL) of seedlings in each substratum in function of irrigation depths)

Tabela 1. Teor relativo de água na folha (TRF) das mudas, para os substratos, em função das lâminas de irrigação.
(Relative water content in the leaf (RWC) of seedlings for substrates in function of irrigation depths)

Lâmina (mm dia ⁻¹)	TRF (%)				
	Substrato				D.M.S
	MIX	FB	CPV	CATV	
8	59,52 dAB	62,58 cAB	56,36 cB	64,89 bA	6,49
10	67,17 cA	71,10 bA	64,69 bA	70,69 bA	7,42
12	81,52 bA	76,05 bB	69,57 bC	82,26 aA	4,90
14	87,91 aA	86,37 aA	86,00 aA	82,40 aA	7,62
D.M.S	3,88	6,81	6,72	9,66	

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

Médias seguidas de letras iguais (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical) não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Transpiração

Os valores de transpiração diária (total) apresentados na Tabela 2 foram obtidos pela diferença do peso inicial e final das plantas e refletem a quantidade de água perdida em 24 horas pela transpiração das plantas. A obtenção da estimativa da transpiração por unidade de área foi obtida pela divisão entre perda de água da planta por sua respectiva área foliar.

Do mesmo modo foram obtidos os valores em cada horário de leitura (8–10 h; 10–13 h; 13–15 h e 15–17 h) apresentados nas Figuras 3, 4, 5 e 6 para cada substrato em função das lâminas de irrigação.

As plantas, aos 36 DAL, produzidas em cada um dos substratos apresentaram particularidades sob cada lâmina. No entanto, em função dos horários do dia, a transpiração foi maior ou menor (Figuras 3, 4, 5 e 6).

Tabela 2. Transpiração diária das mudas, aos 36 dias após lâminas (DAL), para os substratos, em função das lâminas de irrigação.

(Transpiration daily of seedlings to 36 days after irrigation depths (AID) for substrates in function of irrigation depths)

Lâminas (mm dia ⁻¹)	Transpiração mg m ⁻² s ⁻¹				
	Substratos				
	MIX	FB	CPV	CATV	DMS
6	10,42 aA	12,29 aA	10,86 aA	10,02 aA	3,30
8	10,76 aA	12,92 aA	11,46 aA	11,86 aA	4,16
10	11,05 aB	14,74 aA	11,86 aB	11,97 aB	2,22
12	11,35 aB	16,42 aA	11,96 aB	12,00 aB	2,66
14	11,74 aB	16,61 aA	12,08 aB	12,47 aB	3,46
D.M.S	2,70	4,90	2,83	4,31 a	

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

Médias seguidas de letras iguais (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical) não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

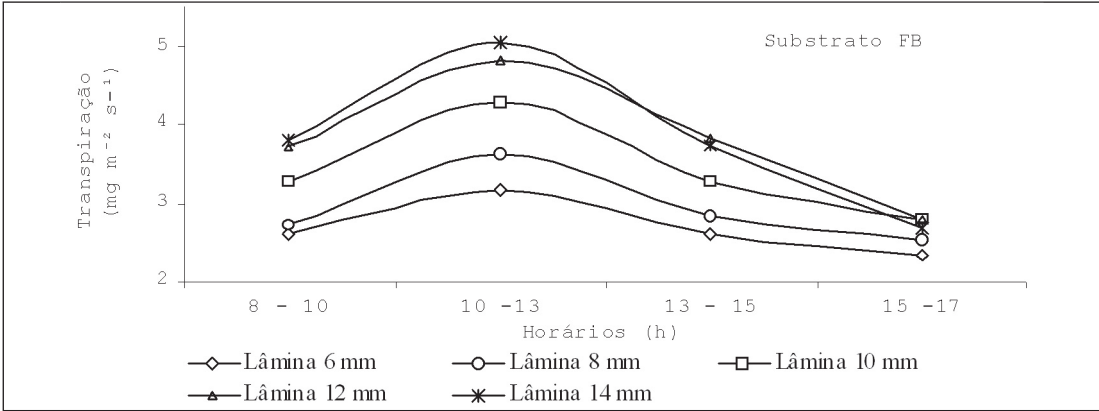


Figura 3. Transpiração, aos 36 dias após lâminas (DAL), ao longo do dia, para as plantas sob cada lâmina de irrigação, produzidas com o substrato FB.

(Transpiration to 36 days after irrigation depths (AID) to the long of the day for seedlings under each irrigation produced with substratum FB)

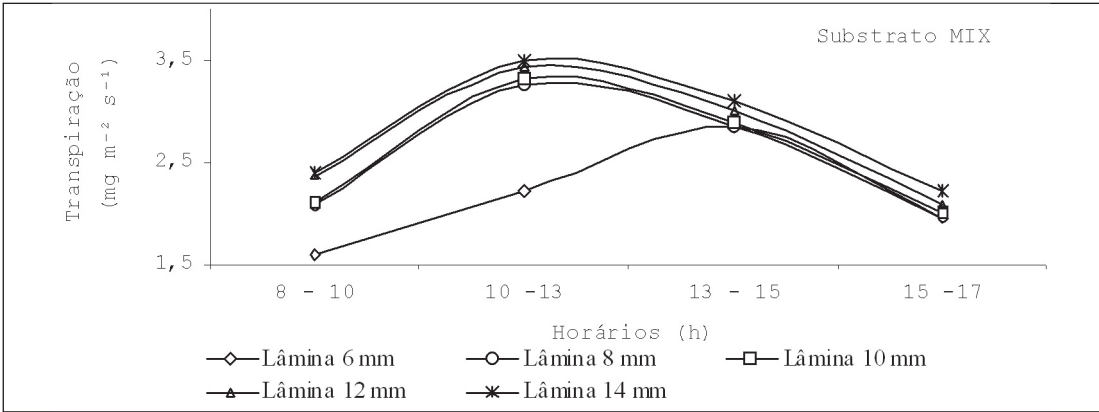


Figura 4. Transpiração, aos 36 dias após lâminas (DAL), ao longo do dia, para as plantas sob cada lâmina de irrigação, produzidas com o substrato MIX.

(Transpiration to 36 days after irrigation depths (AID) to the long of the day for seedlings under each irrigation produced with substratum MIX)

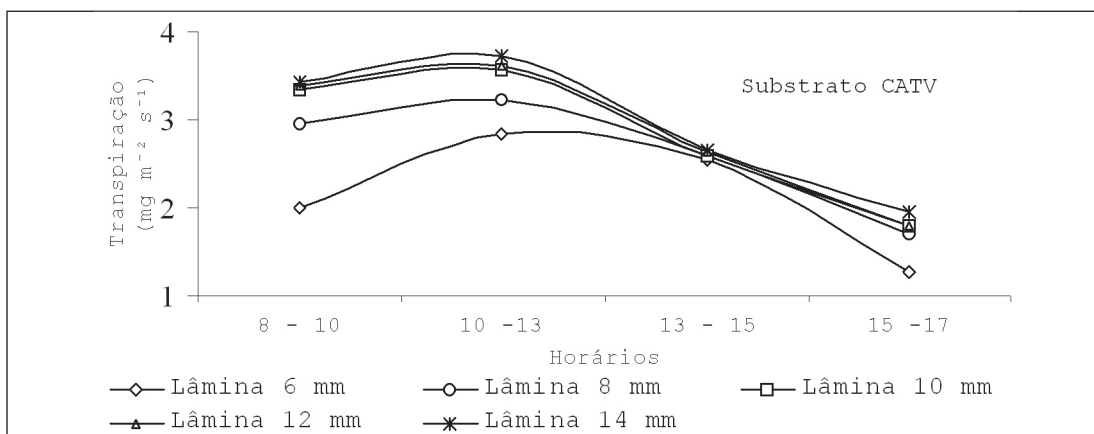


Figura 5. Transpiração, aos 36 dias após lâminas (DAL), ao longo do dia, para as plantas sob cada lâmina de irrigação, produzidas com o substrato CATV.
(Transpiration to 36 days after irrigation depths (AID) to the long of the day for seedlings under each irrigation produced with substratum CATV)

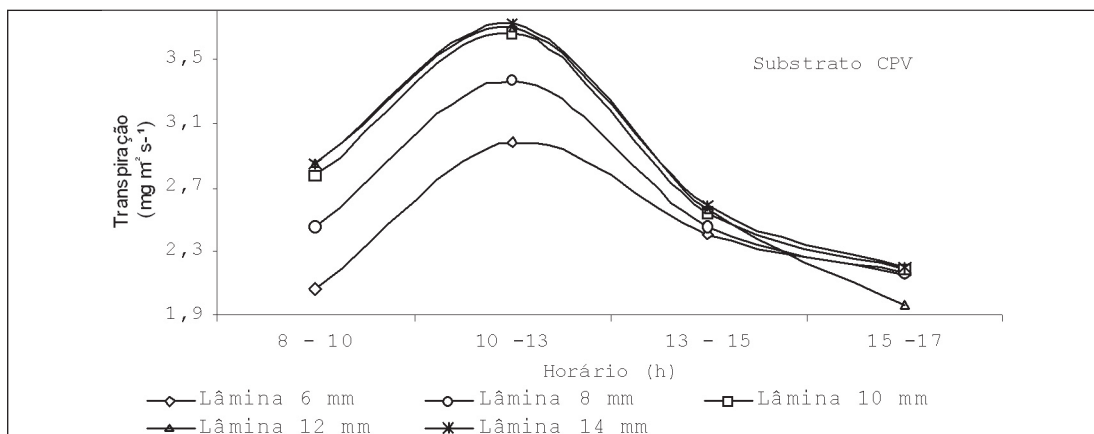


Figura 6. Transpiração, aos 36 dias após lâminas (DAL), ao longo do dia, para as plantas sob cada lâmina de irrigação, produzidas com o substrato CPV.
(Transpiration to 36 days after irrigation depths (AID) to the long of the day for seedlings under each irrigation produced with substratum CPV)

Não houve diferença estatística para as plantas de um mesmo substrato (Tabela 2) em função das lâminas, o que pode ser explicado pelo fato de que o dia do teste mostrou-se nublado durante as horas mais quentes; porém houve uma tendência de quanto maior a lâmina, maior a transpiração, independente do substrato.

Comparando-se os substratos para cada uma das lâminas verifica-se que sob todas (a exceção das lâminas de 6 e de 8 mm dia⁻¹, onde não ocorreu diferença estatística) em FB as plantas apresentaram a maior transpiração diária, diferindo dos demais substratos que apresentaram resultados estatisticamente iguais.

Eucalyptus tereticornis mantidos na capacidade de campo apresentaram taxas de transpiração maiores (RAWAT et al. 1985).

Silva (1998) e Ismael (2001), trabalhando com mudas de *E. grandis* na fase de rustificação observaram que nas plantas menos estressadas por déficit de água, a transpiração ocorreu em taxas maiores.

Silva (2004) trabalhando com dois manejos hídricos por subirrigação (-0,01 e -1,5 MPa) na fase de rustificação de mudas de *E. grandis* verificou que o estresse hídrico influenciou na transpiração, de maneira que as mudas mais adaptadas ao estresse (-1,5 Mpa) foram mais eficientes na

“percepção” do estresse, fechando rapidamente seus estômatos enquanto às menos adaptadas ao estresse (-0,01 Mpa) perderam bastante água por transpiração e apresentaram atraso em suas reações contra a desidratação.

Sobrevivência

Observando-se a Tabela 3, aos 24 DAL, verifica-se que sob a lâmina de 6 mm dia⁻¹ houve a menor sobrevivência de mudas, independente do substrato. Porém, para as mudas em CPV a sobrevivência foi maior do que nos demais substratos (93%), apesar de ter sido igual estatisticamente às plantas em MIX e FB.

Para a lâmina de 8 mm dia⁻¹, também em CPV as mudas sobreviveram mais (96,50%), não diferindo da sobrevivência obtida em FB. Sob as demais lâminas não houve diferença estatística entre os substratos e as perdas foram consideradas desprezíveis.

A partir dos 37 DAL (Tabela 4), já com as temperaturas diárias mais elevadas (média de 30,3°C) do que às da ocasião do censo anterior (média de 27°C), verificaram-se as maiores mortalidades de mudas em todos os substratos sob as lâminas de 6, 8 e 10 mm dia⁻¹.

Sob a lâmina de 12 mm dia⁻¹, a sobrevivência das mudas em CPV e CATV foi igual estatisticamente, sendo menor em relação aos outros. Sob a lâmina de 14 mm dia⁻¹, FB se destacou como sendo o substrato que garantiu a maior sobrevivência às mudas (99,75%), porém considerado estatisticamente igual ao MIX (99,25%).

Em relação ao censo realizado aos 37 DAL, neste, aos 42 DAL (considerado final), já se observou uma estabilização na sobrevivência em todos os substratos sob todas as lâminas, à exceção das mudas sob a lâmina de 6 mm dia⁻¹, cujas mortes continuaram a ocorrer, conforme pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 3. Sobrevivência das mudas aos 24 dias após lâminas (DAL), para os substratos, em função das lâminas de irrigação.
(Survival of seedlings to 24 days after irrigation (AI), for substrates in function of irrigation depths)

Lâminas (mm dia ⁻¹)	Sobrevivência aos 24 DAL (%)				
	MIX	FB	Substratos CPV	CATV	D.M.S
6	78,50 bAB	73,00 bAB	93,00 bA	58,75 cB	32,09
8	83,75 abB	85,25 abAB	96,50 abA	83,50 bB	12,70
10	100,00 aA	100,00 aA	100,00 aA	99,75 aA	0,55
12	100,00 aA	100,00 aA	100,00 aA	100,00 aA	0
14	99,75 abA	99,75 aA	100,00 aA	100,00 aA	0,64
D.M.S	21,28	17,77	5,25	10,62	

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

Médias seguidas de letras iguais (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical) não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Tabela 4. Sobrevivência das mudas aos 37 dias após lâminas (DAL), para os substratos, em função das lâminas de irrigação.
(Survival of seedlings to 37 days after irrigation (AI), for substrates in function of irrigation depths)

Lâminas (mm dia ⁻¹)	Sobrevivência aos 37 DAL (%)				
	MIX	FB	Substratos CPV	CATV	D.M.S
6	49,00 eA	51,25 eA	46,50 eB	44,00 eC	2,39
8	54,75 dB	61,00 dA	49,50 dC	46,25 dD	2,58
10	61,00 cB	64,75 cA	54,00 cC	49,75 cD	1,84
12	94,25 bB	96,00 bA	91,50 bC	90,50 bC	1,48
14	99,25 aAB	99,75 aA	98,50 aB	98,25 aB	1,78
D.M.S	2,07	2,15	2,02	2,00	

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

Médias seguidas de letras iguais (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical) não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Tabela 5. Sobrevivência das mudas aos 42 dias após lâminas (DAL), para os substratos, em função das lâminas de irrigação.
(Survival of seedlings to 42 days after irrigation (AI), for substrates in function of irrigation depths)

Lâminas (mm dia ⁻¹)	Sobrevivência aos 42 DAL (%)				
	Substratos				
	MIX	FB	CPV	CATV	D.M.S
6	18,50 eB	21,75 eA	19,25 eB	18,50 dB	1,95
8	24,75 dAb	26,00 dA	23,25 dB	20,25 dC	2,61
10	61,00 cB	64,75 cA	54,00 cC	49,75 cD	1,84
12	94,25 bB	96,00 bA	91,50 bC	90,50 bC	1,48
14	99,25 aAB	99,75 aA	98,25 aBC	97,50 aC	1,48
D.M.S	1,96	2,30	1,41	2,00	

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

Médias seguidas de letras iguais (maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical) não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

De acordo com Lopes (2004), perdas nas fases de crescimento e rusticificação deveriam ser de no máximo 5%. Dessa maneira, as lâminas de 6, 8, 10 e 12 mm dia⁻¹ (à exceção de FB com 96% de sobrevivência final) não deveriam ser usadas nas épocas de temperaturas mais elevadas, como foi o caso do mês de setembro de 2003, pois a produção poderia ficar comprometida.

Já sob a lâmina de 14 mm dia⁻¹, todos os substratos garantiram a sobrevivência das mudas, porém com perdas menores em FB, que foi superior, mas igual estatisticamente à MIX.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que:

- A sobrevivência foi fortemente influenciada pelo regime hídrico. As lâminas brutas de 6, 8 e 10 mm dia⁻¹ não são indicadas para irrigação de mudas de eucalipto quando a temperatura supera os 30°C, já que a maioria das plantas morre em função da falta de água;
- O teor relativo de água na folha e a transpiração também foram influenciados pelo regime hídrico a que as plantas estiveram submetidas; o TRF foi maior nas maiores lâminas e a transpiração mostrou essa mesma tendência;
- As lâminas brutas de 12 mm dia⁻¹ são apropriadas para a produção de mudas de eucalipto no substrato FB;
- Quando do uso de lâmina bruta de 14 mm dia⁻¹ FB e MIX mostraram-se os melhores substratos para a sobrevivência das mudas de eucalipto.

AUTORES E AGRADECIMENTOS

Jane Luísa Wadas Lopes é Doutoranda em Agro-nomia – Irrigação e Drenagem pelo Departamento de Engenharia Rural (Bolsista do CNPq) - Faculdade de Ciências Agrônômicas - Universidade Estadual Paulista - Botucatu, SP – Caixa Postal 237 - 18603-970 - E-mail: janelopes@terra.com.br

Iraê Amaral Guerrini é Professor Adjunto - Departamento de Recursos Naturais/Ciência do Solo (Bolsista do CNPq) - Faculdade de Ciências Agrônômicas - Universidade Estadual Paulista - Botucatu, SP – Caixa Postal 237 - 18603-970 - E-mail: iguerrini@fca.unesp.br

João Carlos Cury Saad é Professor Adjunto - Departamento de Engenharia Rural - Faculdade de Ciências Agrônômicas - Universidade Estadual Paulista - Botucatu, SP – Caixa Postal 237 - 18603-970 - E-mail: joaosaad@fca.unesp.br

Magali Ribeiro da Silva é Professora Assistente Doutora - Departamento de Recursos Naturais/Ciências Florestais - Faculdade de Ciências Agrônômicas - Universidade Estadual Paulista - Botucatu, SP – Caixa Postal 237 - 18603-970 - E-mail: magaliribeiro@fca.unesp.br

Os autores agradecem a Camará Mudas Florestais pela infra-estrutura e apoio recebidos durante a execução do experimento, a FCA-UNESP, ao CNPq e a CAPES.

REFERÊNCIAS

FAO. **Recursos forestais – Brasil**. Desenvolvido por Rubens Cristiano Dammas Garlipp. Disponível em: <<http://www.rlc.fao.org/proyecto/rila133cc>>. Acesso em: 1 mar. 2004.

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

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

KLAR, A.E. **A água no sistema solo-planta-atmosfera**. São Paulo: Nobel, 1984. 408 p.

KLAR, A.E.; CATÂNEO, A.; DENADAI, I.A.M.; SAAD, J.C.C.; PICARELLI, M. Medidas da adaptação de plantas de trigo a déficits hídricos. **Científica**, Marília, v.13, n.1 / 2, p.117-127, 1985.

KLAR, A.E.; USBERTI JR, A.; HENDERSON, D.W. Differential responses of guinea grass populations to drought stress. **Crop Science**, v.18, p.853-857, 1978.

LEITE, N.B. **A questão florestal e o desenvolvimento - O setor florestal brasileiro - Crescimento das cadeias produtivas - Expansão da base florestal**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2005. Disponível em: <<http://www.celuloseonline.com.br/imagembank/DocBank/dc/dc011.pdf>>. Acesso em: 21 jun. 2005.

LOPES, J.L.W. **Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden) em diferentes substratos e lâminas de irrigação**. 2004. 100 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

MORA, A.L.; GARCIA, C.H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: Verso e Reverso Comunicações, 2000. 112 p.

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

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 p. 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 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

SILVA, M.R.; KLAR, A.E.; PASSOS, J.R. Efeitos do manejo hídrico e da aplicação de potássio nas características morfofisiológicas de mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden). **Irriga**, v.9, n.1, p.31-40, 2004.