

EFEITOS DO MANEJO HÍDRICO E DA APLICAÇÃO DE POTÁSSIO NAS CARACTERÍSTICAS MORFOFISIOLÓGICAS DE MUDAS DE *Eucalyptus Grandis* W. (Hill ex. Maiden)

Magali Ribeiro da Silva¹; Antonio Evaldo Klar²; José Raimundo Passos³

¹Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, magaliribeiro@fca.unesp.br

²Departamento de Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu

³Departamento de Bioestatística, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP

1 RESUMO

O trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos do manejo hídrico e da adubação potássica realizados durante a fase de rustificação, na qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Botucatu, e constituiu-se de um fatorial 2X4, sendo dois manejos hídricos (mudas irrigadas ao atingir as tensões de retenção de água pelo substrato de 0,01 MPa ou 1,5 MPa) e quatro doses de K (0, 75, 150 e 300 mg L⁻¹). Foram feitas avaliações de: altura da parte aérea, diâmetro de colo, matéria seca da parte aérea e da radicular, matéria seca total, área foliar, relação altura da parte aérea / diâmetro de colo das mudas, teor de clorofila e taxa de transpiração. Os resultados morfológicos indicaram que somente a matéria seca radicular (MSR) diferiu estatisticamente em função do K aplicado. O estresse hídrico não teve efeito nas características morfológicas. Com relação às características fisiológicas, observou-se que os maiores teores de clorofila foram encontrados nas mudas submetidas ao maior estresse hídrico e maiores doses de K. As maiores taxas de transpiração foram observadas nas mudas dos tratamentos submetidos ao estresse hídrico mínimo. Não houve variação significativa entre as doses de K sobre a transpiração.

UNITERMOS: *Eucalyptus*, rustificação, qualidade de mudas, viveiro, fertilização.

**SILVA, M. R. da; KLAR, A. E.; PASSOS, J. R. EFFECTS OF WATER MANAGEMENT AND
POTASSIUM APPLICATION ON THE MORPHOPHYSIOLOGICAL CHARACTERISTICS
OF SEEDLINGS OF *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden)**

2 ABSTRACTS

The objective of this study was to evaluate the effect of water management and potassium fertilizing applied during the hardening phase on the quality of *Eucalyptus grandis* seedlings. The experiment was conducted at the School of Agronomical Sciences of UNESP, Botucatu, and consisted of a factorial design 2X4; two water managements (seedlings irrigated when reaching water retention tensions by the substrate) and four doses of K (0, 75, 150 and 300 mg L⁻¹). The following evaluations were made: shoot height, stalk diameter, shoot and root dry weight, total dry weight, leaf area, relation

between seedling lap shoot height and diameter, transpiration rate and chlorophyll content. Morphological results showed that only the dry root weight differed statistically due to the K applied. The water management had no effect on the morphological characteristics. As to the physiological characteristics it was observed that the highest the chlorophyll contents were found in seedlings that had undergone the greatest water stress and K doses. The highest transpiration rates were observed in the seedlings of the treatments undergoing minimum water stress. The K levels did not influence transpiration statistically.

KEYWORDS: *Eucalyptus*, hardening, quality of seedlings, nursery, fertilization

3 INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro mantém cerca de 4,8 milhões de ha de florestas plantadas de crescimento rápido, sendo que cerca de 3 milhões são correspondentes a plantações de *Eucalyptus* (SBS, 2002) e as espécies mais utilizadas são *E. grandis*, *E. urophylla* e *E. saligna*. Com um PIB atual de US\$ 21 bilhões, que corresponde a 4% do PIB Nacional (SBS, 2002), o setor florestal tem perspectivas bastante positivas para os próximos anos. Segundo dados da FAO (2002), há previsão de aumento no consumo de papel e celulose no Brasil de 5 a 6% ao ano, tendo a necessidade do acréscimo de 4,3 milhões de toneladas de papel e 3,6 milhões de toneladas de celulose até 2005, sendo para isso necessários investimentos na indústria, na compra de terras e reflorestamentos na ordem de US\$ 13 bilhões.

Dentro desse contexto, torna-se fundamental o aumento da produtividade dos reflorestamentos, que se torna possível devido às pesquisas nas várias áreas da silvicultura: melhoramento genético, viveiros, implantação, adubação, proteção, exploração.

No que tange à área de viveiros, há a necessidade de melhorar a qualidade das mudas e redefinir os procedimentos de manejo do viveiro, principalmente o hídrico, para viabilizar essa qualidade e se adequar às normas de qualidade ambiental.

Na tentativa de contribuir para o entendimento de algumas questões ainda pouco estudadas no que diz respeito à qualidade de muda florestal, o presente estudo teve por

objetivos verificar a relação do manejo hídrico e doses de potássio, aplicados a muda na fase de rustificação, com as características morfológicas e fisiológicas das mudas de *Eucalyptus grandis*.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local e Época

O experimento foi conduzido no período de novembro de 2001 a maio de 2002, na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) da UNESP, no município de Botucatu - SP. As coordenadas geográficas são 22°51'03'' de latitude Sul e 48°25'37'' de longitude Oeste, com altitude de 786 m. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa - moderado chuvoso, apresentando quatro a seis meses consecutivos com temperaturas médias do ar superiores a 10,0°C. A temperatura média do ar é de 22,8°C no mês mais quente e de 16,7°C no mês mais frio sendo a média anual de 20,6°C. A precipitação pluviométrica anual média é de 1518,8 mm, com valores médios de 229,5 mm e 37,5 mm para os meses de maior e menor precipitação, respectivamente (MARTINS, 1989).

4.2 Espécie, embalagens e substrato

A espécie usada foi *Eucalyptus grandis* Hill Ex. Maiden. As sementes foram adquiridas do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF/ESALQ/USP, Piracicaba - SP, procedentes do Pomar de Sementes Clonal (PSC) localizado no município de Anhembi-SP, do talhão 11B41 Lote NA503.

Os recipientes usados para a produção das mudas foram tubetes cilindro-cônicos de polietileno com dimensões de 12,5 cm de comprimento, 2,5 cm de diâmetro da abertura superior, 0,8 cm de diâmetro de abertura inferior e volume de 50 cm³, com seis estrias internas salientes. Como suporte para os tubetes foram usadas bandejas de polietileno com dimensões de 60 cm x 40 cm, com capacidade para 176 mudas (usadas até a fase anterior à aplicação dos tratamentos), e bandejas de polietileno com dimensões de 60 cm x 40 cm com pé com capacidade para 96 mudas (usadas durante a aplicação dos tratamentos).

O substrato usado foi o produto comercial denominado Plugmix Florestal, fabricado pela empresa Terra Mater Indústria e Comércio de Insumos Agrícolas Ltda. O substrato é constituído por 60% de casca de *Pinus* e 40% de vermiculita, possuindo uma adubação de base contendo macro e micronutrientes.

Inicialmente, foi feita a caracterização do substrato usando a Placa de Pressão de Richards (KLAR, 1984). Com os resultados, foram determinados os dois manejos hídricos. Posteriormente, foi instalado o experimento seguindo as etapas: enchimento dos tubetes, semeadura, irrigação. Na seqüência, foram levadas à casa de vegetação onde permaneceram até que a altura das mudas estivessem ao redor de 2 cm, quando foram levadas para uma estufa permanecendo até o momento da aplicação dos tratamentos. As adubações foram feitas via fertirrigação após as mudas terem completado 35 dias. Foram usados os adubos NH₄NO₃ (nitrato de amônio) e KNO₃ (nitrato de potássio) numa concentração de 2 g L⁻¹ cada um deles. A frequência utilizada de fertirrigações foi de duas vezes por semana, sendo o KNO₃ aplicado uma vez por semana. Até o 69º dia, todas as mudas tiveram a mesma condução. A partir do 70º dia as plantas

começaram a receber manejos hídricos e de adubação diferenciados. O manejo hídrico teve como base a umidade do substrato e foi avaliado através do método de pesagem. Todas as vezes que cada bandeja contendo as mudas atingia o peso pré-determinado, que correspondia a um determinado teor de água do substrato, as mesmas eram levadas para o canteiro de subirrigação onde permaneciam até a saturação do substrato. O manejo de adubação teve como base dados existentes na literatura (TEIXEIRA et al., 1995; SILVEIRA, 2000). A fonte de potássio usada foi o K₂SO₄ (sulfato de potássio) e sua aplicação feita a cada três dias via subirrigação. O período de aplicação dos tratamentos foi de trinta dias.

4.3 Tratamentos

T1 a T4: mudas irrigadas ao atingirem uma tensão de retenção de água pelo substrato de 0,01 MPa e doses de K de 0, 75, 150 e 300 mg L⁻¹, respectivamente.

T5 a T8: mudas irrigadas ao atingirem uma tensão de retenção de água pelo substrato de 1,5 MPa e doses de K de 0, 75, 150 e 300 mg L⁻¹, respectivamente.

Para cada tratamento, foram usadas seis bandejas de mudas. Para cada bandeja foram determinados previamente seus pesos, o peso dos tubetes, do substrato seco e das plantas, sendo que a massa da planta foi determinada várias vezes em função do seu crescimento. A partir da massa seca do substrato e dos dados de retenção de água, determinou-se a massa que esse substrato deveria ter quando estivesse com a umidade correspondente ao seu manejo hídrico. Com a somatória de todos esses componentes, fez-se uma tabela dos valores que cada bandeja deveria ter para ser submetida à irrigação. Ao longo do dia, essas bandejas eram pesadas periodicamente e quando atingiam valores iguais ao da tabela eram levadas para o tanque de

subirrigação, onde permaneciam por tempo necessário até que a água chegasse à superfície do substrato.

Ao final do período de trinta dias de aplicação dos tratamentos, foram iniciadas as seguintes avaliações: altura da parte aérea (HPA), diâmetro de colo (D), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSA), massa seca da parte radicular (MSR), teor de clorofila e taxa de transpiração. O teor de clorofila foi obtido através do clorofilômetro da marca Minolta. A taxa de transpiração foi obtida pelo método de pesagens.

A partir do 70º dia, as bandejas (parcelas) foram distribuídas em blocos ao acaso com 6 repetições. Para a caracterização morfológica e fisiológica das mudas usou-se uma amostragem de 18 plantas por tratamento (3 plantas por parcela), totalizando 144 mudas.

Para a análise estatística, usou-se a técnica de Análise de Variância seguido do Teste de Tukey para comparação de médias entre tratamentos e das interações dos desdobramentos ocorridos.

As etapas da estratégia de Análise, considerando o nível de significância de 5%, foram as seguintes:

1. ANAVA, considerando como causas de variação blocos, potássio, estresse hídrico e a interação entre potássio e estresse;
2. Para as variáveis que apresentaram efeito significativo do potássio e do estresse hídrico, foi realizado um teste de comparação de médias (Tukey);
3. Para as variáveis que apresentaram efeito significativo da interação entre potássio e estresse hídrico, foi realizado um teste de comparação de médias (Tukey) para se verificar o efeito do estresse dentro de potássio e do potássio dentro do estresse.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Características Morfológicas

A matéria seca radicular (MSR) foi a única característica morfológica avaliada que diferiu estatisticamente sob o efeito dos tratamentos. As demais, ou seja, altura da parte aérea (HPA), diâmetro de colo (D), matéria seca foliar (MSF), matéria seca da haste (MSH), matéria seca total (MST), área foliar (AF) e relação altura da parte aérea / diâmetro de colo (HPA/D) não foram influenciados pelos tratamentos a que foram submetidos, conforme se verifica no Quadro 1. De acordo com os resultados, os níveis de estresse hídrico e as doses de K não interferiram no desenvolvimento da parte aérea da muda, uma vez que na fase de rustificação a muda em tubete já passou pela fase de crescimento rápido, pois o tamanho da embalagem e, conseqüentemente, a quantidade de substrato e nutrientes são limitantes. É importante lembrar que a rustificação não tem por objetivo o desenvolvimento da muda e sim, a aclimação para as condições de campo.

Verifica-se que com a aplicação de 300 mg L⁻¹ de K, as mudas tiveram matéria seca radicular superiores estatisticamente às demais doses, independente do nível de estresse hídrico (Quadro 2 e 3). Nos trabalhos de Bachelard (1986) e Ismael (2001) a matéria seca radicular também não diferiu em resposta ao potencial de água no solo. Contrários a esses resultados estão os trabalhos de Farrell et al. (1996), Lima et al. (1997) e Li (1998).

Quadro 1 Resultados médios das variáveis morfológicas das mudas de *Eucalyptus grandis*, ao final da rustificação e a significância do teste F.

Tratamentos	HPA (cm)	D (mm)	AF (cm ²)	MSF (g)	MSH (g)	MSR (g)	MST (g)	HPA/D
-------------	----------	--------	-----------------------	---------	---------	---------	---------	-------

T1	35,47	2,78	134,69	0,82	0,43	0,40	1,65	12,76
T2	34,75	2,86	143,41	0,77	0,41	0,44	1,62	12,15
T3	35,76	2,93	158,70	0,87	0,48	0,43	1,78	12,20
T4	34,20	2,91	144,26	0,74	0,43	0,62	1,79	11,75
T5	34,58	2,88	146,42	0,79	0,43	0,39	1,61	12,01
T6	37,08	2,86	162,30	0,83	0,46	0,40	1,69	12,97
T7	35,31	2,87	151,96	0,81	0,44	0,42	1,67	12,30
T8	36,14	2,86	149,24	0,73	0,43	0,63	1,79	12,64
C.V.	5,41	6,64	14,25	12,69	15,21	13,61	11,57	5,91
p (K)	0,67	0,83	0,34	0,08	0,57	<0,0001*	0,24	0,67
p (S)	0,19	0,97	0,25	0,83	0,90	0,42	0,85	0,20
P (K-S)	0,10	0,74	0,51	0,53	0,52	0,86	0,83	0,05

HPA= altura da parte aérea; D= diâmetro de colo; AF= área foliar; MSF= matéria seca foliar; MSH= matéria seca da haste; MSR= matéria seca radicular; MST= matéria seca total; HPA/D= relação altura da parte aérea diâmetro de colo.

T1 a T4 = mudas irrigadas ao atingir uma tensão de retenção de água pelo substrato de 0,01 MPa, e adubadas com 0, 75, 150 e 300 mg L⁻¹ de K, respectivamente.

T5 a T8 = mudas irrigadas ao atingir uma tensão de retenção de água pelo substrato de 1,5 MPa, e adubadas com 0, 75, 150 e 300 mg L⁻¹ de K, respectivamente.

C.V. = Coeficiente de Variação.

* = significância da ANAVA (p < 0,05)

p (K) = valor de p considerando apenas níveis de potássio.

p (S) = valor de p considerando apenas níveis de estresse.

p (K-S) = valor de p considerando a interação potássio-estresse.

Considerando unicamente a avaliação morfológica, as mudas dos tratamentos T4 e T8 têm melhor qualidade, já que apresentam um sistema radicular mais desenvolvido. Embora as outras características morfológicas avaliadas não tenham diferido entre os tratamentos, o sistema radicular é fundamental nessa avaliação, pois na silvicultura a qualidade desse sistema é mais importante do que a parte aérea,

já que um sistema radicular bem desenvolvido proporciona melhores condições de suprimento da demanda de água pela planta, principalmente nas primeiras semanas onde as condições adversas do campo podem comprometer a sobrevivência das mudas. Nesse sentido, o manejo de adubação aplicando maiores quantidades de K se mostrou bastante efetivo.

Quadro 2 Matéria seca radicular (MSR) de mudas de *Eucalyptus grandis* ao final da rustificação e o resultado estatístico da comparação entre as doses de potássio.

Característica Morfológica	Doses de K (mg L ⁻¹)			
	0	75	150	300
MSR (g)	0,40 b	0,42 b	0,43 b),63a

- D.M.S. (Diferença Mínima Significativa do Teste de Tukey, $\alpha=5\%$) = 0,07;

- médias seguidas de letras iguais não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

5.2 Características Fisiológicas

5.2.1 Teor de Clorofila

Quadro 3 Matéria seca radicular (MSR) de mudas de *Eucalyptus grandis* ao final da rustificação e o resultado estatístico da comparação entre os níveis de estresse hídrico.

Característica Morfológica	Potencial de Água no Substrato (MPa)	
	-0,01	-1,5
MSR (g)	0,47 a	0,46 a

- D.M.S. (Diferença Mínima Significativa do Teste de Tukey, $\alpha=5\%$) = 0,04

- médias seguidas de letras iguais não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

apresentaram maior teor de clorofila do que as pouco estressadas. De acordo com Ismael (2001), em seu trabalho com níveis de estresse hídrico e nitrogênio, os maiores teores de clorofila foram encontrados nas mudas

De acordo com o Quadro 4, houve um efeito significativo dos tratamentos nos teores de clorofila nas folhas. Observa-se também que o K e o estresse hídrico influenciaram significativamente no teor de clorofila. O Quadro 5 mostra que o teor de clorofila foi maior para os tratamentos com adubação de 300 mg L⁻¹ de K, não diferindo estatisticamente dos tratamentos com 150 e 75 mg L⁻¹ de K. Os tratamentos sem K diferiram somente dos tratamentos com a maior dose de K. O estresse hídrico também influenciou no teor de clorofila. De acordo com o Quadro 6, as mudas submetidas ao maior estresse

submetidas ao maior estresse dentro das doses de 100 e 200 mg L⁻¹ de N. Esse mesmo autor constatou também que os valores de clorofila aumentaram em função das doses de N, em ambas as condições de deficiência hídrica. Considerando as observações daquele autor, pode-se sugerir que o maior teor de clorofila encontrado nos tratamentos sob estresse hídrico severo pode estar relacionado ao maior teor de N encontrado nas folhas das mudas submetidas às mesmas condições¹. Já Silva (1998), não encontrou variação no teor de clorofila em função dos níveis de estresse aplicado às mudas de *E. grandis*.

Quadro 4 Média dos teores de clorofila entre os tratamentos e o resultado estatístico da significância a 5 %.

	Tratamentos								C.V.	P
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
Clorofila (mg cm⁻²)	3,39	3,55	3,50	3,76	3,59	3,82	3,82	3,96	5,75	<0,0003 *

* p < 0,05 portanto é significativo.

p = 0,0017 (para potássio); p = 0,0003 (para estresse); p = 0,87 (para interação potássio estresse)

Quadro 5 Média dos teores de clorofila considerando as doses de potássio e resultado estatístico da comparação.

	K (mg L ⁻¹)			
	0	75	150	300
Clorofila (mg cm⁻²)	3,49 b	3,68 ab	3,65 ab	3,86 a

- D.M.S. (Diferença Mínima Significativa do Teste de Tukey, $\alpha=5\%$) = 0,23.

- médias seguidas de letras iguais não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Quadro 6 Média dos teores de clorofila considerando o nível de estresse hídrico e resultado estatístico da comparação.

	Potencial de Água no Substrato (MPa)	
	- 0,01	-1,5
Clorofila (mg cm⁻²)	3,55 b	3,80 a

- D.M.S. (Diferença Mínima Significativa do Teste de Tukey, $\alpha=5\%$) = 0,12.

- médias seguidas de letras iguais não diferem pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

5.2.2 Transpiração

Ao analisar a transpiração ao longo do dia (Figura 1), verificam-se dois grupos distintos: grupo 1, constituídos pelos tratamentos T1, T2, T3 e T4 e grupo 2 formado pelos tratamentos T5, T6, T7 e T8. O grupo 1 se caracterizou por apresentar valores de transpiração superiores e maior variação desses valores ao longo do dia. O grupo 2, ao contrário, apresentou menor flutuação na transpiração no decorrer do dia e valores menores de perda de água. Esse comportamento indica uma adaptação do grupo 2 às condições que lhes foram impostas durante a rustificação, ou seja, ao estresse hídrico. Essas pequenas variações na perda de água entre as horas menos e mais quentes provêm de uma resposta mais rápida e eficiente dos estômatos à transpiração. A “percepção” do estresse hídrico e a reação de defesa contra a desidratação, através do fechamento dos estômatos, foi mais veloz nas mudas desse grupo, e em razão disto, a variação foi menos brusca. Já as mudas do grupo 1 demonstraram o comportamento de mudas não adaptadas ao déficit hídrico: perderam bastante água por transpiração, e apresentaram atraso em suas reações contra a desidratação. Uma outra questão a ser observada é o fato de que os grupos estão divididos em função dos tratamentos hídricos a

que foram submetidos, tendo o K um efeito secundário ou menos pronunciado. Isso pode ser melhor visualizado nas Figuras 2 e 3, as quais mostram o efeito do estresse e do K separadamente. Na Figura 2, nota-se uma variação pronunciada nos valores de transpiração entre mudas de tratamentos submetidos a estresse hídrico correspondente a um potencial hídrico no substrato de - 0,01 ou - 1,5 MPa, mostrando que o estresse hídrico influenciou nessa característica fisiológica. A Figura 3 mostra um comportamento diferente, indicando que a influência das doses de K não foi marcante. Apesar de ocorrer uma queda na transpiração com o aumento de K, não houve muita diferença entre os tratamentos sem aplicação de K ou com dose máxima desse nutriente.

Outros trabalhos já mostraram a influência do estresse hídrico na redução da transpiração de mudas. Rawat et al. (1985), estudando a taxa de transpiração em espécies de *Eucalyptus* mantidas constantemente sob diferentes níveis de umidade no solo, verificaram que as plantas mantidas na capacidade de campo apresentaram elevada transpiração. Silva (1998) verificou uma queda acentuada na taxa de transpiração em função do aumento do estresse hídrico imposto às mudas de *Eucalyptus grandis*. Ismael (2001) também observou que as plantas menos estressadas tiveram taxas de transpiração maiores.

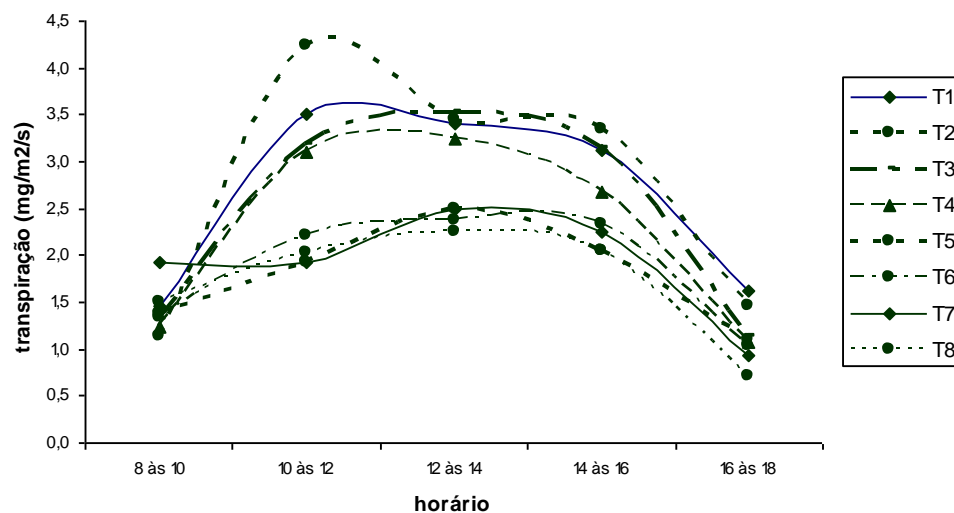


Figura 1 Estimativa da transpiração ao longo do dia de mudas de *Eucalyptus grandis* submetidas a dois manejos hídricos e quatro doses de potássio durante a rustificação.

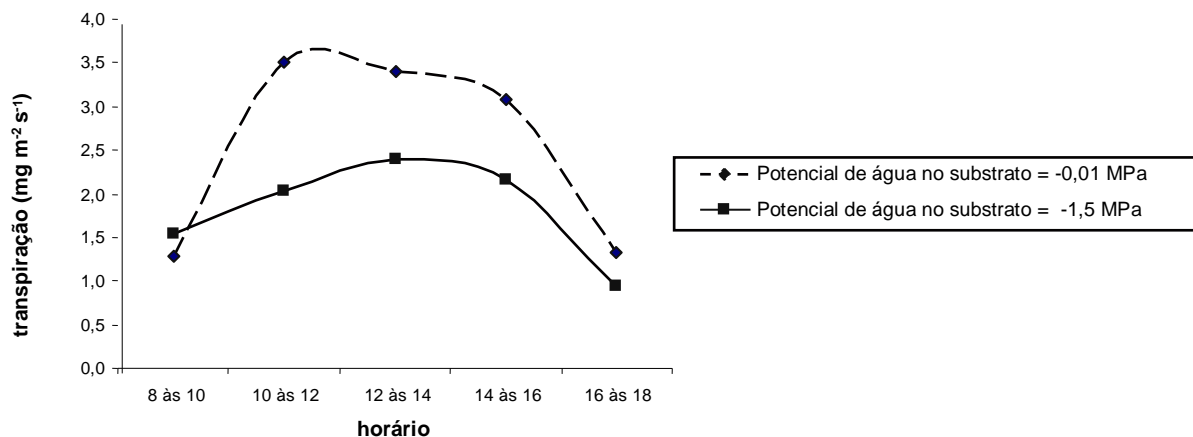


Figura 2 Estimativa da transpiração ao longo do dia de mudas de *Eucalyptus grandis* submetidas a dois manejos hídricos durante a rustificação.

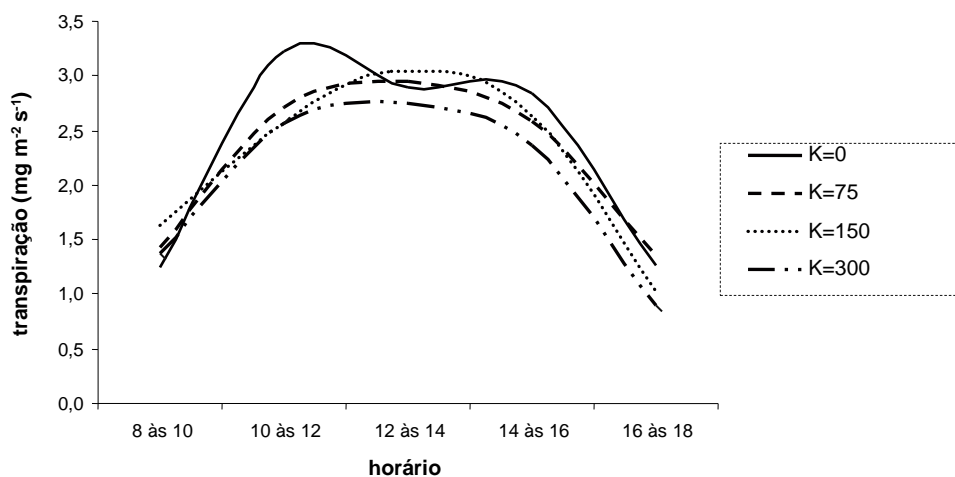


Figura 3 Estimativa, através de pesagens, da transpiração ao longo do dia de mudas de *Eucalyptus grandis* submetidas a diferentes doses de potássio durante a rustificação.

A Figura 4 apresenta os valores totais de perda de água durante 24 horas. Os valores totais seguem a mesma tendência do comportamento ao longo do dia mostrada na Figura 1, com taxas de transpiração superiores para os tratamentos submetidos a estresse leve.

Conforme a Figura 5, observa-se que nas mudas submetidas a elevado estresse hídrico o K teve pouca influência na redução da transpiração. Já nas mudas submetidas a

pequeno estresse, o K foi importante para a redução da perda de água pelas plantas. Esses resultados sugerem que, apesar do K ser o nutriente responsável pelo mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos, o condicionamento das mudas ao estresse hídrico é o fator mais decisivo para adaptação desse mecanismo às condições de déficit hídrico no campo.

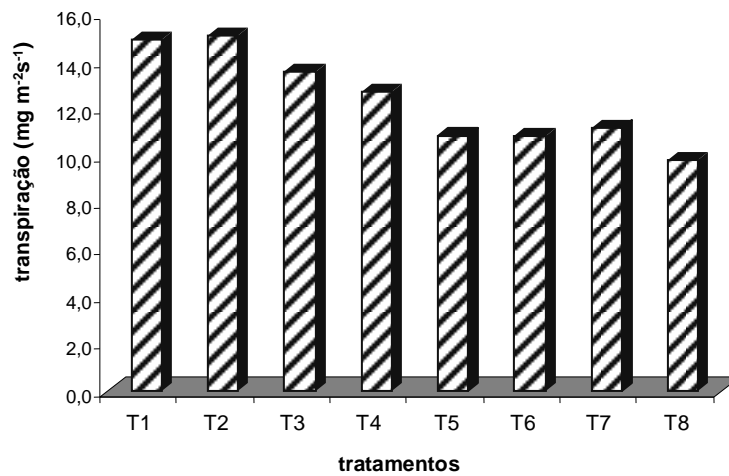


Figura 4. Estimativa da transpiração de mudas de *Eucalyptus grandis* submetidas a dois manejos hídricos e quatro doses de potássio durante a rustificação.

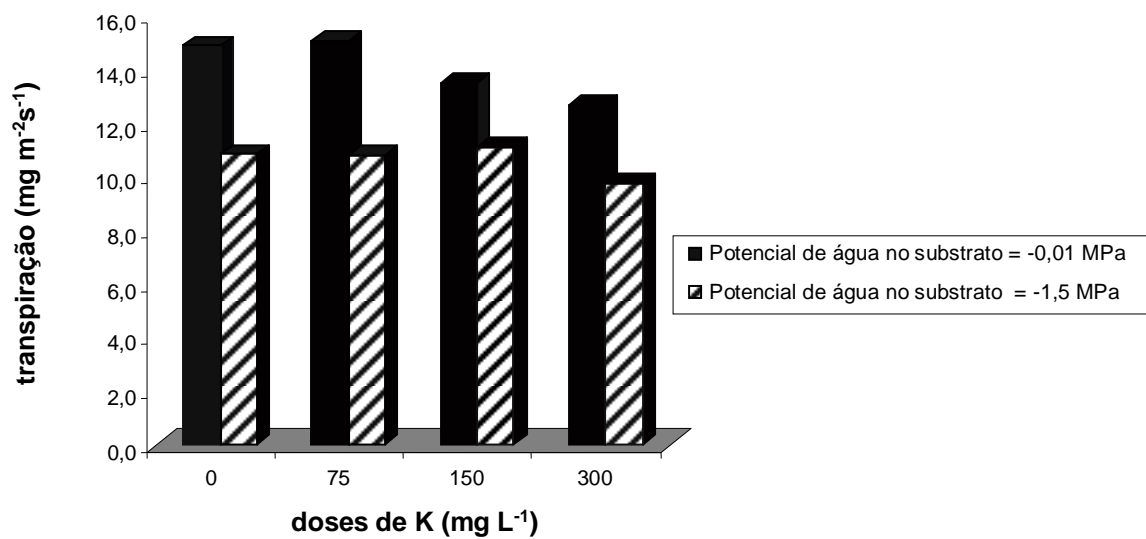


Figura 5. Estimativa, através de pesagens, da transpiração de mudas de *Eucalyptus grandis* durante a rustificação

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste trabalho, pode-se concluir que:

a) os dois manejos hídricos aplicados durante a rustificação das mudas não influenciaram nas características morfológicas estudadas;

b) das características morfológicas avaliadas, somente a matéria seca radicular (MSR) diferiu em função das doses de K aplicadas, sendo que a dose máxima de K (300 mg L⁻¹) foi superior estatisticamente às demais;

c) os maiores teores de clorofila e as menores taxas de transpiração foram encontrados nas mudas submetidas ao estresse hídrico maior;

d) o estresse hídrico foi mais efetivo que o K na redução da transpiração pelas mudas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHELARD, E.P. Effects of soil moisture stress on the growth of seedlings of three eucalypt species. II growth effects. **Australian Forest Research**, Camberra, East Melbourne, v.16, p.51-61, 1986.
- FARRELL, R.C.C., et al. Morphological and physiological comparisons of clonal lines of *Eucalyptus camaldulensis*. I. Responses to drought and waterlogging. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.23, n. 4, p. 497-507, 1996.
- FAO. Recursos forestales - Brasil. Desenvolvido por Rubens C. Garlipp. Disponível em: <<http://www.rlc.fao.org/proyecto/rla133cc>>. Acesso: 20 ago 2002.
- SBS. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/estatisticas.htm>>. Acesso: 20 ago 2002.
- 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. 108 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - 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.
- LI, C. Growth response of *Eucalyptus microtheca* provenances to water stress. **Journal of Tropical Forest Science**, Kuala Lumpur - Malaysia, v.10, n.3, p.379-387, 1998.
- LIMA, P.C, et al. Alterações morfológicas, fisiológicas e partição de matéria seca em mudas de *Eucalyptus spp* submetidas a deficiência hídrica no solo. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPT, 1997, Salvador. **Proceedings...** Colombo: Centro Nacional de Pesquisa de Florestas/ Embrapa, 1997. p.30-37.
- MARTINS, D. O clima da região de Botucatu. In: ENCONTRO DE ESTUDOS SOBRE A AGROPECUÁRIA NA REGIÃO DE BOTUCATU, 1989. Botucatu. **Anais...** Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônomicas - Universidade Estadual Paulista, 1989. p.8-19.
- RAWAT,P.S.; GUPTA, B.B.; RAWAT, J.S. Transpiration as affected by soil moisture in *Eucalyptus tereticornis* seedlings. **Indian Forester**, Dehra Dun - Índia, v.110, n.1, p. 35-39, 1985.
- SILVA, M.R. **Caracterização morfológica, fisiológica e nutricional de mudas de *Eucalyptus grandis* (Hill ex. Maiden) submetidas a diferentes níveis de estresse hídrico durante a fase de rustificação**. 1998. 105p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- SILVEIRA, R.L.V.A. **Efeito do potássio no crescimento, nas concentrações dos nutrientes e nas características da madeira juvenil de progênies de *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden) cultivadas em solução nutritiva**. 2000. 169p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.
- TEIXEIRA, P.C.; et al. Nutrición potásica y relaciones hídricas en plantas de *Eucalyptus spp*. **Bosques**, v.16, n.1, p.61-68, 1995.