



IMPACTO DA DEFICIÊNCIA HÍDRICA NO CRESCIMENTO INICIAL DE EUCALIPTO

KLIPPEL, Valéria Hollunder¹; PEZZOPANE, José Eduardo Macedo²;
PEZZOPANE, José Ricardo Macedo³; TOLEDO, João Vítor⁴

RESUMO – (IMPACTO DA DEFICIÊNCIA HÍDRICA NO CRESCIMENTO INICIAL DE EUCALIPTO). O presente estudo teve por objetivo analisar o impacto da deficiência hídrica no crescimento inicial e na temperatura das folhas de mudas de eucalipto. Foram avaliadas as características de crescimento (diâmetro do coleto, altura total, área foliar, relação raiz/parte aérea, matéria seca total) em mudas mantidas em vasos plásticos de diâmetro de 42 cm e altura de 72 cm, com aproximadamente 100 dm³. Após um período de adaptação (60 dias), onde o teor de água foi mantido próximo a capacidade de campo, as mudas foram submetidas a três níveis de déficit hídrico por um período de 135 dias, sendo D₀ sem a ocorrência de déficit hídrico, D₁ suspensão da irrigação por 45 dias e posterior retomada da irrigação até o final do experimento (90 dias) e D₂ manutenção dos vasos irrigados por 45 dias, suspensão da irrigação por 45 dias e retomada da irrigação até o final do experimento (45 dias). O déficit hídrico promoveu redução na matéria seca total de 26% em D₁ e 42% em D₂, em relação às plantas mantidas sem restrição hídrica (D₀). Diâmetro, altura e área foliar também foram afetados pela restrição hídrica.

Palavras chave: mudanças climáticas, *Eucalyptus urograndis*, crescimento, água no solo

ABSTRACT – (IMPACT OF WATER STRESS ON INITIAL GROWTH OF EUCALYPTUS). The aim of this study was evaluated the impact of water deficit on seedlings growth of a clone of eucalyptus (*Eucalyptus urograndis*) in controlled conditions. It was evaluated the growth characteristic (diameter of the stem; height of the plants; foliar area; relation root/aerial part; total dry matter) of seedlings kept in plastic vases of diameter of 42 cm and height of 72 cm, with approximately 100 dm³ of size. After an adjustment period (60 days), where the water content was maintained near field capacity, the seedlings were subjected to three levels of water deficit for a period of 135 days, being D₀ without water deficit, D₁ suspension of irrigation for 45 days and subsequent resumption of irrigation until the end of experiment (90 days) and D₂ maintenance of irrigated for 45 days, suspension of irrigation for 45 days and resumption of irrigation until the end of experiment (45 days). The water deficit caused a reduction in total dry matter of 26% in D₁ and 42% in D₂, compared to plants grown without water restriction (D₀). Diameter, height and leaf area were also affected by water restriction.

Keywords: climate change, *Eucalyptus urograndis*, growth, soil water

¹ Eng. Florestal, Doutoranda em Meteorologia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola; E-mail: vkhlippel@gmail.com

² Eng. Florestal, Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Florestal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo; E-mail: pezzopane@reitoria.ufes.br

³ Eng. Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste; E-mail: jricardo@cnpq.br

⁴ Eng. Agrônomo, Doutorando em Meteorologia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola; E-mail: jvitor_agr@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O eucalipto encontrou no Brasil, solo e clima favoráveis que beneficiam a produção em larga escala. Do total de áreas de florestas plantadas brasileiras, 4,7 milhões de hectares são plantios do gênero *Eucalyptus* (ABRAF, 2011), sendo valorizado por apresentar rápido crescimento, alta produtividade, homogeneidade do material e adaptabilidade às mais diversas condições edafoclimáticas (LEMOS, 2012).

Muitos estudos têm sido realizados com o objetivo de avaliar os efeitos dos fatores físicos do ambiente sobre a produção de biomassa em florestas plantadas de eucalipto (GONÇALVES e PASSOS, 2000; LI et al., 2000; CHAVES, 2001; LANE et al., 2004). Esses estudos permitem o conhecimento dos efeitos das variáveis climáticas locais ou regionais sobre o crescimento das plantas.

Considerando as previsões do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) e utilizando modelos de escala regional, Marengo (2007) mostra uma previsão preocupante para a Região Sudeste do Brasil com a intensificação de secas. Evangelista (2006), simulando o impacto das mudanças climáticas no sul da Bahia e norte do Espírito Santo, aponta

uma redução de até 40% na produtividade do eucalipto.

Segundo Sant' Anna (2009) o estresse por deficiência hídrica é causado tanto pela limitação de água no solo quanto pela perda excessiva de água pela transpiração em relação à absorção feita pelas raízes, sendo esses processos influenciados por fatores ambientais e por características da própria planta.

A diminuição da turgescência, e consequente fechamento dos estômatos, redução na fotossíntese e diminuição do alongamento celular, é a primeira resposta à deficiência hídrica (LARCHER, 2006).

O eucalipto é uma espécie florestal mais cultivada no Estado do Espírito Santo. As florestas plantadas de eucalipto são as mais produtivas, apresentando altas taxas de crescimento e ciclo curto o que garante retorno econômico. No entanto, em algumas regiões do Estado o cultivo da espécie enfrenta alguns problemas, em especial na fase inicial do crescimento, devido à deficiência hídrica em função de altas demandas evaporativas e reduzidos valores de precipitação pluvial (TATAGIBA, 2006). Isso pode ser evidenciado nos estudos realizados por Lopes (2009) e Evangelista (2006), que comprovam essa influência negativa da

deficiência hídrica encontrada nas áreas de plantio.

Esse estudo teve como objetivo analisar o impacto da deficiência hídrica no crescimento inicial e na temperatura das folhas de mudas de eucalipto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental do Núcleo de Estudos e Difusão de Tecnologia em Florestas, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável (NEDTEC), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUFES), localizado no município de Jerônimo Monteiro - ES, situado na latitude 20°47'25"S e longitude 41°23'48"W, e altitude de 120 metros, no período de 20 de outubro de 2007 e 02 de maio de 2008.

Foram utilizadas mudas de um clone de eucalipto (híbrido *E. grandis* x *E. urophylla*) produzidas no Viveiro do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUFES) em tubetes plásticos, formato redondo e cônico sem fendas laterais de aproximadamente 53 cm³. Estas passaram por um processo seleção na fase de rustificação quanto à uniformidade e ausência de qualquer tipo de injúria, aos 90 dias de idade, e foram transplantadas para

vasos de 42 cm de diâmetro e 72 cm de altura, com furos circulares de 5 cm de diâmetro em suas faces laterais e capacidade de aproximadamente 100 dm³.

Como substrato foi usado uma mistura de Latossolo Vermelho-Amarelo extraído na profundidade 40 a 80 cm e areia lavada, na proporção de 85 e 15%, respectivamente. Realizada análise granulométrica do substrato, obteve-se a classificação textural como argilo arenoso. Sua densidade foi de 1,16 g/cm³, determinada de acordo com o Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 1997). A análise química do substrato indicou a necessidade de correção da acidez do substrato com 80 g de calcário dolomítico/vaso e adubação de plantio com 8 g de nitrogênio, 30 g de fósforo (aplicados na forma de sulfato de amônio e superfosfato triplo) e 5 g de sulfato de zinco para cada vaso. No terceiro mês após o plantio, foi realizada a adubação de cobertura a fim de fornecer 20 g de nitrogênio, 4g de potássio (aplicados na forma de uréia e cloreto de potássio) e 10 g de bórax para cada vaso (PREZZOTI *et al.*, 2007). Os adubos químicos foram diluídos em frasco contendo 100 ml de água e aplicados em cada um dos vasos.

Na área experimental foi utilizado um espaçamento de 2 x 2 m entre os vasos. Durante os 60 dias da fase de adaptação as

mudas cresceram com umidade próximo à capacidade de campo. Após a adaptação, iniciaram os diferentes níveis de déficit hídrico por um período de 135 dias, definindo o período experimental (Figura 1). Neste período, todos os vasos foram vedados com lona preta e fita adesiva a fim de evitar a entrada de água proveniente de precipitação, já que o estudo foi conduzido ao ar livre. Os déficits hídricos aplicados foram: D₀: manutenção dos vasos próximos à capacidade de campo ao longo de todo o período experimental, ou seja, 135 dias; D₁: suspensão da irrigação por 45 dias e posterior retomada da irrigação até o final do experimento (90 dias); D₂: manutenção dos vasos irrigados por 45 dias, suspensão da irrigação por 45 dias e retomada da irrigação até o final do experimento (45 dias).

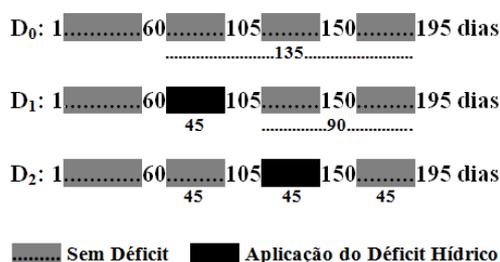


Figura 1. Esquemática do manejo hídrico durante o período do experimento (D₀ - sem déficit, Déficit 1- suspensão da irrigação entre os dias 60 e 105 após o transplante e Déficit 2 – suspensão da irrigação entre os dias 105 e 150 após o transplante).

Foi montado um sistema de irrigação localizada por gotejamento, utilizando dois gotejadores autocompensantes por vaso da marca Rain Bird, com vazão de aproximadamente 4 litros/hora para cada gotejador. No início do experimento os vasos foram saturados e logo depois submetidos à drenagem livre, por um período de 24 horas, para estabilização da umidade volumétrica na capacidade de campo, quando então foi realizado o transplante das mudas.

A umidade volumétrica na capacidade de campo e no ponto de murcha permanente para o substrato foi adotada ao redor de 34,8 e 18,3% respectivamente, adquirida com a construção da curva de retenção na tensão de 0,006 MPa para a capacidade de campo (CC) e 1,5 MPa para o ponto de murcha permanente (PMP), determinada em câmara de pressão de Richards com placa porosa para estabilização, conforme Embrapa (1997). Os valores médios de umidade volumétrica na curva de retenção do substrato foram ajustados utilizando-se o modelo matemático proposto por Van Genuchten (1980). Para elevar o teor de umidade do solo à capacidade de campo, foi calculado o tempo de irrigação seguindo o procedimento realizado por Salassier et al. (2005).

O monitoramento da umidade do substrato nos vasos sem déficit hídrico foi realizado por sensores acoplados ao datalogger, modelo CS616 da Campbell Scientific, e método termogravimétrico (EMBRAPA, 1997) a 30 cm de profundidade da superfície. Nos vasos sob déficit hídrico, o monitoramento da umidade do substrato foi realizado pelo método termogravimétrico, devido a limitação dos sensores a teores de umidade inferiores a 18%.

Ao longo do dia 2 de maio de 2008 foi avaliada a temperatura foliar de plantas sem restrição hídrica e plantas mantidas sob déficit hídrico, usando sensor Infrared, modelo IRTS-P (Opogee Instruments inc).

Na análise do crescimento das plantas avaliou-se: diâmetro do coleto, altura total, área foliar, relação raiz/parte aérea, matéria seca de folhas, haste e ramos, raízes e total. A área foliar foi determinada através do medidor, modelo LI -3100 da marca LI-COR. O diâmetro do coleto foi determinado com auxílio de paquímetro digital a 5 cm do substrato, e a altura das plantas, através de régua milimetrada. Para obtenção da biomassa seca, as folhas, haste e ramos e raízes foram colocadas separadamente em sacos de papel em estufa com circulação forçada de ar na temperatura de 75° C até atingir

peso constante. Posteriormente foram pesadas em balança digital.

O delineamento experimental utilizado foi um esquema de parcelas subdivididas 3 x 5, sendo 3 níveis de déficit hídrico (D₀, D₁ e D₂) e 4 períodos (60, 105, 150 e 195 dias após o plantio) para análise das plantas num delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância, e quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, utilizando software SAEG.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados observados na Figura 2, a irrigação próxima a capacidade de campo (34,8%) foi interrompida no dia 20 de dezembro de 2007, a fim de submeter algumas plantas ao tratamento D₁, com retomada da irrigação no dia 02 de fevereiro de 2008. O tratamento D₂ teve início no dia 02 de fevereiro e as plantas voltaram a ser irrigadas no dia 18 de março, quando então todas as plantas passaram a receber o mesmo manejo hídrico (irrigação próxima a capacidade de campo). No tratamento D₀ a umidade volumétrica do substrato ficou bem próxima à capacidade de campo durante todo o período experimental, com

média de 31,5%. Enquanto que nos tratamentos D₁ e D₂, a umidade atingiu valores abaixo do ponto de murcha permanente (18,3%) como nos dias 30 de janeiro e 07 de março de 2008, com umidade volumétrica de aproximadamente 16,5%. As mudas de eucalipto somente sobreviveram abaixo do ponto de murcha

permanente devido seu ajuste osmótico, que se desenvolve lentamente em resposta à desidratação do tecido causado pelo déficit hídrico. As folhas que são capazes de realizar esse ajuste podem manter o turgor sob potenciais hídricos mais baixos (TAIZ e ZEIGER, 2004).

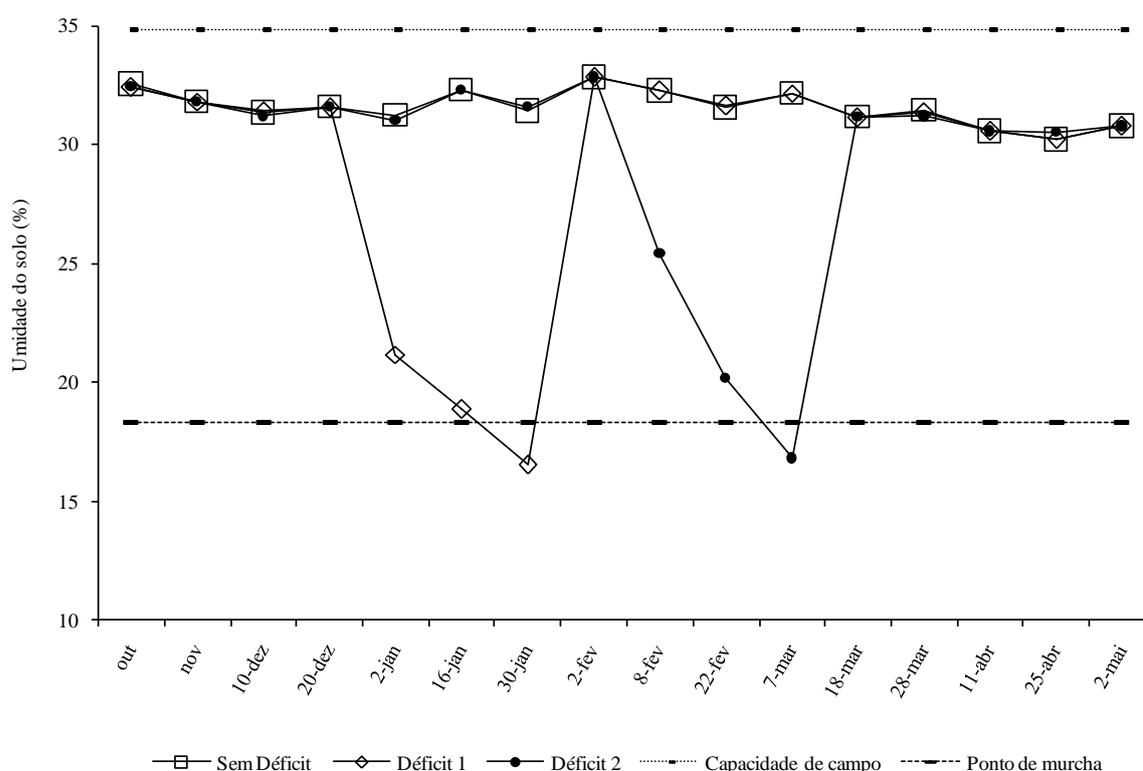


Figura 2. Variação da umidade do substrato nos diferentes déficits hídricos (Déficit 1 – suspensão da irrigação entre os dias 60 e 105 após o transplante e Déficit 2 – suspensão da irrigação entre os dias 105 e 150 após o transplante) adotados nos vasos, medido a 30 cm de profundidade, durante o período experimental entre 20 de outubro de 2007 e 02 de maio de 2008, comparados com a capacidade de campo (CC) e ponto de murcha permanente (PMP) do substrato.

As plantas que permaneceram com irrigação próxima a capacidade de campo durante todo o período do estudo (tratamento D₀), obtiveram um acúmulo crescente de matéria seca total (Figura 3).

Aquelas que passaram por déficit hídrico sofreram redução no acúmulo de matéria seca total em 75% para o tratamento D₁ aos 105 dias e em 43% para o tratamento

D₂ aos 150 dias, quando comparadas com as plantas sem déficit hídrico.

O acúmulo de matéria seca total foi estatisticamente superior para as plantas que não sofreram restrição hídrica (tratamento sem déficit). O déficit hídrico reduziu o acúmulo de matéria seca total em 26% para o déficit 1 e 42% para o déficit 2

no final do experimento, mostrando melhor recuperação das plantas que sofreram o déficit hídrico mais jovens. Tatagiba et al. (2007) em estudo com clones de eucalipto sob diferentes regimes hídricos, também observaram maior acúmulo de matéria seca total no final do experimento nas plantas com maior disponibilidade hídrica.

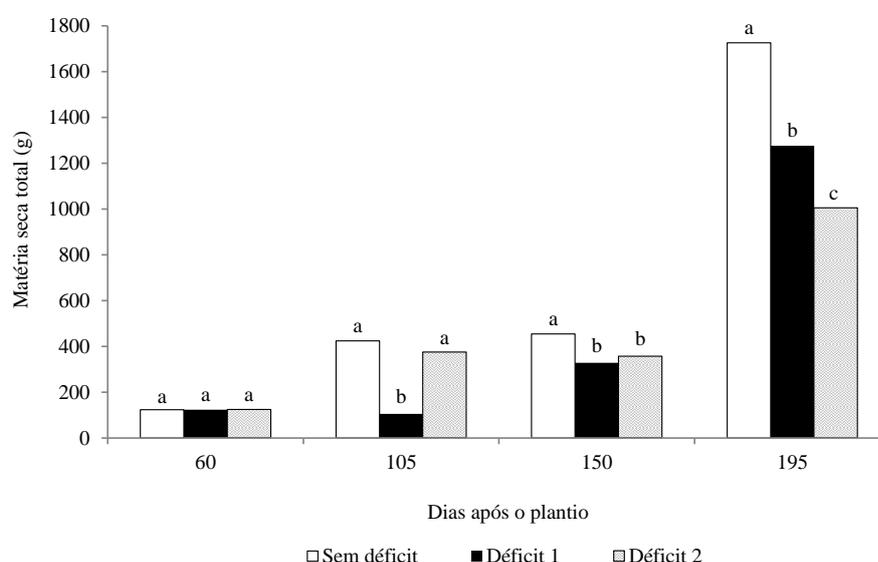


Figura 3. Matéria seca total de plantas de um clone de eucalipto, crescendo em vasos sob diferentes manejos hídricos (Déficit 1- suspensão da irrigação entre os dias 60 e 105 após o transplante e Déficit 2 – suspensão da irrigação entre os dias 105 e 150 após o transplante), em cinco períodos distintos após o plantio: 1 e 60 dias (antes da aplicação dos manejos hídricos diferenciados) e 105, 150 e 195 dias (após a aplicação dos manejos hídricos diferenciados).

Menor crescimento e conseqüentemente menor produção de matéria seca também foi observado por Vellini (2008) em plantas de clones de eucalipto irrigadas a cada seis dias em comparação com plantas irrigadas diariamente. Chaves (2001), estudando o comportamento de cinco clones de

eucaliptos, submetidos a ciclos sucessivos de déficit hídrico no solo, verificou que acúmulo de matéria seca total dos clones sob deficiência hídrica foi reduzido em relação às plantas irrigadas. Pereira et al., (2006) constatou maiores incrementos no crescimento das mudas aos 70 dias após o

plantio, nos tratamentos sem estresse hídrico.

De acordo com Gholz *et al.* (1990) a disponibilidade hídrica controla a abertura estomática, afetando o crescimento das plantas e, conseqüentemente, a produção de biomassa. A falta de água no solo reduz o potencial hídrico das folhas, diminuindo a turgidez de suas células, causando redução da condutância estomática e promovendo o fechamento parcial ou total dos estômatos. Com os estômatos fechados, não há influxo de CO₂ para as folhas, afetando o acúmulo de fotoassimilados, podendo levar à paralisação de crescimento das plantas e perda de produtividade.

O diâmetro das plantas que sofreram o restrição hídrica foi significativamente menor que o diâmetro daquelas que cresceram sem restrição hídrica (Figura 4). A altura das plantas que passaram por déficit hídrico foi reduzida em 16% para o déficit 1 e 25% para o déficit 2 quando comparadas com as plantas sem déficit hídrico. A área foliar das plantas foi drasticamente afetada pelo déficit hídrico, com redução de 21% para o déficit 1 e 36% para o déficit 2, em relação às plantas mantidas sem déficit. A redução da área foliar se deu tanto pela abscisão foliar quanto pela redução do tamanho das folhas. A relação raiz/parte aérea foi

estatisticamente igual para todos os tratamentos.

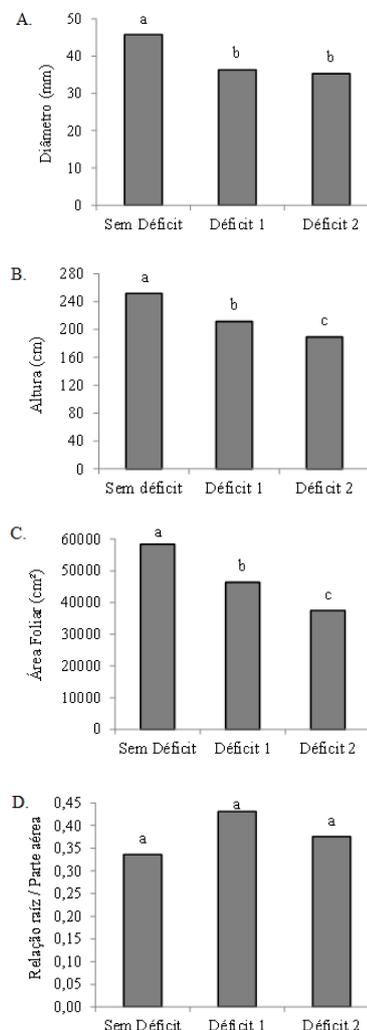


Figura 4. Crescimento de plantas de um clone de eucalipto (A. Diâmetro; B. Altura; C. Área foliar; e D. Relação raiz/parte aérea) em vasos sob diferentes manejos hídricos (sem déficit, Déficit 1- suspensão da irrigação entre os dias 60 e 105 após o transplante e Déficit 2 – suspensão da irrigação entre os dias 105 e 150 após o transplante), aos 190 dias após o transplante.

Martins (2007), em estudo sobre a influência da deficiência hídrica em *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden) e

Eucalyptus saligna (Smith), observou menor crescimento em altura e diâmetro nas plantas que sofreram déficit hídrico. Lopes (2007) identificou que os incrementos em altura foram proporcionais à maior quantidade de água fornecida às mudas de *E. grandis*. Xavier et al. (2011) observaram que plantas de híbridos de *E. urophylla* x *E. grandis*, crescendo em vasos sob diferentes níveis de déficit hídrico (30 e 60 dias), apresentaram maior crescimento sob maior disponibilidade hídrica e que o diâmetro foi o parâmetro que se mostrou mais dependente da disponibilidade de água. Tatagiba et al. (2009), estudando seis clones comerciais de *Eucalyptus* spp. em resposta à disponibilidade de água, verificaram que a deficiência hídrica restringiu o crescimento em altura e diâmetro dos clones estudados.

A queda de folhas é considerada reação comum das plantas em situação de deficiência hídrica, quando a abscisão foliar é estimulada pela síntese acentuada e maior sensibilidade ao etileno, sendo uma resposta precoce adaptativa a locais onde há limitação hídrica. A limitação da área foliar pode ser considerada a primeira linha de defesa contra a deficiência hídrica (CHAVES et al., 2004). Martins (2007), trabalhando com *Eucalyptus grandis* também verificou redução da área foliar em plantas sob deficiência hídrica. A

redução na área foliar de mudas em várias espécies do gênero *Eucalyptus*, submetidas ao déficit hídrico, foi observada em vários trabalhos (CHAVES, 2001; FAÇANHA, 1983; LI et al., 2000; TATAGIBA et al., 2007).

Segundo Sasse e Sands (1996) o crescimento do sistema radicular em profundidade é um mecanismo de defesa da planta contra a falta de água, pois a exploração de grande volume de solo a maiores profundidades pode evitar que as plantas experimentem déficit hídrico capaz de prejudicar o crescimento em condições de campo. Nascimento et al. (2011) analisaram o crescimento de mudas de jatobá cultivadas em vasos, em diferentes níveis de água no solo, e não encontraram diferença significativa na MSR/PA. Os autores enfatizam que uma das razões para tal comportamento, pode ser o equilíbrio no crescimento entre a raiz e a parte aérea.

Plantas que estavam em restrição hídrica apresentaram, ao longo do dia 2 de maio temperatura foliar maior que as plantas mantidas com irrigação próxima a capacidade de campo (Figura 5). Nota-se que na maior parte do dia a temperatura foliar ficou acima da temperatura do ar, principalmente nas plantas que estavam sofrendo déficit hídrico. A temperatura máxima média foliar das plantas sob stress hídrico foi de 37,68 °C ao meio dia. Já nas

plantas irrigadas a temperatura máxima média foliar foi de 35,42 °C às 13 horas.

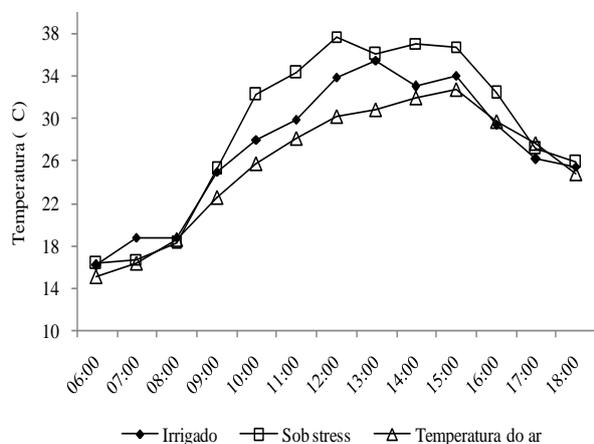


Figura 5. Temperatura do ar e temperatura foliar de plantas crescendo em vasos sem déficit e com déficit hídrico, ao longo do dia 22 de maio de 2008.

A manutenção da temperatura foliar muito abaixo da temperatura do ar exige a evaporação de grandes quantidades de água. Uma folha que transpire com rapidez torna-se nitidamente mais fria. Quando a transpiração diminui e a temperatura foliar torna-se mais alta do que a do ar e parte da energia extra na folha é dissipada na forma de calor sensível (TAIZ e ZEIGER, 2004).

4. CONCLUSÃO

Os níveis de déficit hídrico, moderado e severo, promoveram a redução da altura da parte aérea, diâmetro do caule, área foliar e da matéria seca total das

plantas do clone de *Eucalyptus urograndis*, tanto maior quanto maior foi a duração do déficit.

A relação raiz/parte aérea não foi influenciada pelos tratamentos.

A temperatura foliar das plantas sob déficit hídrico foi maior do que as que cresceram na condição de umidade ideal.

5. REFERÊNCIAS

- ABRAF – Associação Brasileira Florestal. *Anuário Estatístico da ABRAF 2011 - Ano Base 2010*. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp>>. Acesso em: 12/11/2012.
- CHAVES, J. H. **Crescimento, fotossíntese e relações hídricas de clones de eucalipto sob diferentes regimes hídricos**. 2001. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- CHAVES, J. H.; REIS, G. G.; REIS, M. G. F.; NEVES, J. C. L.; PEZZOPANE, J. E. M.; POLLI, H. Q. Seleção precoce de clones de eucalipto para ambientes com disponibilidade diferenciada de água no solo. *Relações hídricas de plantas em tubetes*. **Revista Árvore**, v. 28, n. 3, p. 333-341, 2004.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997.212p.
- EVANGELISTA, R. C. **Impacto das Mudanças climáticas na produtividade de eucalipto em duas regiões do Brasil**.

2006. 48p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

FAÇANHA, J. G. V. **Aspectos fisiológicos do crescimento de *Eucalyptus* spp. submetidos a deficiência hídrica.** 1983. 47 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1983.

GHOLZ, H. L.; EWEL, K. C.; TESKEY, R. O. Water and Forest productivity. **Forest Ecological Management**, Amsterdam, v. 30, p. 1-18, 1990.

GONÇALVES, M.R.; PASSOS, C.A.M. Crescimento de cinco espécies de eucalipto submetidos a déficit hídrico em dois níveis de fósforo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.2, p. 145-161, 2000.

LANE, P. N. J.; MORRIS J.; NINGNAN, Z.; GUANGYI, Z.; GUOYI, Z AND DAPING, X. Water balance of tropical eucalypt plantations in south-eastern China. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.124, p.253-267, 2004.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** Tradução: Prado, C. H. B. A. São Carlos: Ed. Rima, 2006, p. 531.

LEMOS, C.C.Z. **Aprimoramentos, teste e uso do modelo 3-PG em plantios clonais de *Eucalyptus* no nordeste do estado de São Paulo.** 2012. 175 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

LI, C.; BERNINGER, F.; KOSKELA, J.; SONNINEN, E. Drought responses of *Eucalyptus microtheca* provenances depend on seasonality of rainfall in their place of origin. **Australian Journal of Plant Physiology**, Victoria, v.27, n.3, p.231-238, 2000.

LOPES, T. S. **Crescimento inicial e ecofisiologia de clones de eucalipto sob diferentes condições climáticas.** 2009. 117 f. Dissertação. (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2009.

LOPES, J. L. W. Irrigação em viveiros de espécies florestais. **Anais do Seminário Técnico-Científico Sobre Viveiros Florestais**, 2, Piracicaba, setembro de 2007. IPEF. Piracicaba, 2007. CD-ROM.

MARENGO, J. A. **Caracterização do clima no Século XX e cenários climáticos no Brasil e na América do Sul para o Século XXI, derivados dos modelos globais de clima do IPCC.** Relatório 1, Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2007.

MARTINS, F.B. **Desenvolvimento e estresse hídrico em mudas de *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden) e *Eucalyptus saligna* (Smith).** Santa Maria, 2007. 72 p. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

NASCIMENTO, H. H. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; SILVA, E. C.; SILVA, M. A. Análise do crescimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courba* L.) em diferentes níveis de água no solo. **Revista Árvore**, v. 35, n. 3, p. 617-626, 2011.

PEREIRA, M. R. R. et al. Comportamento fisiológico e morfológico de clones de *Eucalyptus urograndis* submetidos a diferentes níveis de água no solo. **Irriga**, Botucatu, outubro-dezembro, 2006. v. 11, n. 4, p. 518-531.

PREZZOTI, L. C.; GOMES, J. A.; DADALTO, G. G.; OLIVEIRA, J. A. de. **Manual de Recomendação de Calagem e Adubação para o Estado do Espírito**

Santo. 5ª Aproximação. Vitória, ES, SEEA/INCAPER/CEDAGRO, 2007. 305p.

SALASSIER, B.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 7ed. Viçosa:UFV, 2005. 611 p

SANT' ANNA, H. L. S. **Aspectos fisiológicos de variedades de citros submetidas à deficiência hídrica progressiva**. 2009. 84p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas - BA.

SASSE, J.; SANDS, R. Comparative responses of cottungs and seedlings of *Eucalyptus globulus* to water stress. **Tree Physiology**, Victoria, v. 16, n. 1/2, p. 287-294, 1996.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p. TATAGIBA, S.D.; PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, E. F.; PENCHEL, R. M. Desempenho de clones de eucalipto em resposta a disponibilidade de água no substrato. **Revista Engenharia na agricultura**, v. 17, n. 3, p. 179-189, 2009.

TATAGIBA, S.D.; PEZZOPANE, J.E.M.; REIS, E.F.dos. Avaliação do crescimento e produção de clones de *Eucalyptus* submetidos a diferentes manejos de irrigação. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 1, p. 1-9, jan./mar. 2007.

TATAGIBA, S.D. **Crescimento inicial, trocas gasosas e status hídrico de clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação**. Alegre, 2006. 126f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2006.

VAN GENUCHTEN, M.T. A closed-form for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.41, p. 892-898, 1980.

VELLINI, A.L.T.T.; PAULA, N.F.de; ALVES, P.L.da.C.A.; PAVANI, L.C.; BONINE, C.A.V.; SCARPINATI, E.A.; PAULA, R.C.de. Respostas fisiológicas de diferentes clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.32, n.4, p.651-663, 2008.

XAVIER, T. M. T; PEZZOPANE, J. E. M.; PENCHEL, R. M.; CALDEIRA; M. V. W; KLIPPEL; V. H; TOLEDO, J. V.; SILVA, M. R. Crescimento do eucalipto sob diferentes níveis de déficit hídrico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA, **Anais...**Búzios-RJ, 2011.