



## CRESCIMENTO DE MUDAS CLONAIS DE EUCALIPTO EM CONDIÇÕES DE DÉFICIT HÍDRICO

TATAGIBA, Sandro Dan<sup>1</sup>; TOLEDO, João Vitor<sup>2</sup>; PEZZOPANNE, José Eduardo Macedo<sup>3</sup>;  
ZANETTI, Sidney Sará<sup>4</sup>; CECÍLIO, Roberto Avelino<sup>5</sup>

**RESUMO** – (CRESCIMENTO DE MUDAS CLONAIS DE EUCALIPTO EM CONDIÇÕES DE DÉFICIT HÍDRICO) O objetivo deste trabalho foi investigar as características de crescimento de três clones comerciais provenientes da propagação do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* submetidos a diferentes disponibilidades hídricas no substrato, em condições controladas, de modo a viabilizar a seleção precoce desses clones para o plantio em ambientes com limitada disponibilidade de água no solo. O experimento foi montado em esquema fatorial 3 x 3, sendo o fator clone em três níveis (Clones 1, 2 e 3) e o fator água disponível em três níveis (50, 30 e 10% da água disponível no substrato), num delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. De acordo com os resultados obtidos verificou-se que as características de crescimento avaliadas foram negativamente afetadas à medida que diminuía o teor de água no solo. O clone 2 obteve maior crescimento, sendo indicado para plantio em áreas com limitada disponibilidade hídrica, apresentando maior acúmulo de matéria seca total, da haste e ramos, de folhas e maior eficiência no uso da água de produtividade em relação aos demais clones.

**Palavras-chave:** água disponível, deficiência hídrica, *Eucalyptus*.

**ABSTRACT** – (SEEDLING GROWTH IN EUCALYPTUS CLONAL CONDITIONS OF WATER DEFICIT) The objective of this study was to investigate the growth characteristics of three commercial clones from the spread of hybrid *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* under different water availability in the substrate under controlled conditions in order to facilitate the early selection of these clones to planting in areas with limited water availability in the soil. The experiment was mounted in a factorial 3 x 3 being the clone factor in three levels (Clones 1, 2 and 3) and the water factor available in three levels (50, 30 and 10% of available water in the substrate), in a randomized block design with four replications. According to the results obtained it was found that the growth characteristics evaluated were adversely affected decreased as the water content of the soil. The second fastest growing clone was obtained and is indicated for planting in areas with limited water availability, with greater accumulation of total dry matter, stem and branches, leaves and greater efficiency in water use productivity in relation to the other clones.

**Keywords:** available water, water deficiency, *Eucalyptus*.

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo, Pós-doutorando do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, CCA-UFES, E-mail: sandrodantatagiba@yahoo.com.br

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Meteorologia Agrícola do Departamento de Engenharia Rural, UFV - Viçosa, MG, Email: jvitor\_agr@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Engenheiro Florestal, Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, CCA-UFES, E-mail: pezzopane2007@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Engenheira Agrícola, Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, CCA-UFES, E-mail: roberto.cecilio@ufes.br

<sup>5</sup> Engenheira Agrônomo, Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, CCA-UFES, E-mail: sidney.zanetti@ufes.br

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o país com maior área de florestas plantadas de eucalipto, com o cultivo de aproximadamente 5.100.000 hectares (ABRAF, 2013). Na maioria dos estados brasileiros, ou em estados considerados como novas fronteiras da silvicultura, o cultivo do eucalipto está em franca expansão, com crescimento médio de 7,1% ao ano (ABRAF, 2013). A expansão da área plantada com o gênero *Eucalyptus* é resultado de um conjunto de fatores que vem favorecendo o plantio em larga escala, entre os mais relevantes, podemos destacar, o rápido crescimento em ciclo de curta rotação, a alta produtividade e a expansão e direcionamento de novos investimentos por parte de empresas de segmentos que utilizam a madeira como matéria-prima em processos industriais. Apesar do alto volume plantado, o Brasil apresenta grande potencial de crescimento da área cultivada, principalmente em regiões consideradas como novas fronteiras da silvicultura, que apresentam acentuada variação na disponibilidade hídrica do solo, o que tem dificultado a implantação da cultura, afetando negativamente o crescimento inicial das plantas.

A seleção de material genético de eucalipto apto ao plantio em áreas com acentuada variação na disponibilidade de água do solo é de fundamental importância para o êxito de um povoamento florestal. A identificação de genótipos para implantação em condições ambientais adversas, especialmente em relação à deficiência hídrica no solo, é um desafio para muitas empresas florestais. Segundo Framptom e Foster (1993) os testes de espécies e procedências e os testes clonais têm sido usados para recomendar material genético para condições ambientais específicas. Assim, o conhecimento do crescimento e das relações entre a deficiência hídrica em espécies e procedências de eucalipto durante a fase de desenvolvimento da muda no campo assume particular importância, uma vez, que podem ocorrer danos elevados ou até irreversíveis às plantas quando ocorrer o déficit hídrico.

Trabalhos estudando as características morfológicas do crescimento de mudas de diferentes genótipos de eucalipto têm sido desenvolvidos a fim de indicar os clones mais adequados a diferentes condições de disponibilidade hídrica no solo (TATAGIBA *et al.*, 2007; XAVIER *et al.*,

2013). Os resultados obtidos por estes autores têm auxiliado a tomada de decisão para recomendação de clones para área com reduzida disponibilidade hídrica no solo, proporcionando vantagens como, maior produtividade, redução de custos na implantação do plantio e aumento na eficiência do uso da água pela planta. Para isso, observações de pesquisa dirigida são fundamentais para o entendimento do crescimento de mudas de diferentes materiais genéticos de eucalipto em resposta a deficiência hídrica no solo. Dessa forma, objetivou-se no presente trabalho investigar as características de crescimento de três clones de eucalipto submetidos a diferentes disponibilidades hídricas no substrato, em condições controladas, de modo a viabilizar a seleção precoce desses clones para o plantio em ambientes com limitada disponibilidade de água no solo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre os meses de julho e setembro de 2013, em casa de vegetação coberta com filme de polietileno transparente, instalada na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), localizada em Rive, distrito do município de Alegre-

ES, latitude 20°45'2" Sul, longitude 41°29'18" Oeste e altitude de 119 m.

Foram utilizadas mudas de três clones comerciais provenientes de propagação clonal do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, denominados, clones 1, 2 e 3, produzidos no viveiro da empresa Du Campo, através de miniestacas apicais de matrizes provenientes da empresa Suzano Papel e Celulose S.A, multiplicadas em tubetes plásticos de 54 mL. Aos 85 dias após o estaqueamento as mudas passaram por uma seleção quanto à uniformidade de altura, diâmetro e condição fitossanitária e foram transplantadas para vasos plásticos com capacidade de aproximadamente 30 dm<sup>3</sup>, com dimensões de 34 cm de diâmetro e 38 cm de altura. Os vasos apresentavam furos circulares de 5 mm de diâmetro tanto na parte inferior como nas laterais para facilitar a drenagem e aeração do solo. Durante todo o período experimental as plantas ficaram suspensas em bancadas com aproximadamente 1 m de altura, com dimensões de 2 m de comprimento e 1,20 m de largura.

O substrato utilizado foi composto de um latossolo vermelho-amarelo, extraído na profundidade de 10 a 50 cm. Foi realizada análise granulométrica do solo (EMBRAPA, 1997), obtendo-se a classificação textural como argiloso

(Tabela 1). A necessidade da aplicação de corretivos e adubos químicos foi realizada de acordo com recomendação proposta por Novais *et al.*, (1991), e o parcelamento como indicado por Prezotti *et al.* (2007).

Para determinação da lâmina de água, amostras do substrato deformadas e previamente peneiradas, foram saturadas por 12 horas (EMBRAPA, 1997) e levadas à câmara de pressão de Richards com placa porosa para estabilização, adotando-se um tempo de três dias e posterior determinação da umidade gravimétrica (U), correspondente às tensões de 0,010 MPa para capacidade de campo e 1,5 MPa para o ponto de murcha permanente. A umidade volumétrica ( $\theta$ ) para cada uma das tensões foi obtida pelo produto da umidade gravimétrica pela densidade do solo ( $\theta = U \cdot D_s$ ). Os valores médios, resultantes de três repetições para densidade do solo,

umidade gravimétrica na capacidade campo e no ponto de murcha permanente para o cálculo dos níveis de água, foram de 1,09 g cm<sup>-3</sup>; 30,0 e 18,8%, respectivamente.

A água disponível (AD) encontrada foi de 12,2%, calculada observando-se os valores de umidade volumétrica obtida para a capacidade de campo (CC) em 32,7% determinada na tensão de 0,010 MPa e para o ponto de murcha permanente (PMP) em 20,5% na tensão de 1,5 MPa, utilizando-se a seguinte expressão: AD = CC – PMP (CENTURION E ANDREOLI, 2000). Os valores médios de umidade volumétrica e da tensão utilizados foram ajustados pelo modelo matemático proposto por Vangenuchten (1980), através do software Soil Retention Curves (SWRC), versão 2.0.

**Tabela 1.** Análise granulométrica das proporções existentes de cada fração no solo

Areia grossa (0,201mm)	Areia Fina (0,053mm)	Areia Total	Argila (<0,002mm)	Silte
(g/Kg)	(g/Kg)	(g/Kg)	(g/Kg)	(g/Kg)
192	128	320	630	50

Para o estabelecimento da disponibilidade hídrica no substrato, foram utilizados três níveis de água, definidos a partir da água disponível em 50, 30 e 10% (EMBRAPA, 1997). O controle da irrigação foi realizado pelo método

gravimétrico (pesagem diária dos vasos), contabilizando-se o consumo de água, até atingir o valor prévio determinado em cada nível, quando, então, a umidade era novamente elevada à capacidade de campo

por meio de um sistema de irrigação por gotejamento com vazão de 6 L h<sup>-1</sup>.

Ao final dos 75 dias de experimentação foram utilizadas quatro plantas de cada clone para avaliação das características de crescimento, determinando-se, a matéria seca: total, da raiz, da haste e ramos, e das folhas. Determinou-se também a área foliar, o diâmetro no nível do coleto, a altura total e o volume de raiz. Para obtenção da matéria seca, as plantas foram particionadas em raiz, haste e ramos, e folhas, colocadas em sacos de papel e inseridas em estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 75° C, até atingir peso constante. A área foliar foi determinada através do medidor, modelo LI -3100 (LI-COR, Reino Unido). 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. O volume de raiz foi obtido através da inserção de raízes em uma proveta graduada, após a limpeza e lavagem, onde a variação no volume de água adicionada a proveta correspondia ao volume da raiz submersa.

O monitoramento das variáveis climáticas foi realizado por uma estação meteorológica automática instalada no interior da cada casa de vegetação. Nas estações estavam acoplados sensores de temperatura e umidade relativa do ar

modelo CS500 (Vaisala, Estados Unidos da América) e de radiação fotossinteticamente ativa (Sensor Quantum, modelo LI-190, marca LI-COR). Os dados foram coletados e armazenados por um "datalogger", modelo CR10x (Campbell Scientific, Estados Unidos da América). O tempo de leitura foi de dez segundos, e os dados médios foram armazenados a cada 15 minutos.

O déficit de pressão de vapor do ar foi calculado de acordo com Pereira *et al.*, (2002), e a eficiência do uso da água na produtividade de cada clone (EUA<sub>p</sub>) foi estimada conforme Larcher (2006), calculada pela seguinte equação:

$$EUA_p = MS/LTC \quad (1)$$

em que:

EUA<sub>p</sub> = eficiência do uso da água de produtividade, Kg m<sup>-3</sup>;

MS = matéria seca total, Kg; e

LTC = lâmina de água total consumida, m<sup>3</sup>.

O experimento foi montado em esquema fatorial 3x3, sendo o fator clone em três níveis (Clones 1, 2, 3) e o fator disponibilidade hídrico em três níveis (50, 30 e 10% da AD) num delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância, e quando significativas, as médias foram

comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) utilizando o software SISVAR®, versão 5.1.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão apresentados os valores médios diários da temperatura e umidade relativa do ar máxima, média e mínima, da radiação fotossinteticamente ativa e do déficit de pressão de vapor durante o período experimental. Os valores médios da temperatura máxima, média e mínima, situaram em 30, 22 e 16 °C, respectivamente, apresentando extremos de 36 °C para a máxima e 10 °C para a mínima (Figura 1a). A amplitude térmica do centro de distribuição de origem do gênero *Eucalyptus* apresenta faixa de temperatura mínima nos meses mais frios em torno de 2 a 10 °C e de temperatura máxima nos meses mais quentes de 29 °C (MESKIMEN E FRANCIS, 2006). Segundo Martins *et al.* (2007) a temperatura basal inferior para o desenvolvimento de mudas de *Eucalyptus grandis* é de 10 °C e a basal superior é de 36 °C, condições estas encontrada durante todo o período de experimentação. Para a umidade relativa do ar, os valores médios da máxima, média e mínima registraram valores de 84, 64 e 35 %, respectivamente, apresentando valores extremos de máxima

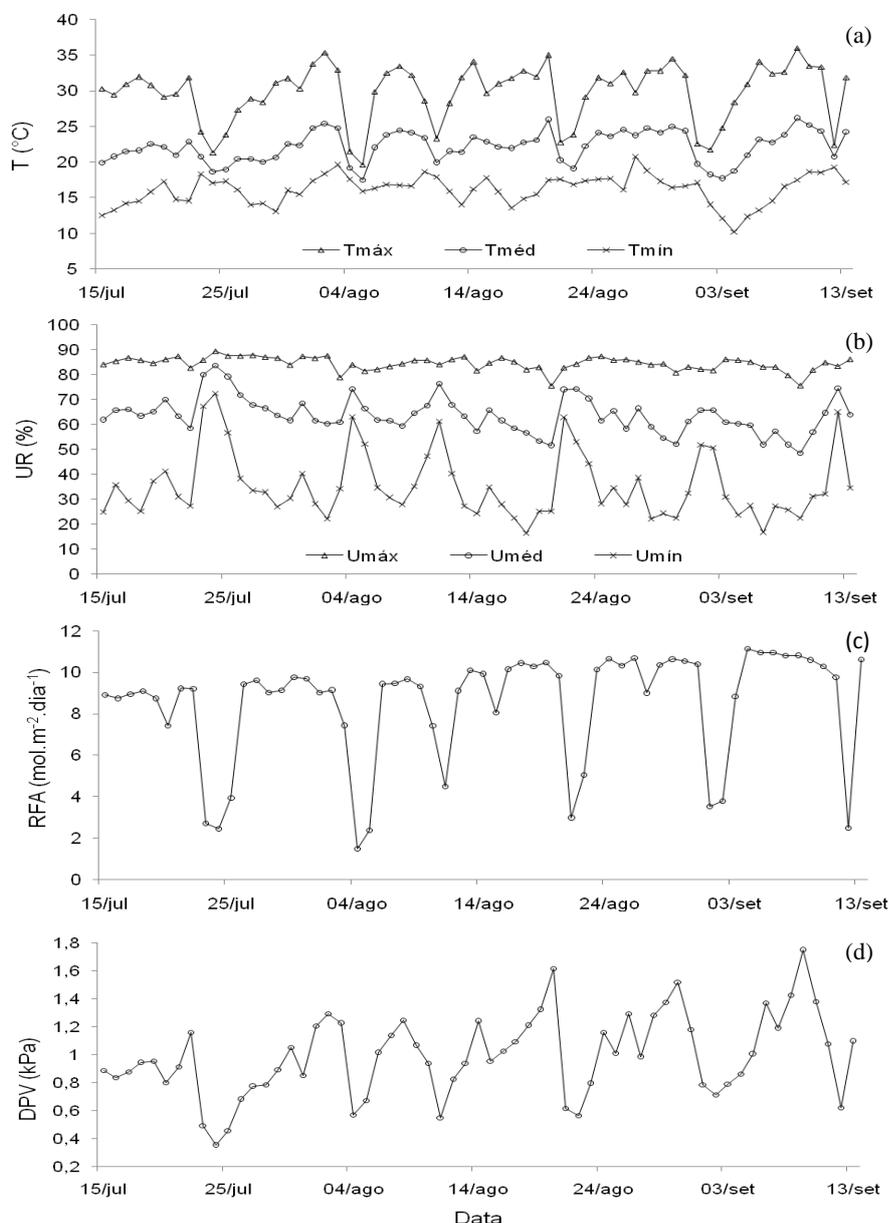
e mínima de 89 e 16% e, respectivamente (Figura 2b). A radiação fotossinteticamente ativa registrou média de 8,5 mol m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, com acentuadas oscilações na intensidade, devido a ocorrência de dias nebulosos (Figura 1c). Valor médio de 1,00 kPa foi encontrado para o déficit pressão de vapor, apresentando variação entre 0,35 e 1,75 kPa ao longo do período experimental (Figura 1d). Nota-se que os dias de temperatura mais elevada coincidiram com os dias de umidade relativa mais baixa e, conseqüentemente, contribuiu para o aumento dos valores do déficit de pressão de vapor.

Na Figura 2, observa-se o acúmulo de matéria seca dos três clones de eucalipto nos três níveis de disponibilidade hídrica. Para a matéria seca total, da raiz, da haste e ramos, e das folhas não houve interação significativa entre os fatores, clones e disponibilidade hídrica, sendo necessário, realizar o estudo dos efeitos de cada fator, isoladamente (Figura 2 a-h).

No estudo do desdobramento isolado dos níveis de disponibilidade hídrica, a matéria seca total, da raiz, da haste e ramos, e das folhas (Figura 2 a-d) apresentou diferenças significativas, registrando no nível 50% de água disponível valor significativamente superior ao encontrado para o nível de 30%, e este, apresentando valor

significativamente superior ao nível 10%, evidenciando que a redução de água disponível, contribuiu para menor

produção de matéria seca das plantas. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Tatagiba *et al.*, (2007), que estudando



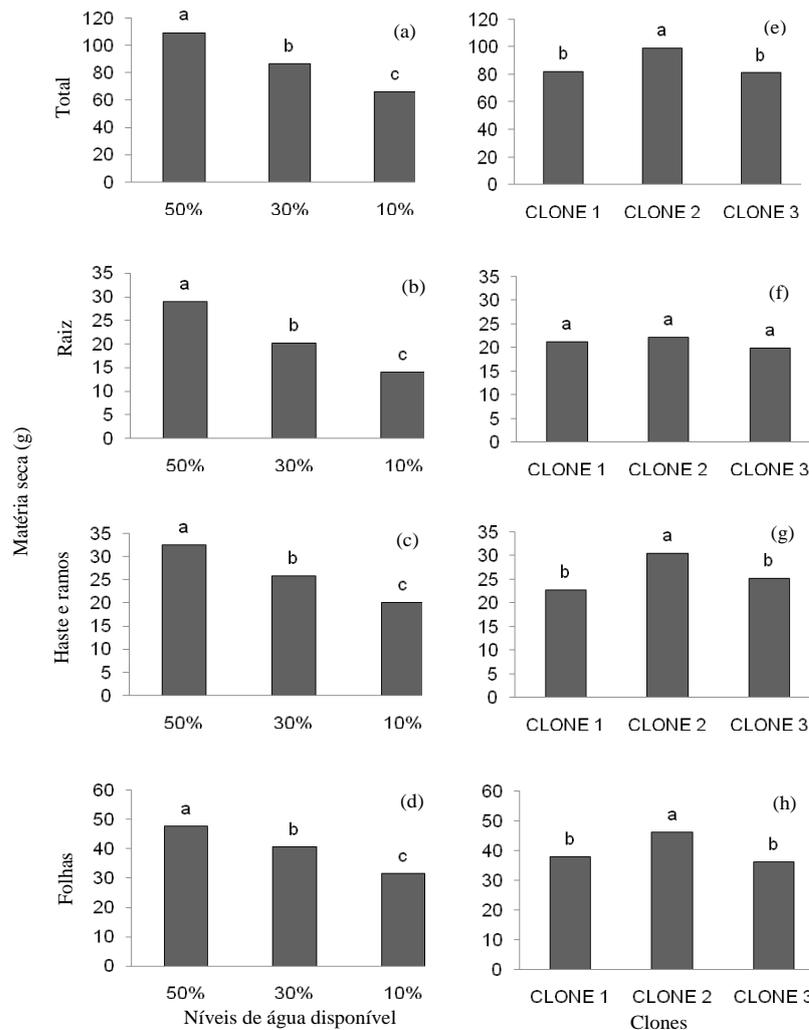
**Figura 1.** Temperatura (T) (a), umidade relativa do ar (UR) (b), radiação fotossinteticamente ativa (RFA) (c), e déficit de pressão do vapor (DPV) (d) no interior da casa de vegetação durante o período experimental, localizada em Rive, distrito do município de Alegre-ES, latitude 20°45'2" Sul, longitude 41°29'18" Oeste e altitude de 119 m.

diferentes procedências de clones do híbrido de *E. grandis* X *E. urophylla* submetidos a diferentes manejos hídricos, verificaram redução da matéria seca total

(raiz, haste e ramos, e de folhas) quando as plantas foram submetidas à deficiência hídrica. Estes mesmos autores afirmam que na maioria dos casos, o estresse provocado

pelo déficit hídrico, é capaz de mediar à relação de sobrevivência entre procedências de uma mesma espécie, que pode ser medida pela produtividade ou

pelo processo primário de assimilação do CO<sub>2</sub> (fotossíntese), que estão relacionadas com o crescimento geral das plantas.



**Figura 2.** Matéria seca total (a e e), da raiz (b e f), da haste e ramos (c e g) e das folhas (d e h) dos três clones de eucalipto, crescendo em vasos sob diferentes disponibilidades hídricas, no final do experimento. Desdobramento dos níveis de água (a - d) e dos clones (e-f) realizados isoladamente. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Avaliando a matéria seca total no desdobramento isolado do fator clone (Figura 2e), observa-se que o clone 2 apresentou valores significativamente superiores aos encontrados para os clones

1 e 3, sendo que estes últimos apresentaram médias significativamente semelhantes entre si. O acúmulo de matéria seca total, ao final do experimento, possibilitou diferenciar a produtividade

entre os clones estudados, indicando tratar-se de uma característica capaz de identificar materiais genéticos com aptidões agroclimáticas diferenciadas.

A matéria seca de raiz não apresentou diferença significativa no estudo isolado do desdobramento dos clones (Figura 2f), sendo considerada uma característica não eficiente na identificação de material genético a ser utilizada para reflorestamento no presente estudo. O crescimento do sistema radicular em profundidade é um mecanismo de defesa da planta contra a seca, e está relacionado com sua capacidade de sobrevivência, contudo, o tamanho do vaso utilizado para acondicionar as mudas pode ter limitado o crescimento das raízes em profundidade. A exploração de grande volume de solo a maiores profundidades pode evitar que as plantas experimentem deficiência hídrica capaz de prejudicar o crescimento em condições de campo (SASSE E SANDS, 1996).

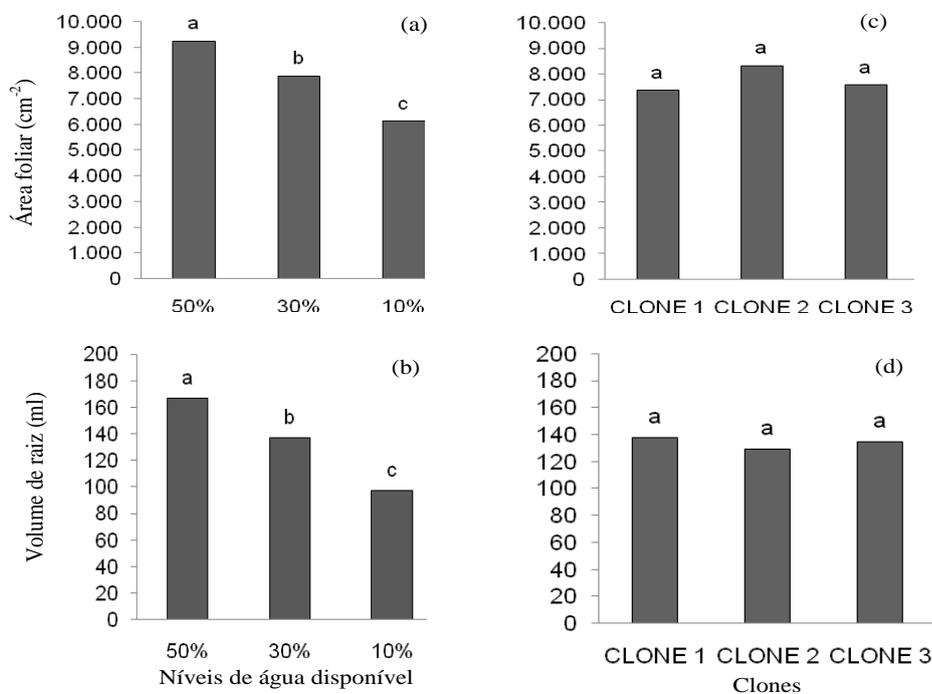
Para a matéria seca de haste e ramos, e das folhas, foi encontrado diferenças significativas para o desdobramento isolado dos clones (Figuras 2g e 2h). O clone 2, em ambos os parâmetros, apresentaram valores significativamente superiores aos clones 1 e 3, indicando ser o clone com estratégia eficiente para o estabelecimento em solos

com redução na disponibilidade hídrica. É importante observar que a matéria seca das folhas foi à componente que mais contribuiu para o acúmulo de matéria seca total dos clones (Figura 2g). O incremento na matéria das folhas é um fator significativo no crescimento vegetal, uma vez que a folha é o órgão responsável pela fotossíntese, podendo favorecer uma maior produção de fotoassimilados em condições de déficit hídrico. O crescimento do caule, por sua vez, tem sido menos estudado do que os demais órgãos das plantas, mas provavelmente, ele é afetado pelas mesmas forças que limitam o crescimento das folhas durante o estresse hídrico (TAIZ E ZEIGER, 2013).

A área foliar e volume de raiz, também não apresentaram interação significativa entre os fatores, água disponível e clones como aconteceu para a matéria seca, sendo necessário o estudo isolado de cada fator (Figura 3). Nota-se, que houve diferenças significativas entre os níveis de água disponível para a área foliar e para o volume de raiz, Figuras 3a e 3b respectivamente. O nível de 50% de água disponível apresentou valor significativamente superior em relação ao nível 30%, que por sua vez, apresentou valor significativamente superior ao nível 10% para as ambas as variáveis estudadas. Entretanto, no estudo isolado do

desdobramento dos clones para a área foliar e o volume de raiz não foi encontrada

diferença significativa entre os clones (Figuras 3 c e 3d).



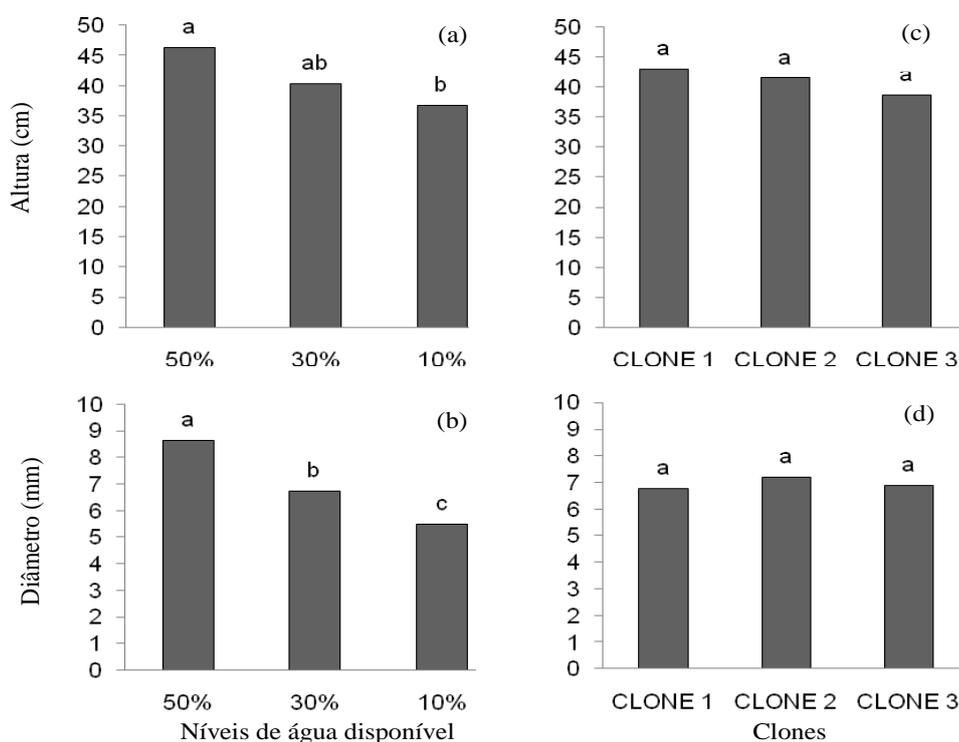
**Figura 3.** Área foliar (a e c) e volume de raiz (b e d) dos três clones de eucalipto, crescendo em vasos sob diferentes disponibilidades hídricas, no final do experimento. Desdobramento dos níveis de água (a - b) e dos clones (c-d) realizados isoladamente. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Em alguns trabalhos, têm sido observadas reduções da área foliar de mudas em várias espécies do gênero *Eucalyptus*, submetidas ao déficit hídrico, sob diferentes condições ambientais (TATAGIBA *et al.*; 2007; PEREIRA *et al.*, 2010). A diminuição em área foliar de plantas mantidas sob estresse hídrico é uma resposta adaptativa ao déficit hídrico (TAIZ E ZEIGER, 2013). No presente trabalho a redução da área foliar nas plantas sob estresse hídrico acentuado (30 e 10 % de água disponível) se deu tanto

pela abscisão foliar quanto pela redução do tamanho das folhas. Em determinadas plantas o estresse hídrico não limitou apenas o seu tamanho, mas também o número de folhas, pois houve uma diminuição do número e do crescimento dos ramos. Em condições de baixa disponibilidade hídrica, a planta diminui seu crescimento em raízes secundárias, crescendo principalmente em profundidade a procura de locais no solo com maior umidade (BERNARDO *et al.*, 2006). No presente trabalho foi observado que houve

valores significativamente semelhantes para o volume de raiz dos clones, como aconteceu para a matéria seca da raiz, sendo considerada uma característica não eficiente na identificação de material genético para ambientes com limitada disponibilidade hídrica no solo.

Na análise isolada da altura (Figura 4a), observam-se diferenças significativas entre os níveis de água disponível. No nível de 50 % as médias apresentaram valores significativamente semelhantes ao encontrado no nível de 30% e superior ao de 10%.



**Figura 4.** Altura (a e c) e diâmetro do coleto (b e d) dos três clones de eucalipto, crescendo em vasos sob diferentes disponibilidades hídricas, no final do experimento. Desdobramento dos níveis de água (a - b) e dos clones (c-d) realizados isoladamente. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

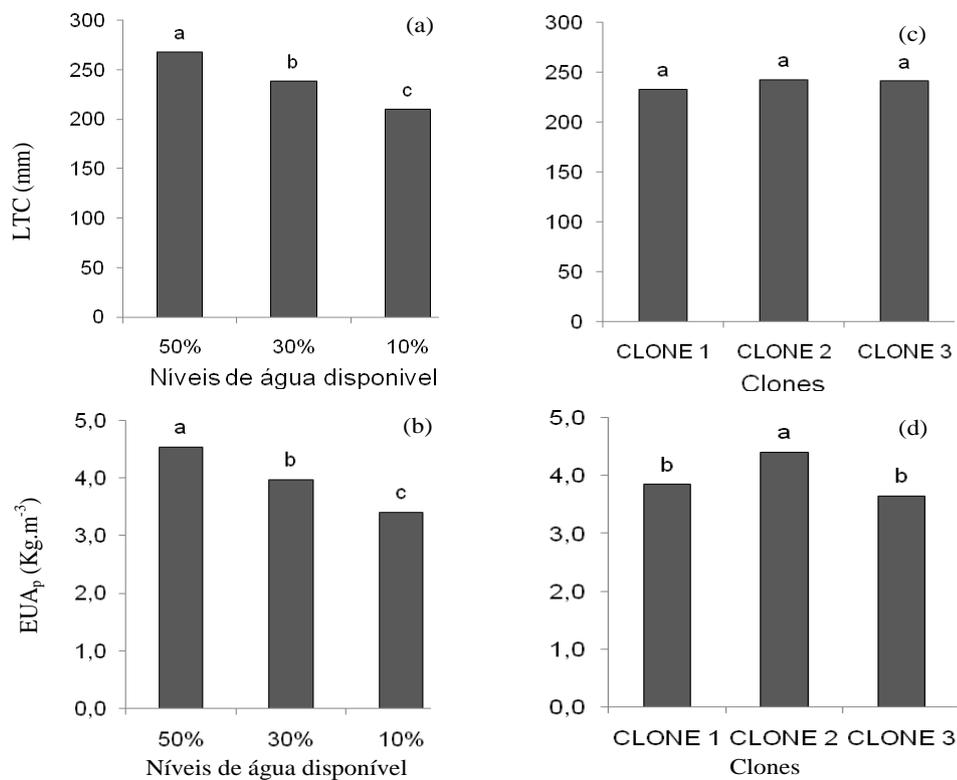
Para o diâmetro do coleto as plantas apresentaram redução significativa à medida que aumentava o déficit hídrico no substrato (Figura 4b). Vellini *et al.* (2008), estudando o desempenho de 18 clones de *Eucalyptus* spp. em diferentes disponibilidades hídricas, também verificaram que a altura e o diâmetro foi

reduzido pelo déficit hídrico afetando negativamente o crescimento das plantas.

Para o estudo isolado do fator clone não foi encontrada diferenças significativas entre as médias da altura e diâmetro do coleto (Figuras 4c e 4d). Chaves *et al.*, (2004) não encontraram redução de altura e diâmetro causada pelo déficit hídrico

entre clones de eucalipto, sendo considerando uma característica não eficiente na identificação do material genético para reflorestamento em áreas com diferenças na disponibilidade hídrica. O estudo isolado do desdobramento da lâmina de água total consumida foi obtido durante o período experimental (Figura 5a). Observe para o fator água disponível, que a lâmina total consumida no nível de 50% apresentou valores significativamente superiores em 11,2 % ao encontrado para o nível de 30%, e este, por sua vez, registrou valores significativamente superiores em

21,7 % ao nível 10%. Desta forma, evidencia-se que quanto maior a quantidade de água disponível no solo, maior foi o consumo hídrico total obtido pelas plantas. Os valores obtidos para a eficiência do uso da água de produtividade no estudo isolado no fator de água disponível seguiu tendência semelhante à apresentada para a lâmina de água total consumida, verificando-se os maiores valores das médias para o nível de 50% em relação aos demais níveis de água disponível (Figura 5b).



**Figura 5.** Lâmina de água total consumida (LTC) (a e c) e eficiência do uso da água de produtividade (EUA<sub>p</sub>) (b e d) dos três clones de eucalipto, crescendo em vasos sob diferentes disponibilidades hídricas, no final do experimento. Desdobramento dos níveis de água (a - b) e dos clones (c-d) realizados isoladamente. Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para o estudo isolado do fator clone na lâmina de água total consumida, verifica-se, que não houve diferença significativa entre o consumo hídrico obtido por cada clone (Figura 5c), enquanto que para a eficiência do uso da água de produtividade, o clone 2 apresentou valor significativamente superior aos encontrados para os clones 1 e 3, demonstrando ser o material genético mais produtivo em condições de déficit hídrico no solo (Figura 5d). Stape *et al.* (2004), trabalhando com aplicação de diferentes manejos de irrigação em híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla* durante dois anos, verificaram valores de eficiência do uso da água de produtividade variando de 1,8 Kg m<sup>-3</sup> para as plantas não irrigadas, até 3,8 Kg m<sup>-3</sup> para as plantas irrigadas. Segundo Larcher (2006), o conhecer da eficiência no uso da água de produtividade, torna possível o manejo exato da água disponível para espécies cultivadas em lugares com acentuada deficiência hídrica no solo.

#### 4. CONCLUSÃO

O déficit hídrico imposto a partir do nível de 50% de água disponível condicionou diferentes respostas no crescimento e produção dos materiais

genéticos de eucalipto. As características de crescimento avaliadas foram negativamente afetadas à medida que diminuía o teor de água disponível no solo, sendo que a matéria seca total, da haste e ramos e das folhas, permitiram diferenciar o clone 2 como o mais produtivo, sendo o mais indicado para plantio em áreas com limitação de água no solo. O maior valor obtido para a lâmina total de água consumida, imposta pelo nível de 50% de disponibilidade hídrica promoveu uma maior eficiência no uso da água de produtividade. O clone 2 apresentou maior eficiência no uso da água de produtividade em relação aos demais clones, indicando apresentar mecanismos fisiológicos que permitem o melhor aproveitamento da assimilação de dióxido de carbono e sua conversão em matéria seca por unidade de volume de água consumida.

#### 5. REFERÊNCIAS

ABRAF - Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. Anuário estatístico da ABRAF 2013, ano base 2012.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. 8<sup>o</sup> edição. Viçosa. Editora UFV., 2006, 625p.

- CENTURION, J. F.; ANDREOLI, I.  
Regime hídrico de alguns solos de Jaboticabal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, p. 701-709, 2000.
- CHAVES, J. H.; REIS, G. G. DOS; REIS, M. DAS. G. F.; NEVES, J. C. L.; PEZZOPANE, J. E. M.; POLII, 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**, Viçosa, v.28, n.3, p. 333-341, 2004.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- GONÇALVES, M. R.; PASSOS, C. A. M.  
Crescimento de cinco espécies de eucalipto submetidas a déficit hídrico em dois níveis de fósforo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p.145-161, 2000.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. 3 ed. São Carlos: Rima, 2006. 550p.
- MARTINS, F. B. SILVA, J. C.; STERCK, N. A.  
Estimativa da temperatura-base para emissão de folhas e do filocrono em duas espécies de eucalipto na fase de muda. **Revista Árvore**, Viçosa, v.31, p.373-381, 2007.
- MESKIMEN, G.; FRANCIS, J. K.  
*Eucalyptus grandis* Hill (ex. Maiden) Rose gum *Eucalyptus*. Disponível em: <[http://www.na.fs.fed.us/Spfo/pubs/silvics\\_manual/volume\\_2/eucalyptus/grandis.htm](http://www.na.fs.fed.us/Spfo/pubs/silvics_manual/volume_2/eucalyptus/grandis.htm)> 10 Jun. 2014.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F.  
Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. EMBRAPA-SAE, Brasília, 1991. p.189-254.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: ed. Agropecuária, 2002. 478 p.
- PEREIRA, M. R. R.; SOUZA, G. S. F.; RODRIGUES, A. C. P.; FILHO, A. L. M.; KLAR, A. E.  
Análise de crescimento em clones de eucalipto submetidos a estresse hídrico. **Irriga**, Botucatu, v. 15, n. 1, p. 98-110, 2010.
- PREZOTTI, 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 - 5º aproximação**. Vitória, ES: SEEA/ INCAPER/ CEDAGRO, 2007. 305p.
- SASSE, J.; SANDS, R.  
Comparative responses of cottungs and seedlings of *Eucalyptus globulus* to water stress. **Tree Physiology**, Victoria, v. 16, n. 1, p. 287-294, 1996.
- STAPE, J. L.; BINKLEY, D.; RYAN, M. G.; GOMES, A DO. N.  
Water use, water limitation, and water use efficiency in a *Eucalyptus* plantation. **Bosque**, Valdivia, v. 25, n. 2, p. 35-41, 2004
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Piracicaba: Ed. Artmed, 5. ed., 2013, 954 p.
- TATAGIBA, S. D.; PEZZOPANE, J. E. M.; REIS, E. F.  
Avaliação do crescimento e produção de clones de *Eucalyptus* submetidos a diferentes manejos de irrigação. **Cerne**, Lavras, v.13, n. 1, p. 1-9, 2007.
- VELLINI, A. L. T. T.; PAULA, N. F. DE; ALVES, P. L. 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, v. 32, p. 651-663, 2008.

XAVIER, T. M. T.; PEZZOPANE, J. E.  
M.; PENCHEL R. M.; CALDEIRA M. V.  
W.; REIS, F. R. Influence of water deficit  
and season on biomass yield from clonal  
stands of *Eucalyptus*. **Cerne**, Lavras, v. 19,  
n. 3, p. 473-479, 2013.