

AValiação DO Crescimento E Produção DE Clones DE *Eucalyptus* SUBMETIDOS A Diferentes Manejos DE Irrigação

Sandro Dan Tatagiba¹, José Eduardo Macedo Pezzopane², Edvaldo Fialho dos Reis³

(recebido: 12 de maio de 2006; aceito: 27 de outubro de 2006)

RESUMO: O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de identificar as características de crescimento de seis clones de eucalipto (1, 2, 3, 4, 5 e 6), crescendo em vasos plásticos de diâmetro de 42 cm e altura de 72 cm, com aproximadamente 100 dm³, de modo a subsidiar a seleção precoce desses materiais genéticos para estabelecimento em áreas com limitada disponibilidade de água no solo. As plantas dos seis clones foram submetidas a diferentes níveis de déficits hídricos, quando então, foram avaliadas as características de crescimento: diâmetro do coleto; altura das plantas; área foliar; relação raiz/parte aérea; matéria seca de: folhas, haste e ramos, raízes e total. O clone 3, seguido do 5 e 6, se mostraram mais sensíveis à deficiência hídrica nos vasos. Os clones 1, 2 e 4 foram os mais tolerantes ao efeito do déficit hídrico, em razão de terem apresentado maior acúmulo de matéria seca total sob este manejo. Entretanto, os clones 1 e 2 apresentaram elevada capacidade de retomada de crescimento depois de submetido à deficiência hídrica. Sob déficit hídrico, o clone 3 apresentou maior redução em área foliar em comparação aos outros clones, enquanto o clone 5 apresentou o menor valor para a relação raiz/parte aérea no manejo déficit hídrico. Os clones 2 e 4 foram os que obtiveram maior altura no nível de manejo hídrico sem déficit, e sob déficit hídrico, enquanto que para o diâmetro, nenhum clone dentro dos respectivos manejos diferiu estatisticamente.

Palavras-chave: Clone de eucalipto, déficit hídrico, crescimento.

EVALUATION OF *Eucalyptus* CLONES GROWTH AND PRODUCTION UNDER DIFFERENT IRRIGATION SCHEDULING

ABSTRACT: The study was developed for identifying the characteristics of growth of six eucalyptus clones (1, 2, 3, 4, 5 and 6), growing in plastic vases of diameter of 42 cm and height of 72 cm, with approximately 100 dm³ of size, in a way to support the selection of those precocious genetic materials to establish places with limited water availability in soil. Plants of the six clones were submitted to different levels of water deficit, when then the following growth characteristics were evaluated: diameter of the stem; height of the plants; foliate area; relation root/aerial part; the leaves, stem and branches, roots and total dry matter. It was also evaluated the capacity of retaking of growth of the plants after being submitted to the water deficiency in the vases. The clone 3, followed by clones 5 and 6, showed to be more sensitive to water deficiency in the vases. Contrarily, clones 1, 2, 4 were the most tolerant to the water deficit effects, probably because they presented a larger accumulation of matter dry total matter under this management. However, the clones 1 and 2 presented high capacity of growth retaking after being submitted to water deficit. Under water deficit, clone 3 presented a larger reduction in foliate area in comparison to other clones, while clone 5 presented the smallest relation root/aerial part. The clones 2 and 4 obtained larger height in the level of water management without and under water deficit, while for diameter growth, no clone differed statistically from one another.

Key words: *Eucalyptus* clones, water deficit, growth.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento e a produtividade florestal são dependentes da interceptação da radiação solar e da alocação dos compostos de carbono, formados durante o processo fotossintético nos diferentes órgãos da planta (KOZLOWSKI & PALLARDY, 1996). Nas plantas sob condições ambientais controladas, muitas vezes verifica-se uma associação entre as taxas de fotossíntese

líquida e de crescimento. Nas plantas crescendo em condições naturais, entretanto, a fotossíntese e a partição de assimilados são constantemente afetadas pela disponibilidade de água, luz e nutrientes. A carência de um ou outro fator desses recursos constitui num fator de estresse ambiental e, conseqüentemente, em redução de produtividade da floresta (KOZLOWSKI & PALLARDY, 1996).

¹Mestre em Produção Vegetal – Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo – Alto Universitário – Cx. P. 16 – 29500-000 – Alegre, ES – sandrodantatagiba@yahoo.com.br

²Professor do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal do Espírito Santo – Centro de Ciências Agrárias – Alto Universitário – Cx. P. 16 – 29500-000 – Alegre, ES – jemp@cca.ufes.br

³Professor do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal do Espírito Santo – Centro de Ciências Agrárias – Alto Universitário – Cx. P. 16 – 29500-000 – Alegre, ES – edreis@cca.ufes.br

Quando o déficit hídrico apresenta evolução suficientemente lenta para permitir mudanças nos processos de desenvolvimento, o estresse hídrico tem vários efeitos sobre o crescimento. Segundo Larcher (2004), a deficiência hídrica reduz a turgescência das células e, com a progressiva desidratação do protoplasma, aumenta a concentração do conteúdo celular. Em geral, todos os processos vitais são afetados pelo decréscimo do potencial hídrico, comprometendo o crescimento da planta, uma vez que a primeira resposta ao déficit hídrico é a diminuição do turgor e, conseqüentemente, redução do crescimento (LARCHER, 2004; TAIZ & ZEIGER, 2004).

De acordo com Gholz et al. (1990), a disponibilidade de água afeta o crescimento das plantas por controlar a abertura estomática e, conseqüentemente, a produção de biomassa seca. O decréscimo do teor de água no solo diminui o potencial hídrico na folha, onde suas células não se encontram mais túrgidas, contribuindo para diminuição da condutância estomática, e promovendo o fechamento parcial ou total dos estômatos. Esse fechamento bloqueia o influxo de CO₂ para as folhas, afetando o acúmulo de fotoassimilados, podendo levar a paralisação de crescimento das plantas e perda de produtividade.

Segundo Taiz & Zeiger (2004), a resposta ao estresse hídrico limita o tamanho e o número de folhas, levando a redução no consumo de carbono e energia por esse órgão da planta, ocorrendo grande alocação de fotoassimilados para o sistema radicular. Observa-se, também, redução da expansão foliar, altura e diâmetro das plantas, resultando em perda da biomassa vegetal (CHAVES, 2001; GONÇALVES & PASSOS, 2000; SILVA et al., 2001). As folhas que crescem durante o período de déficit hídrico não são apenas menores, mas podem apresentar condutância estomática baixa, mesmo quando a disponibilidade de água for restabelecida. As reduções na biomassa das folhas e área foliar das plantas podem ser resultado da queda das folhas, a depender da intensidade do déficit hídrico.

É oportuno salientar que podem existir diferenças na resistência à seca entre materiais de eucalipto. Como exemplo, Chaves (2001) e Façanha (1983), têm comparado materiais genéticos bastante distintos, como espécies diferentes ou procedências diferentes de uma mesma espécie.

Este trabalho teve como objetivo estudar as características de crescimento e produção de seis clones de eucalipto submetidos a diferentes déficits hídricos no substrato, em condições controladas, de modo a viabilizar

a seleção precoce desses clones para plantio em ambientes com limitada disponibilidade de água no solo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local, material experimental e substrato

O experimento foi conduzido na área experimental do Núcleo de Estudos e de Difusão de Tecnologia em Florestas, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável (NEDTEC), vinculado ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), localizado no município de Jerônimo Monteiro-ES, situado na latitude 20°47'25"S e longitude 41°23'48"W a 120 m de altitude, no período de 02 de fevereiro a 12 outubro de 2005.

Foram utilizadas mudas de seis clones comerciais de eucalipto produzidas pela Aracruz Celulose S/A, multiplicadas em tubetes plásticos de 54 mL pelo método de estaquia. Aos 90 dias de idade, as mudas passaram por uma seleção quanto à uniformidade e foram transplantadas em vasos de 42 cm de diâmetro e 72 cm de altura, com capacidade de 100 dm³. Estes vasos apresentavam furos circulares de 5 cm de diâmetro em suas faces laterais, a fim de permitir melhor aeração das raízes e escoar o excesso de água.

As mudas cresceram nos vasos mantidos com teor de umidade próximo à capacidade de campo definida como a máxima retenção de água no substrato depois que o excesso tenha sido drenado (BERNARDO et al., 2005), por um período de 150 dias, quando, então, foram iniciados os manejos hídricos diferenciados até o final do experimento que durou cerca de 250 dias. Nesta época, todos os vasos foram vedados com lona preta plástica e fita adesiva, a fim de evitar a entrada de água por precipitação, e possibilitar a indução dos déficits hídricos a serem aplicados. Os manejos hídricos aplicados foram: sem déficit- manutenção dos vasos com teor de umidade próximo à capacidade de campo ao longo de todo o período experimental, ou seja, 250 dias; déficit 1- suspensão da irrigação aos 150 dias de experimentação, durante 45 dias e posterior retomada da irrigação por mais 55 dias; déficit 2- suspensão da irrigação aos 150 dias de experimentação, prolongando até o final do experimento (100 dias de déficit hídrico).

A irrigação dos vasos foi realizada a partir da instalação de um sistema de irrigação por gotejamento, utilizando-se dois gotejadores autocompensantes por vaso, da marca Rain Bird, com vazão de 4,5 litros/hora para cada gotejador. No início do experimento os vasos foram submetidos à saturação por água durante 3 dias consecutivos, durante 6 horas por dia, e logo depois à drenagem livre, por um período de 24 horas, até o total

cessamento e estabilização da umidade volumétrica na capacidade de campo, quando foi feito o transplatio das mudas.

O monitoramento do teor de umidade do substrato nos vasos sem déficit hídrico foi realizado por sensores acoplados a datalogger, modelo CS616 da *Campbell Scientific*, e método termogravimétrico (EMBRAPA, 1997), a partir da coleta de amostras a 30 cm de profundidade. A calibração dos sensores foi realizada por meio de leituras simultâneas do teor de umidade do substrato, tomando-se o método termogravimétrico como padrão. Já nos vasos sob déficit hídrico, o monitoramento da umidade do substrato foi realizado pelo método termogravimétrico, devido à imprecisão dos sensores a teores de umidade inferiores a 18%.

O substrato utilizado para o enchimento dos vasos foi constituído de solo extraído à profundidade de 40 a 80 cm de um Latossolo Vermelho-Amarelo (55%), areia lavada (30%) e composto de casca bioestabilizada de eucalipto (15%). Foi realizada análise granulométrica do substrato, obtendo-se a classificação textural como franco-arenoso (Tabela 1).

A necessidade da aplicação de corretivos e de adubos químicos foi feita com base na análise química do substrato. No plantio não foi necessário fazer adubação e correção da acidez do solo. Durante o período experimental foram realizadas quatro adubações de cobertura conforme Arquivo do Agrônomo da Potafos (SILVEIRA et al., 2001), sendo a primeira realizada a partir dos 45 dias após o transplatio. As demais adubações seguiram o mesmo período de tempo após a última realizada. Estas adubações foram realizadas de modo a fornecer 1,20 mg de nitrogênio e 1,25 mg de potássio para cada vaso na primeira cobertura, e 1,80 mg de nitrogênio e 2,0 mg de potássio para cada vaso nas demais coberturas, aplicados na forma de uréia e cloreto de potássio. Os adubos foram diluídos em frasco contendo 100 mL de água e aplicados em cada um dos vasos.

A curva de retenção de água do substrato, por secamento, foi determinada conforme Embrapa (1997), a partir de amostras deformadas, previamente peneiradas, que depois de saturadas por no mínimo 12 horas, foram levadas à câmara de pressão de Richards com placa porosa

para estabilização, adotando-se um tempo não inferior a três dias e posterior determinação da umidade gravimétrica (U), correspondente às tensões de: 0,006; 0,010; 0,033; 0,08; 0,10; 0,30; 0,8 e 1,5 MPa, com três repetições. A umidade volumétrica (θ) para cada uma das tensões foi obtida pelo produto da umidade gravimétrica pela densidade do solo ($\theta = U \cdot D_s$). Os valores médios de umidade volumétrica na curva de retenção do substrato foram ajustados utilizando-se o modelo matemático proposto por Vangenuchten (1980), conforme pode ser observado na Figura 1.

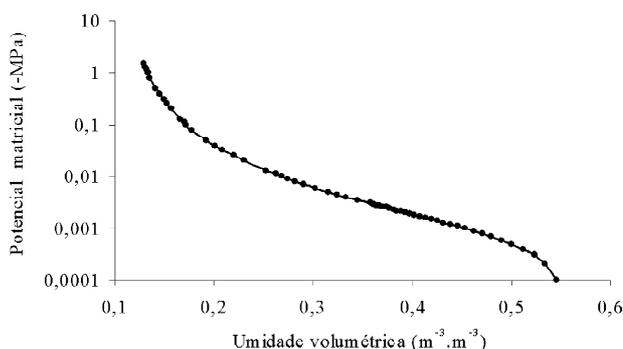


Figura 1 – Curva de retenção de água no substrato.

Figure 1 – Curve of water content retention in the substratum.

2.2 Água disponível e lâmina de irrigação

A água disponível (AD) encontrada foi de 17,3%, calculada observando-se os valores de umidade volumétrica na curva de retenção do substrato para a capacidade de campo (CC) em 30,2% determinada na tensão de 0,006 MPa e para o ponto de murcha permanente (PMP) em 12,9% na tensão de 1,5 MPa, utilizando-se a seguinte expressão: $AD = CC - PMP$ (CENTURION & ANDREOLI, 2000).

A lâmina de irrigação (L) para os vasos sem déficit hídrico, ou seja, umidade do solo mantida próxima à capacidade de campo, foi calculada pela equação 1:

$$L = [(CC - U_a)/10] \times D_s \times Z \quad (\text{SOUSA et al., 2003}) \quad (1)$$

Tabela 1 – Análise granulométrica das proporções existentes de cada fração no substrato.

Table 1 – Granulometric Analysis of the existent proportions of each fraction in the substratum.

Areia grossa (0,201/mm)	Areia fina (0,053/mm)	Areia Total	Argila (<0,002/mm)	Silte
(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)
598,70	87,20	685,91	193,10	120,99

sendo:

L - Lâmina de irrigação em mm;

CC- umidade na capacidade de campo, % em peso;

U_a - umidade atual do solo, % em peso estabelecida em 27,2% para reinício das irrigações;

Ds- densidade do solo, em $g.cm^{-3}$;

Z- profundidade do sistema radicular, em cm.

Para transformar a lâmina de irrigação (L) em volume (L/vaso), multiplicou-se L pela área do vaso ($0,139 m^2$). A densidade do solo (Ds) foi realizada pelo método da proveta, conforme Embrapa (1997), obtendo-se valor de $1,18 g.cm^{-3}$.

As lâminas de irrigação aplicadas foram estabelecidas no tempo, de acordo com crescimento da planta e pelo acompanhamento do desenvolvimento do sistema radicular, utilizando-se as profundidades de 30 cm, 55 cm e 72 cm (Z), para o cálculo. A primeira e a segunda lâmina de irrigação foram aplicadas durante um período de 80 dias, respectivamente, enquanto a terceira, foi aplicada por 90 dias, ou seja, prevalecendo-se até o final do experimento.

A irrigação total necessária (ITN), em mm, foi calculada pela equação 2:

$$ITN = L/Ea \text{ (BERNARDO et al., 2005)} \quad (2)$$

sendo:

L- Lâmina de irrigação, em mm;

Ea- eficiência de aplicação da irrigação, a qual foi utilizada 90%.

O tempo (T) de irrigação, em horas, foi determinado pela equação 3:

$$T = ITN/ n \times q \text{ (BERNARDO et al., 2005)} \quad (3)$$

sendo:

ITN- irrigação total necessária, em mm;

n- número de gotejadores por vaso;

q- vazão do gotejador, litros/hora.

2.3 Avaliação de crescimento das plantas e delineamento experimental

No final do experimento, aos 250 dias, foram utilizadas três plantas de cada clone para avaliação das características de crescimento, determinando-se: diâmetro

no nível 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 (Starrett) modelo 727 a 5 cm do substrato, e a altura das plantas, através de régua milimetrada. Para obtenção da biomassa seca, as plantas foram colocadas em estufa com circulação forçada de ar em temperatura de $75^\circ C$, até atingir peso constante.

O experimento foi montado em esquema fatorial 3 x 6, sendo o fator manejo hídrico em três níveis (Sem déficit, Déficit 1 e Déficit 2) e o fator clone em seis níveis (1; 2; 3; 4; 5 e 6), 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 Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se *software* SAEG.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do teor de água no solo durante o período experimental

Observa-se na Figura 2 que, durante todo o período experimental foi monitorada a umidade do substrato, a fim de determinar a condição hídrica prevalecente. Nota-se que a irrigação próxima à capacidade de campo foi interrompida no dia 30 de junho, a fim de submeter às plantas aos déficits hídricos, com retomada da irrigação no dia 15 de agosto para o déficit 1, enquanto que no manejo de déficit 2, a irrigação continuou suspensa até o final do experimento.

Nota-se que a umidade do substrato no manejo hídrico sem déficit, ficou bem próxima à capacidade de campo durante todo o período experimental, com média de 27,9%. Enquanto que, sob déficit, a umidade atingiu valor médio de 9,1%, logo após a estabilização da umidade na semana do dia 21 de julho.

3.2 Caracterização do crescimento e produção dos clones de eucalipto

Na Figura 3, observa-se o acúmulo de matéria seca total final (peso seco das folhas, hastes e ramos e raízes) dos seis clones de eucaliptos nos três manejos hídricos. De acordo com o teste de Scott-Knott a 5% de

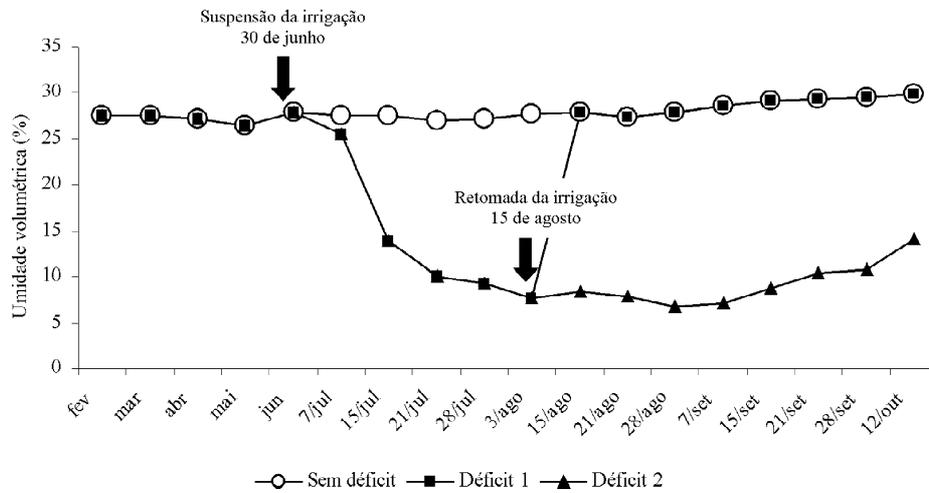


Figura 2 – Variação da umidade do substrato nos respectivos manejos hídricos adotados nos vasos, medido a 30 cm de profundidade, durante o período experimental.

Figure 2 – Variation of humidity of the substratum in the respective water management adopted in the vases, measured to 30 cm of depth, during the experimental period.

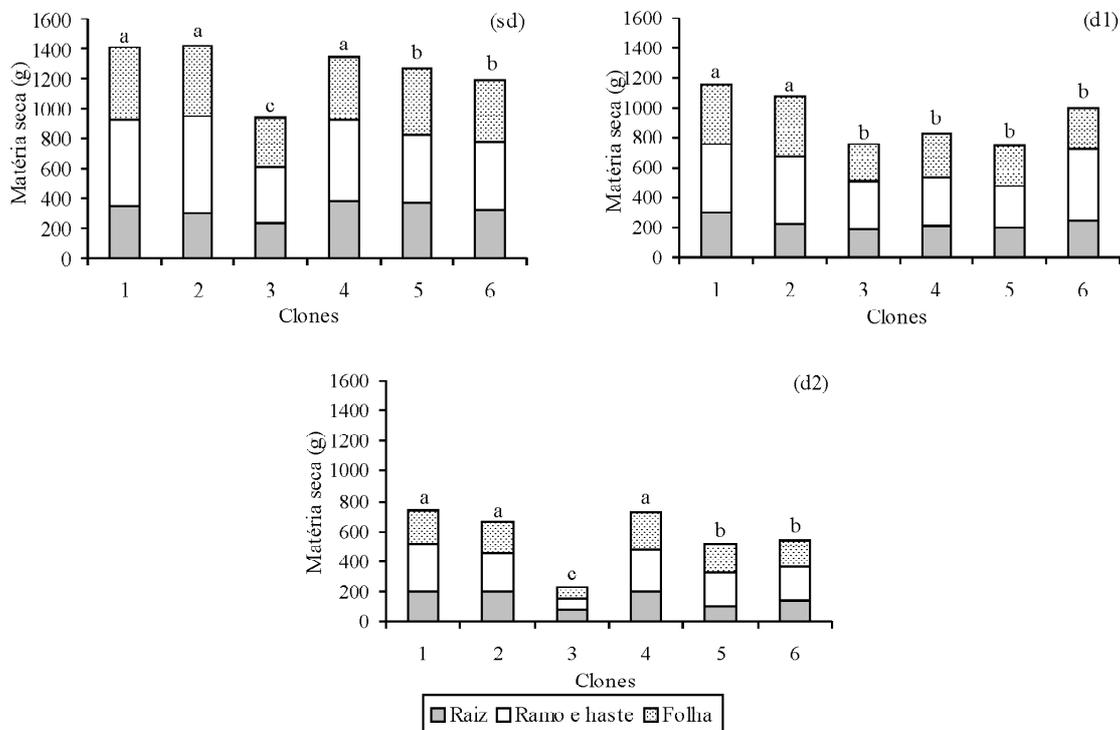


Figura 3 – Matéria seca total (folhas, haste e ramos, e raízes) de plantas de seis clones de eucalipto, crescendo em vasos sob diferentes manejos hídricos, (sd)- sem déficit, (d1)- déficit 1, (d2)- déficit 2, no final do experimento. Coeficiente de variação (%) = 10,86.

Figure 3 – Total dry matter (leaves, stem and branches, and roots) of plants of six eucalyptus clones, growing in vases under different water handlings, (sd)-without deficit, (d1)- deficit 1, (d2)- deficit 2, at the end of the experiment. Variation coefficient(%) = 10,86.

probabilidade, verifica-se que foram formados três grupos nos manejos sem déficit e déficit 2 e apenas dois grupos no manejo déficit 1. Os clones 1, 2 e 4 formaram o grupo mais produtivo em relação ao acúmulo de matéria seca total nos manejos hídricos sem déficit e déficit 2, enquanto sob estes mesmos manejos, o grupo formado pelos clones 5 e 6 apresentou acúmulo de matéria seca total intermediária, e o grupo formado pelo clone 3 apresentou menor acúmulo.

Os clones 1 e 2 formaram o grupo que apresentou maior capacidade na recuperação de crescimento, após a retomada da irrigação por 55 dias no manejo déficit 1. Enquanto sob o mesmo manejo, o grupo formado pelos clones 3, 4, 5 e 6 apresentou menor capacidade de restabelecimento do crescimento, refletindo em um menor acúmulo de matéria seca total.

O acúmulo de matéria seca total, ao final do experimento, possibilitou diferenciar, a produtividade entre os clones estudados. No manejo hídrico sem déficit a média de acúmulo de matéria seca do grupo mais produtivo formado pelos clones 1, 2 e 4 foi cerca de 9% maior em relação ao grupo formado pelos clones 5 e 6, e 39% maior em relação ao grupo formado pelo clone 3.

No manejo hídrico de déficit 1 o grupo formado pelos clones 1 e 2 apresentou acúmulo de matéria seca total cerca de 22% maior em relação ao grupo formado pelos clones 3, 4, 5 e 6. No tratamento com déficit 2 foram observadas as maiores diferenças entre os grupos formados. O grupo de clones mais produtivo (1, 2 e 4), apresentou acúmulo de matéria seca total de 25 e 56% maior em relação aos grupos formados pelos clones 5 e 6; e 3, respectivamente.

Os resultados referentes ao acúmulo de matéria seca total observada no presente estudo indicam tratar-se de uma característica para comparar diferentes materiais genéticos submetidos ao déficit hídrico. Estudos realizados por Chaves (2001) e Façanha (1983), comparando materiais genéticos bastante distintos, têm indicado existir grandes diferenças no comportamento à seca em procedências e espécies de eucalipto, percebido nas características morfológicas de crescimento.

A haste e ramos foi o componente que mais contribuiu para o alto acúmulo de matéria seca total dos clones nos manejos hídricos ao final do experimento, representando 41,1% da matéria seca total para o clone 1 e 44,4% para o clone 2 no manejo hídrico sem déficit. O crescimento do caule 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 & ZEIGER, 2004). A maior redução na matéria seca das folhas, encontrada entre os manejos sem déficit e déficit 2, foi observada para o clone 3, com 78% e a menor para o clone 4, com 39%, devido, principalmente, a abscisão foliar acarretada pelo déficit hídrico. Em relação ao acúmulo de matéria seca das raízes as maiores reduções ocorreram para os clones 5 e 3 com 74,3 e 67,39 % e a menor para o clone 2 com 34,5%.

Na Tabela 2, encontra-se a relação raiz/parte aérea para os seis clones de eucalipto em cada manejo hídrico. No manejo hídrico sem déficit, formaram-se dois grupos. O grupo formado pelos clones 4, 5 e 6, apresentou os maiores valores da relação raiz/parte aérea, enquanto o grupo formado pelos clones 1, 2 e 3 apresentou os menores valores. Para o manejo déficit 1, nenhum clone diferiu estatisticamente, sendo todos pertencentes ao mesmo grupo. Sob manejo déficit 2, formaram-se três grupos. Os clones 2 e 3 formaram o grupo com os mais altos valores da relação raiz/parte aérea. É importante observar que o clone 3 teve seu acúmulo de matéria seca total reduzido, principalmente, em relação a matéria seca da raiz, quando comparada aos outros clones, não sendo recomendado para plantios em área com limitada disponibilidade de água no solo.

Tabela 2 – Relação raiz/parte aérea de plantas de seis clones de eucalipto, crescendo em vasos sob diferentes manejos hídricos, (sd)-sem déficit, (d1)-déficit 1, (d2)-déficit 2, no final do experimento.

Table 2 – Root/aerial relationship of plants of six eucalyptus clones, growing in vases under different water management, (sd)-without water deficit, (d1)-deficit 1, (d2)-deficit 2, at the end of the experiment.

Clones	Relação raiz/parte aérea		
	Sem déficit	Déficit 1	Déficit 2
1	0,32b	0,35a	0,36b
2	0,27b	0,26a	0,43a
3	0,32b	0,33a	0,49a
4	0,39a	0,34a	0,38b
5	0,41a	0,38a	0,22c
6	0,38a	0,37a	0,36b
CV(%) = 16,84			

*Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna, dentro do mesmo manejo hídrico para os clones, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

O grupo formado pelos clones 1, 4 e 6 apresentou valores intermediários, e o clone 5 formou o grupo que apresentou o menor valor para esta característica, indicando ser o clone com estratégia ineficiente para o estabelecimento em solos sob deficiência hídrica. 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. 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 (SASSE & SANDS, 1996).

Li (1998) considera a relação raiz/parte aérea como sendo característica importante a ser considerada em estudos sobre a adaptação à seca em espécies de eucalipto. A relação raiz/parte aérea parece ser governada pelo balanço funcional entre a absorção de água pelas raízes e a fotossíntese pela parte aérea. Segundo Taiz & Zeiger (2004), a parte aérea continuará crescendo até que a absorção de água pelas raízes torne-se limitante, inversamente, as raízes crescerão até que sua demanda por fotoassimilados da parte aérea iguale-se ao suprimento.

Percebe-se, na Tabela 3, para área foliar, que sob o manejo hídrico sem déficit foram formados dois grupos de clones. Os clones 1, 2 e 5 não diferiram estatisticamente entre si para a área foliar, pertencendo todos ao mesmo grupo. O outro grupo foi formado pelos clones 3, 4 e 6,

Tabela 3 – Área foliar de plantas de seis clones de eucalipto, crescendo em vasos sob diferentes manejos hídricos, (sd)-sem déficit, (d1)-déficit 1, (d2)-déficit 2, no final do experimento.

Table 3 – *Foliolate area of plants of six eucalyptus clones, growing in vases under different water management, (sd)-without deficit, (d1)-deficit 1, (d2)-deficit 2, at the end of the experiment.*

Clones	Área foliar (cm ²)		
	Sem déficit	Déficit 1	Déficit 2
1	59955,14a	47531,81a	21121,29a
2	54984,25a	41727,38a	17447,05a
3	45810,25b	38386,20b	5844,77b
4	47605,67b	34490,55b	22596,00a
5	54157,95a	34781,65b	18530,92a
6	46359,38b	34409,13b	15761,92a

CV(%) = 14,39

* Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna, dentro do mesmo manejo hídrico para os clones, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

apresentando os menores valores em área foliar, mesmo em condições de ótima umidade no substrato. No manejo déficit 1, o grupo formado pelos clones 1 e 2 superou a área foliar encontrada no grupo formado pelos clones 3, 4, 5 e 6, indicando que com a retomada da irrigação, após o período de déficit hídrico aplicado, ser o grupo de clones que melhor recuperou o crescimento desta característica.

Sob o nível de manejo déficit 2, apenas o clone 3 formou o grupo que refletiu na maior redução da área foliar, apresentada pela intensa quedas de folhas. Neste manejo, destaque para o grupo formado pelos clones 1, 2, 4, 5 e 6 alcançando os maiores valores de área foliar. Em diversos trabalhos, têm sido observadas reduções na área foliar de mudas em várias espécies do gênero *Eucalyptus*, submetidas ao déficit hídrico, sob diferentes condições ambientais (CHAVES, 2001; FAÇANHA, 1983; LI et al., 2000). A diminuição em área foliar de plantas mantidas sob estresse hídrico é uma resposta precoce adaptativa ao déficit hídrico (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Em relação à altura, nos manejos hídricos sem déficit e déficit 2, foram formados dois grupos de clones. O grupo formado pelos clones 2 e 4 manteve maior crescimento, enquanto que o grupo formado pelos clones 1, 3, 5 e 6 apresentou os menores valores nestes mesmos manejos (Tabela 4). No manejo de retomada da irrigação (déficit 1), os clones não apresentaram diferença significativa entre si, sendo todos pertencentes ao mesmo grupo (Tabela 4).

Tabela 4 – Altura de seis clones de eucalipto crescendo em vasos sob diferentes manejos hídricos, (sd)-sem déficit, (d1)-déficit 1, (d2)-déficit 2, no final do experimento.

Table 4 – *Height of six eucalyptus clones growing in vases under different watermanagement, (sd)-without deficit, (d1)-deficit 1, (d2)-deficit 2, at the end of the experiment.*

Clones	Altura (cm)		
	Sem déficit	Déficit 1	Déficit 2
1	177,33b	151,66a	118,00b
2	214,66a	182,00a	132,00a
3	173,00b	155,66a	92,33b
4	201,00a	152,00a	149,00a
5	165,00b	161,00a	109,00b
6	184,00b	170,66a	119,33b

CV(%) = 10,77

* Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna, dentro do mesmo manejo hídrico para os clones, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Para o diâmetro, nenhum clone dentro dos respectivos manejos diferiu estatisticamente entre si, formando um único grupo em cada um dos três manejos hídricos adotados (Tabela 5).

Tabela 5 – Diâmetro do coleto de seis clones de eucalipto crescendo em vasos sob diferentes manejos hídricos, (sd)-sem déficit, (d1)-déficit 1, (d2)-déficit 2, no final do experimento.

Table 5 – Diameter of the stem of six eucalyptus clones growing in vases under different water handlings, (sd)-without deficit, (d1)-deficit 1, (d2)-deficit 2, at the end of the experiment.

Clones	Diâmetro do coleto (mm)		
	Sem déficit	Déficit 1	Déficit 2
1	40,41a	36,38a	29,21a
2	38,10a	34,59a	27,17a
3	33,69a	30,91a	21,19a
4	34,93a	28,27a	27,29a
5	35,86a	30,01a	24,01a
6	38,12a	34,54a	29,10a
CV(%) = 12,08			

* Médias seguidas de mesma letra minúsculas na coluna, dentro do mesmo manejo hídrico para os clones, não diferem entre si a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Chaves (2001) não encontrou redução de diâmetro e altura causada pelo déficit hídrico em clones de eucalipto, sendo considerada não eficiente na identificação do material genético para reflorestamento em áreas com diferenças na disponibilidade hídrica. Possivelmente, esse efeito não foi detectado em razão da curta duração do experimento. Por outro lado, resultados encontrados por Osório et al. (1998), mostraram diferenças entre a altura de três clones de *E. globulus*, submetidas ao déficit hídrico. Entretanto, o período de experimentação foi maior do que o adotado por Chaves (2001), aliado ao fato desta espécie ser bastante sensível à deficiência hídrica.

4 CONCLUSÕES

Os clones estudados apresentaram diferentes respostas aos ambientes com disponibilidade diferenciada de água no solo. Os clones 1, 2 e 4, foram os mais produtivos no manejo hídrico déficit 2 em relação aos demais, sendo os mais indicados para plantio em áreas com limitação de água no solo. O melhor

desempenho em área foliar dos clones 1 e 2 após o retorno da irrigação no manejo déficit 1, pode ser uma estratégia que possibilite a rápida recuperação do crescimento, após período de seca.

5 REFÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 7. ed. Viçosa: UFV, 2005. 611 p.
- CENTURION, J. F.; ANDREOLI, I. Regime hídrico de alguns solos de Jaboticabal. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 701-709, 2000.
- 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.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- 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.
- KOSLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. **Physiology of woody plants**. 2. ed. San Diego: [s.n.], 1996. 411 p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2004. 531 p.
- LI, C. Variations of seedlings traits of *Eucalyptus microtheca* origins in different watering regimes. **Silvae Genetica**, Grosshansdorf, v. 47, n. 2/3, 1998.
- LI, C.; BERNINGER, F.; KOSKELA, J.; SONNINEN, E. Drought responses of *Eucalyptus microtheca* provenances depend on seasonality of rainfall in their place of. **Australian Journal of Plant Physiology**, Victoria, v. 27, n. 3, p. 231-238, 2000.

OSÓRIO, J.; OSÓRIO, M. L.; FAÇANHA, J. G. V. Avaliação da resistência à seca de *Eucalyptus* spp., mediante termometria a infravermelho. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 8, n. 2, p. 363-373, 1998.

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

SILVA, W.; SEDIYAMA, T.; SILVA, A. A.; SOUZA, A. P. Taxa fotossintética líquida de *Eucalyptus citriodora* Hook e *E. grandis* W.Hill em níveis de água no solo e associação com *Brachiaria brizantha* Staf. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1205-1209, 2001.

SILVEIRA, R. L. V. A.; HIGASHI, E. N.; SGRABI, F.; MUNIZ, M. R. A. Seja doutor de seu eucalipto. **Arquivo do Agrônomo**, São Paulo, n. 12, p. 1-32, 2001.

SOUSA, M. B. A.; MANTOVANI, E. C.; SOUZA, L. O.; BUFON, V. N.; BONOMO, R. Avaliação de irrigação em propriedades de café conilon no norte do Espírito Santo. In: _____. **Irrigação do cafeeiro**: informações técnicas e coletâneas de trabalhos. Viçosa: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais-UFV; DEA, 2003. 260 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

VANGENUCHTEN, 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.