



CRESCIMENTO DE CLONES DE EUCALIPTO SOB DEFICIÊNCIA HÍDRICA

Emanuel Tássio Fernandes¹, Paulo Araquém Ramos Cairo², Jacqueline Lavinsky Costa Morais³.

1. Mestre em Agronomia (Fitotecnia), na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista-BA, e-mail: emanueltassio@yahoo.com.br;
2. Professor Doutor da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista-BA;
3. Mestre em Agronomia (Fitotecnia), na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Vitória da Conquista-BA.

Recebido em: 30/09/2013 – Aprovado em: 08/11/2013 – Publicado em: 01/12/2013

RESUMO

Com o objetivo de avaliar características silviculturais de clones de eucalipto submetidos à deficiência hídrica, realizou-se um experimento em casa de vegetação, no qual foi avaliado o comportamento de quatro clones de eucalipto à baixa disponibilidade de água no solo. Utilizou-se delineamento inteiramente ao acaso, no qual os tratamentos constituíram um arranjo fatorial 4x2 (clones VM01, VCC0865, AEC0144 e AEC0224, sob regimes hídricos irrigado e não irrigado), com quatro repetições e duas plantas por parcela. Mudas com 90 dias de idade foram plantadas em vasos, preenchidos com 23 kg de solo, aclimatadas em casa de vegetação e irrigadas durante 60 dias. Após esse período, suspendeu-se a irrigação para um grupo de plantas, dando início às avaliações de crescimento em altura e diâmetro. Ao final do experimento, foram determinadas a área foliar total e a relação massa seca raiz/parte aérea. Os clones apresentaram desempenho similar sob restrições hídricas. A deficiência hídrica afetou o crescimento das plantas quanto à altura e ao diâmetro de todos os clones. Os efeitos do estresse também foram observados na redução da área foliar. No tratamento irrigado os clones VM01 e AEC0144 apresentaram maior crescimento em altura. Apesar da limitação hídrica, os clones não estimularam o aprofundamento do sistema radicular, já que a relação de matéria seca de raiz/parte aérea permaneceu inalterada.

PALAVRAS-CHAVE: *Eucalyptus* spp., parâmetros morfológicos e restrições hídricas.

GROWTH OF EUCALYPTUS' CLONES UNDER WATER DEFICIENCY

ABSTRACT

With the objective of evaluate silvicultural characteristics of eucalyptus clones subjected to water deficiency, an experiment was realized in a greenhouse, in which was evaluated the performance of four clones of eucalyptus to the low availability of

soil water. It was used a completely randomized design, in which the treatments constituted a factorial arrangement 4x2 (VM01 clones, VCC0865, AEC0144 and AEC0224 under water regimes irrigated and non-irrigated), with four replications and two plants in each plot. Seedlings of 90 days old were planted in pots filled with 23 kg of soil, acclimatized in a greenhouse and irrigated for 60 days. After this period, the irrigation was suspended for a group of plants, initiating the assessments of growth in height and diameter. At the end of the experiment, were determined the total leaf area and the relation of the dry mass of root / aerial part. The clones exhibited similar performance under water restrictions. The water deficiency has affected the plant growth in height and the diameter of all clones. The effects of stress were also observed in leaf area reduction. In the irrigated treatment, the clones VM01 and AEC0144 showed greater growth in height. Despite the water limitation, the clones did not stimulate a deeper root system, since the relation of dry root mass / aerial part remained unchanged.

KEYWORDS: *Eucalyptus* spp., morphological parameters and water restrictions.

INTRODUÇÃO

Diante da pressão ambiental exercida acerca da exploração de florestas nativas como fonte de matéria-prima, os reflorestamentos tornaram-se importantes alternativas para o suprimento de produtos madeireiros (SOUZA et al., 2012). O gênero *Eucalyptus*, além de ser de grande importância econômica no Brasil e no mundo, é o segundo gênero florestal com seqüenciamento genômico funcional detalhado, destacando-se a importância de estudar as interações genótipo-ambiente dessa espécie (OTTO et al., 2013).

Os plantios florestais com eucalipto estão se expandindo principalmente na região semiárida do Nordeste, em particular no Sudoeste da Bahia, onde a distribuição e a quantidade das chuvas são fatores limitantes à produtividade e até mesmo à sobrevivência de algumas espécies que possam vir a ser introduzidas na região. Segundo CHAVES et al. (2009), a baixa disponibilidade de água é um dos fatores ambientais que mais limita o crescimento da planta e o seu rendimento em todo o mundo. O uso de material genético com capacidade de se estabelecer e desenvolver em condições de deficiência hídrica no solo pode ser de grande relevância para o êxito de um povoamento florestal (TATAGIBA, 2006).

Todos os aspectos de crescimento e desenvolvimento das plantas são afetados pela deficiência hídrica nos tecidos, causada pela excessiva demanda evaporativa ou o limitado suprimento de água (MARTINS et al., 2010). A deficiência hídrica provoca alterações no comportamento vegetal, cuja irreversibilidade vai depender do genótipo, da duração, da severidade e do estágio de desenvolvimento da planta (SANTOS & CARLESSO, 1998). As plantas podem apresentar tolerância, quando sobrevive às adversidades, ou suscetibilidade, quando sofre redução em seu crescimento, que pode chegar à morte, dependendo da intensidade do estresse ao qual a planta é submetida (CAMBRAIA, 2005).

Este estudo teve como objetivo avaliar características silviculturais de clones de eucalipto, associados ao crescimento inicial, submetidos a um período de restrição hídrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em Vitória da Conquista - BA, no período de 29 de novembro de 2010 a 18 de fevereiro de 2011. Foram utilizadas mudas de quatro clones de eucalipto com 90 dias de idade, produzidas pelas empresas florestais Tecnoplant e Plantflora.

O substrato utilizado para enchimento dos vasos foi constituído por uma massa de 23 kg de solo Latossolo Vermelho-Amarelo, que foi retirado à profundidade de 30 a 40 cm, seco ao ar e destorroado, cuja análise química apontou pH = 5,7; P (Mehlich) = $1\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$; M.O = 22; V(%) = 61 e as seguintes concentrações ($\text{Cmol}_c\cdot\text{dm}^{-3}$ solo): H+Al = 2,2; K^+ = 0,10; Ca^{2+} = 2,4; Mg^{2+} = 0,9; SB = 3,4 e CTC = 5,6. Posteriormente o solo foi mantido com teor de umidade próximo à capacidade de campo, definida como a máxima retenção de água no substrato, após a drenagem do seu excesso (BERNARDO et al., 2005).

As mudas passaram por uma seleção quanto à uniformidade e foram transplantadas para os vasos. Com base na análise de solo e de acordo com as recomendações de SILVEIRA et al., (2001), foi feita a adubação no transplantio, de modo a fornecer 7,20 g de fósforo, aplicados na forma de superfosfato simples, e aos 45 dias após o transplantio foi realizada adubação de cobertura, fornecendo 2,30 g de nitrogênio e 3,0 g de potássio nas formas de uréia e cloreto de potássio, respectivamente.

As mudas foram submetidas a um período de adaptação de 60 dias nos vasos em casa de vegetação, recebendo irrigação diária suficiente para manter o solo em condições próximas à capacidade de campo, quando, então, foram iniciados os manejos de irrigação diferenciados até o final do experimento, que durou cerca de 80 dias. Durante o experimento, a temperatura média na casa de vegetação foi de 26 °C e radiação média de $291,6\ \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, sendo os tratamentos arranjados segundo o esquema fatorial 4x2, com quatro clones de eucalipto dos seguintes genótipos: VM01 (híbrido de *E. urophylla* x *E. camaldulensis*), VCC0865 (híbrido de *E. urophylla* x *E. grandis*), AEC0144 e AEC0224 (ambos de *E. urophylla*) e dois regimes hídricos: o irrigado em que a umidade do substrato foi mantida próxima à capacidade de campo, com base na verificação diária do peso dos vasos e o não irrigado, em que a irrigação foi suspensa após o período de adaptação, mantendo-se essa condição até o final do experimento. Foram consideradas duas plantas por unidade experimental, totalizando 64 plantas.

Após a diferenciação dos regimes hídricos, foram avaliadas a altura de plantas e diâmetro de colo, medidos a cada semana, por meio de trena e paquímetro, respectivamente; área foliar total, utilizando-se um Medidor de Área Foliar LI-COR (modelo LI-310) e relação massa seca de raízes e parte aérea (MSR/MSPA). As plantas foram submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de $65\ \text{°C} \pm 3\ \text{°C}$, até atingirem massa constante. Em seguida, verificaram-se, separadamente, as massas secas do material correspondente à parte aérea (MSPA) e às raízes (MSR), utilizando uma balança de precisão 0,001 mg, para determinação da relação massa seca de raízes e parte aérea.

Foram realizadas verificações do teor relativo de água a cada três dias, a fim de monitorar as relações hídricas até o final do experimento, aos 20 dias após a suspensão da irrigação, quando as plantas sob restrição hídrica atingiram o nível de estresse considerado crítico, o qual se caracterizou pelo intenso murchamento de folhas. Os dados correspondentes às leituras realizadas no final do experimento foram utilizados para avaliações comparativas entre os clones e os regimes hídricos.

Para a análise estatística, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), as médias e os desdobramentos das interações ocorridos entre os tratamentos foram comparados pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SAEG, versão 9.1. Para as variáveis que apresentaram efeito significativo do manejo hídrico, foi feito teste de comparação de médias pelo teste F e, para clones, pelo teste Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao final do experimento, foi verificado que em relação à altura de plantas e diâmetro de colo, não houve interação clone x regime hídrico. Os valores de crescimento em altura variaram entre os clones e entre os regimes hídricos, sem interação significativa entre os tratamentos. Em relação ao diâmetro de colo, houve diferenças apenas quando comparados os regimes hídricos (Figura 1).

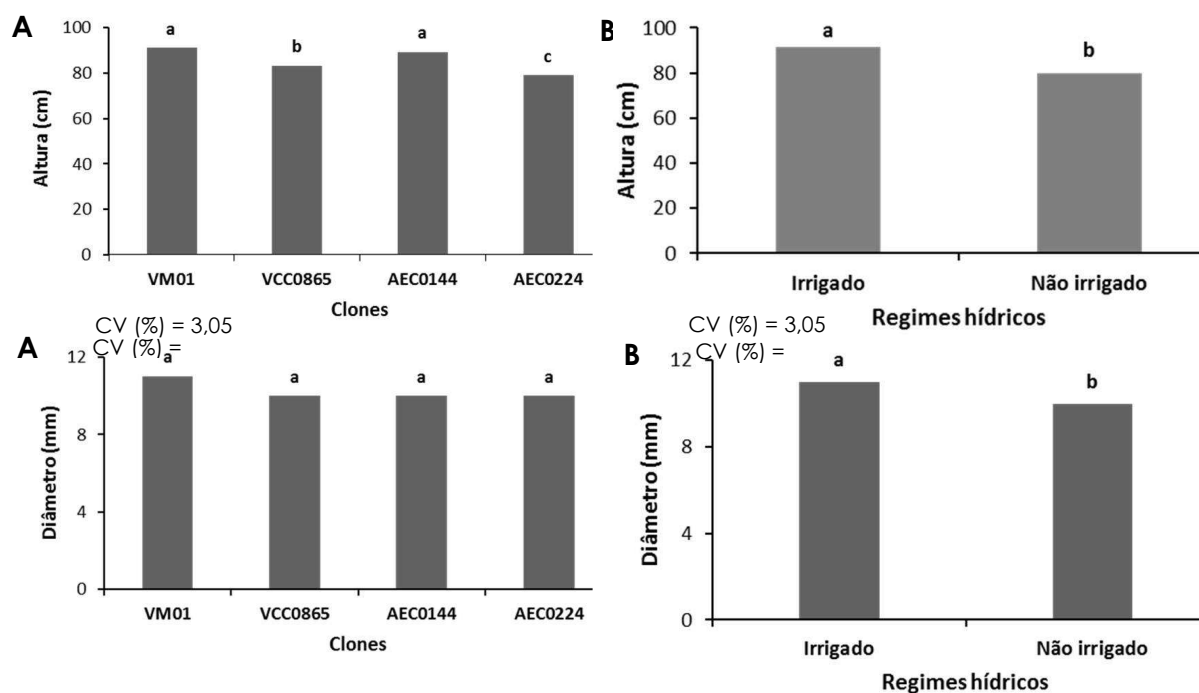


Figura 1. Altura e diâmetro de colo em plantas jovens de clones de eucalipto sob dois regimes hídricos, registrado aos 20 dias após a suspensão da irrigação. (A) representa comparação entre clones, e (B) entre regimes hídricos. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de significância entre os clones e pelo teste F a 5% entre os regimes hídricos.

Os clones VM01 e AEC0144 apresentaram maior crescimento em altura, 91,14 cm e 89,30 cm respectivamente, enquanto o clone VCC0865 (83,35 cm), seguido do AEC0224 (79,08 cm), apresentaram menores valores. Em relação aos regimes hídricos, observou-se que a deficiência hídrica causou prejuízo ao crescimento em altura de todas as plantas não irrigadas (altura média de 79,97 cm), as quais se mostraram significativamente menores que as plantas irrigadas (altura média de 91,47 cm). Reduções de crescimento em altura, também foram observadas por MARTINS et al., (2010) estudando o crescimento de plantas jovens de *Azadirachta indica* A. Juss. sob diferentes regimes hídricos e por SILVA et al., (2010) em plantas jovens de *Erythrina velutina*.

O crescimento em diâmetro não variou significativamente entre os clones (Figura 1), possivelmente devido ao curto período do experimento, que impediu discriminar melhor eventuais diferenças fenotípicas e o fato dos clones parecerem geneticamente próximos (CHAVES, 2001). Este resultado se assemelha ao encontrado por PEREIRA et al., (2006), que estudaram dois clones de eucalipto (433 e 105) sob restrições hídricas. Comparando-se os regimes hídricos, os diâmetros de colo das plantas irrigadas se mostraram maiores que os das plantas não irrigadas, independentemente do clone utilizado (Figura 1). Isso mostrou que as plantas de eucalipto apresentaram maior crescimento nas condições ótimas de umidade do solo. Plantas de híbridos de *E. urophylla* x *E. grandis*, crescendo em vasos sob diferentes níveis de déficit hídrico, também apresentaram maior crescimento sob maior disponibilidade hídrica (XAVIER et al., 2011).

Os resultados de altura de plantas e diâmetro de colo corroboram com os resultados encontrados por 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. Segundo CAIRO (1995), a primeira consequência fisiológica para as plantas submetidas ao estresse hídrico é a redução ou a interrupção dos ritmos de crescimento, devido à redução na diferenciação celular, influenciada pela deficiência hídrica. A deficiência hídrica pode afetar diretamente o crescimento em altura e em diâmetro, porque reduz a expansão celular e a formação da parede celular e, indiretamente, reduz a disponibilidade de carboidratos ou influencia a produção de reguladores de crescimento (GONÇALVES & PASSOS, 2000).

Para a área foliar, todos os efeitos foram significativos (Figura 2). Sob o regime irrigado, os clones VCC0865 e AEC0224 apresentaram valores superiores, 9210 e 9768 cm², respectivamente, aos dos clones VM01 (6119 cm²) e AEC0144 (6961 cm²). Sob deficiência hídrica, todos os clones reduziram a área foliar, sem diferenças significativas entre si, com valores superiores a 2000 cm². Na avaliação dos regimes hídricos dentro de cada clone, todos os tratamentos irrigados tiveram áreas foliares superiores, quando comparados aos não irrigados, nos quais ocorreram expressivas reduções de área foliar, como de 73,6% no clone VCC0865 e 78,5% no clone AEC0224, em razão da abscisão foliar.

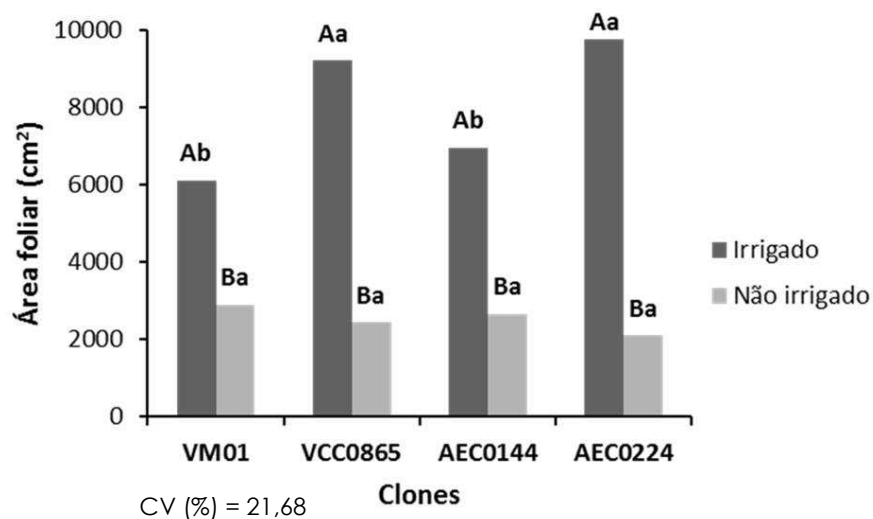


Figura 2. Área foliar em plantas jovens de clones de eucalipto sob dois regimes hídricos, registrado aos 20 dias após a suspensão da irrigação. Letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os clones em cada regime hídrico e letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa entre os regimes hídricos, dentro de cada clone, pelo teste Tukey a 5% de significância.

A redução da área foliar em plantas sob condições de estresse hídrico tem sido observada por diversos autores (MARTINS et al., 2010; BORTOLINI et al., 2011; SCHWIDER, et al., 2013) e tem por objetivo amenizar a perda de água pela transpiração, como estratégia de prevenção à seca. 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 restrição hídrica. A limitação da área foliar pode ser considerada a primeira linha de defesa contra a deficiência hídrica (CHAVES et al., 2004).

Os valores para proporção de massa seca raiz/parte aérea não apresentaram diferença significativa em relação aos efeitos dos clones, do regime hídrico e da interação clones x regimes hídricos (Tabela 1).

O fato dos diferentes clones não ter diferido entre si para a característica MSR/MSPA, independente do regime hídrico, indica que os clones não aumentaram a sua capacidade de enraizamento sob condições de estresse hídrico. Isso pode ter ocorrido devido ao curto período (menos de um mês) de estresse hídrico e pelo cultivo ter sido em vasos.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para relação massa seca raiz/parte aérea (MSR/MSPA) em plantas jovens de clones de eucalipto sob dois regimes hídricos.

FV	QUADRADOS MÉDIOS	
	GL	MSR/PA
Regime hídrico (RH)	1	0,0009031250
Clone (CL)	3	0,00000312500
RH*CL	3	0,00000312500
Resíduo	24	0,00002187500
CV (%)		0,47

Segundo GONÇALVES & PASSOS (2000), a maior partição de carbono (massa seca) para as raízes (maior relação raiz/parte aérea), quase sempre associada ao aprofundamento do sistema radicular, possibilita captação de água em camadas mais inferiores de solo, onde há maior disponibilidade de água, devido ao fato de o potencial hídrico ser maior que na superfície. Mudanças de jatobá cultivadas em vasos, em diferentes níveis de água no solo, não apresentaram diferença significativa na MSR/MSPA e uma das razões para tal comportamento pode ser o equilíbrio no crescimento entre a raiz e a parte aérea (NASCIMENTO et al., 2011).

CONCLUSÃO

Independentemente do regime hídrico, os clones revelaram diferenças entre si, em relação às características associadas ao crescimento, com destaque para os clones VM01 e AEC0144 que registraram maior crescimento, ao passo que as do clone AEC0224 foram as de menor porte.

Sob restrições hídricas, o crescimento expresso em termos de altura de planta, diâmetro de colo e área foliar, registrou decréscimos significativos em todos os clones.

REFERÊNCIAS

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 7. Ed. Viçosa: UFV, 2005, 611 p.

BORTOLINI, F.; DALL'AGNOL, M.; BISSANI, C. A. Características morfofisiológicas associadas à tolerância à seca em sete genótipos da coleção nuclear de trevo branco. **Ciência Rural**, v. 31, n. 9, p. 1632-1638, 2011.

CAIRO, P. A. R. **Curso básico de relações hídricas de plantas**. Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 32 p. 1995.

CAMBRAIA, J. Aspectos bioquímicos, celulares e fisiológicos dos estresses nutricionais em plantas. In: NOGUEIRA, R. J. M. C. et al. (Eds.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, 2005. cap. 2, p. 95-104.

CHAVES, J. H. **Crescimento, fotossíntese e relações hídricas de clones de eucalipto sob diferentes regimes hídricos**. 2001. 125p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.

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.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, v. 103, p. 551-560, 2009.

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

MARTINS, M. O.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; NETO, A. D. A.; SANTOS, M. G. Crescimento de plantas jovens de nim-indiano (*Azadirachta indica* A. Juss. – MELIACEAE) sob diferentes regimes hídricos. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 771-779, 2010.

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

OTTO, M. S. G.; VERGANI, A. R.; GONÇALVES, A. N.; VRECHI, A.; SILVA, S. R.; STAPE, J. L. Fotossíntese, condutância estomática e produtividade de clones de *Eucalyptus* sob diferentes condições edafoclimáticas. **Revista Árvore**, v. 36, n. 37, p.431-439, 2013.

PEREIRA, M. R. R.; KLAR, A. E.; SILVA, M. R.; SOUZA, R. A.; FONSECA, N. R. Comportamento fisiológico e morfológico de clones de *Eucalyptus urograndis* submetidos a diferentes níveis de água no solo. **Irriga**, v. 11, n. 4, p. 518-531, 2006.

SANTOS, R. F.; CARLESSO, R. Déficit hídrico e os processos morfológico e fisiológico das plantas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 287-294, 1998.

SCHWIDER, Y. S.; PEZZOPANE, J. E. M.; CORREA, V. B.; TOLEDO, J. V.; XAVIER, T. M. Efeito do déficit hídrico sobre o crescimento de eucalipto em diferentes condições microclimáticas. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, N. 16; p. 888, 2013.

SILVA, E. C.; SILVA, M. F. A.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ALBUQUERQUE, M. B. Growth evaluation and water relations of *Erythrina velutina* seedlings in response to drought stress. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 22, n. 4, p. 225-233, 2010.

SILVEIRA, R. L. V. A.; HIGASHI, E. N.; SGARBI, F.; MUNIZ, M. R. A. **Seja o doutor do seu Eucalipto**, Arquivo do agrônomo da Potafos, nº12. Nº 93, 2001 . *Cerne*, v. 18, n. 1, p. 167-174, 2012.

SOUZA, J. T.; TREVISAN, R.; DENARDI, L.; STANGERLIN, D. M.; VIVIAN, M. A.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, E. J. Qualidade da madeira serrada proveniente de árvores dominantes e médias de *Eucalyptus grandis* submetidas à secagem. *Cerne*, v. 18, n. 1, p. 167-174, 2012.

TATAGIBA, S. D. **Crescimento inicial, trocas gasosas e status hídrico de clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação**. Universidade Federal do Espírito Santo. 2006. 128p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo – ES.

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.

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.