



DETERMINAÇÃO DA UMIDADE PARA O DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE EUCALIPTO SOB DIFERENTES REGIMES TÉRMICOS

Vanêssa Bicalho Corrêa¹, José Eduardo Macedo Pezzopane², Talita Miranda Teixeira Xavier⁴, João Vitor Toledo³, Yan Serafim Schwider⁵

1. Mestranda em Produção Vegetal Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Espírito Santo, Brasil (nessabicalho@hotmail.com).
2. Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Espírito Santo, Brasil.
3. Doutoranda em Produção Vegetal. Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Espírito Santo, Brasil.
4. Doutorando em Meteorologia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.
5. Graduando em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Espírito Santo Brasil.

Recebido em: 06/05/2013 – Aprovado em: 17/06/2013 – Publicado em: 01/07/2013

RESUMO

O híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* tem sido amplamente utilizado no Estado do Espírito Santo, no entanto o estresse hídrico é um dos fatores que vem acarretando perdas em produtividade tanto na produção das mudas em viveiro, quanto na implementação dos povoamentos. Este trabalho objetivou analisar, sob diferentes regimes térmicos, o efeito do déficit hídrico em mudas de eucalipto conduzidas em tubetes em condição de viveiro. O experimento foi conduzido em casa de vegetação climatizada com controle de temperatura durante 70 dias, no período de 17 de janeiro a 27 de março de 2012. O delineamento experimental utilizado foi um fatorial 2x4 sendo duas temperaturas, 25°C e 32°C e quatro níveis de umidade do substrato, 60%, 70%, 80% e 90% da capacidade de campo. A umidade mínima do substrato para a produção de mudas de eucalipto do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* sem afetar significativamente o desenvolvimento e a boa qualidade das mudas nas condições estudadas foi de 90% da capacidade de campo. Para o clone estudado o ambiente de temperatura média em torno de 32°C foi o que mais favoreceu o crescimento das mudas.

PALAVRAS CHAVE: Déficit hídrico, temperatura, irrigação

DETERMINATION OF MOISTURE FOR DEVELOPMENT OF PLANTS EUCALYPTUS UNDER DIFFERENT THERMAL REGIMES

ABSTRACT

The hybrid of *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* has been widely used in the state of Espírito Santo, however the water stress is a factor that has been causing

yield losses in productivity from production of seedlings in the nursery and in the implementation of the culture. This study aimed to analyze, under different thermal regimes, the effect of water deficit in eucalyptus seedlings conducted in nursery conditions. The experiment was conducted in a greenhouse with temperature control for 70 days, from January 17 to March 27, 2012. The experiment was arranged with a 2x4 factorial with two temperatures, 25 °C and 32 °C and four levels of substrate moisture, 60%, 70%, 80% and 90% of field capacity. The minimum moisture of the substrate for the production of eucalyptus hybrid *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* without significantly affecting the development and quality of seedlings in conditions was 90% of field capacity. To clone studied, the environment with average temperature around 32 °C was the most favored seedling growth.

KEYWORDS: Water deficit, temperature, irrigation

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por mudas de eucalipto vem levando as empresas florestais à necessidade de administrar os coeficientes técnicos de cada etapa de produção, no sentido de estabelecer o valor ótimo da eficiência e do rendimento operacional, fatores esses determinantes para o gerenciamento da produção e competitividade no mercado de trabalho (SIMÕES & SILVA, 2010).

Dentre os manejos realizados num viveiro de mudas de eucalipto, a irrigação é considerada um dos pontos críticos para o sucesso do empreendimento, sendo que o manejo inadequado desta prejudica a formação de mudas de qualidade.

Devido à falta de critérios adotada na maioria dos viveiros florestais, pressupõe-se que a irrigação é realizada muitas vezes de forma excessiva com a intensão de evitar o estresse hídrico, porém essa prática pode elevar a umidade do viveiro tornando um microclima propício para surgimento de problemas fitossanitários. Por outro lado, o estresse hídrico causa mudanças fundamentais na relação da célula com a água e nos seus processos fisiológicos (PIMENTEL, 2005) e morfológicos (CHAVES et al., 2004), influenciando a sua capacidade de tolerar as condições adversas do meio (VELLINI et al., 2008).

Dentre as variáveis climáticas que influenciam o crescimento e o desenvolvimento das plantas a temperatura é de relevância considerável para os processos fisiológicos, por estar diretamente relacionada aos processos de evapotranspiração e às reações metabólicas existentes atuando também na duração do ciclo de desenvolvimento até à época da colheita (OLIVEIRA et al., 2012).

De acordo com 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 (DYE et al., 2004)

A escassez de informações referentes à demanda hídrica de mudas de espécies florestais e o momento ideal para realizar as irrigações dificultam o manejo hídrico dos viveiros florestais. Neste contexto, existe a necessidade de estabelecer critérios científicos de fácil aplicação que objetive atender a demanda hídrica das mudas de espécies florestais e o momento adequado da irrigação evitando perdas econômicas e prejuízos ao crescimento das mudas. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar, sob diferentes temperaturas, o efeito do déficit hídrico através do teor de umidade do substrato em tubetes em condição de viveiro, verificando possível restrição ao crescimento de mudas de eucalipto.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido em casas de vegetação climatizadas com controle de temperatura, localizadas na área experimental do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, do Centro de Ciências Agrárias de Universidade Federal do Espírito Santo, situada no município de Jerônimo Monteiro-ES.

Foram utilizadas mudas de clone do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, produzidas em um viveiro comercial, localizado no município de Jaguaré - ES. As mudas foram selecionadas na fase de crescimento, aos 30 dias de idade, mantendo-se a uniformidade de altura, diâmetro e condição fitossanitária.

Durante o experimento, as mudas foram conduzidas em tubetes de 54 cm³ acondicionadas em substrato comercial, visando simular as condições de viveiro. E antes da aplicação dos tratamentos as mudas passaram por um período de aclimação de 15 dias.

O delineamento experimental foi um fatorial 2x4, sendo duas temperaturas, 25°C e 32°C e quatro níveis de umidade do substrato, 60%, 70%, 80% e 90% da capacidade de campo. O experimento foi composto por três repetições, sendo cada repetição composta por 8 plantas que constituíam a unidade experimental.

Os ambientes da casa de vegetação possuíam controle da temperatura, programados para manter sempre que possível as temperaturas estipuladas durante o dia (25 e 32°C). No período noturno a temperatura foi mantida em 20°C em média.

Em cada ambiente a mensuração dos dados microclimáticos foi realizada através de estações meteorológicas automáticas instaladas no interior das casas de vegetação. Nas estações estavam acoplados sensores de temperatura e umidade relativa do ar modelo cs500 da Campbell Scientific e Radiação Fotossinteticamente ativa modelo Par Lite (RFA ou PAR) da Kipp & Zonen. Os dados eram coletados e armazenados por um datalogger modelo CR - 10X da marca Campbell Scientific. O tempo de leitura foi de dez segundos, e os dados serão salvos a cada 10 minutos.

A aplicação dos tratamentos de umidade do substrato foi baseada no controle da irrigação por meio do monitoramento da quantidade de água contida no substrato. Esse monitoramento foi realizado por meio de pesagens das unidades experimentais, e da reposição da fração perdida por evapotranspiração.

Após a irrigação por capilaridade, a quantidade de água contida no substrato encontrava-se próxima à quantidade máxima de água que este consegue reter contra a ação da gravidade, a capacidade de campo. A partir desse momento com auxílio de uma balança com precisão de 0,01 g, foi contabilizada a quantidade de água perdida.

Quando a variação do conteúdo de água do substrato atingia os níveis estabelecidos nos tratamentos, era realizada uma nova irrigação para elevar à umidade do substrato até a capacidade de campo.

A condução do experimento foi realizada, durante 70 dias, 17 de janeiro a 27 de março de 2012 e ao final do período de experimentação foram determinados os parâmetros de crescimento: altura total, diâmetro ao nível do coleto, número de folhas, área foliar, matéria seca de: folhas, haste, raízes e total.

Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e quando significativas as médias foram avaliadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização microclimática das casas de vegetação

A Figura 1 apresenta a variação da temperatura do ar durante o período de condução do experimento. Conforme pode ser observado, na casa de vegetação com programação de 25°C, as médias das temperaturas máximas e mínimas foram respectivamente 25,5 °C e 23,4 °C, tendo alcançado valor máximo absoluto de 33,6 °C e mínimo absoluto de 21,8°C. Na casa de vegetação de 32°C, as médias da temperatura máximas e mínimas foram respectivamente 30,08°C e 26,3°C, com valor máximo absoluto de 32,5°C e mínimo absoluto de 22,4°C. Conforme RIBEIRO et al., (2009), esses valores estão dentro da faixa favorável ao desenvolvimento de espécies de eucalipto.

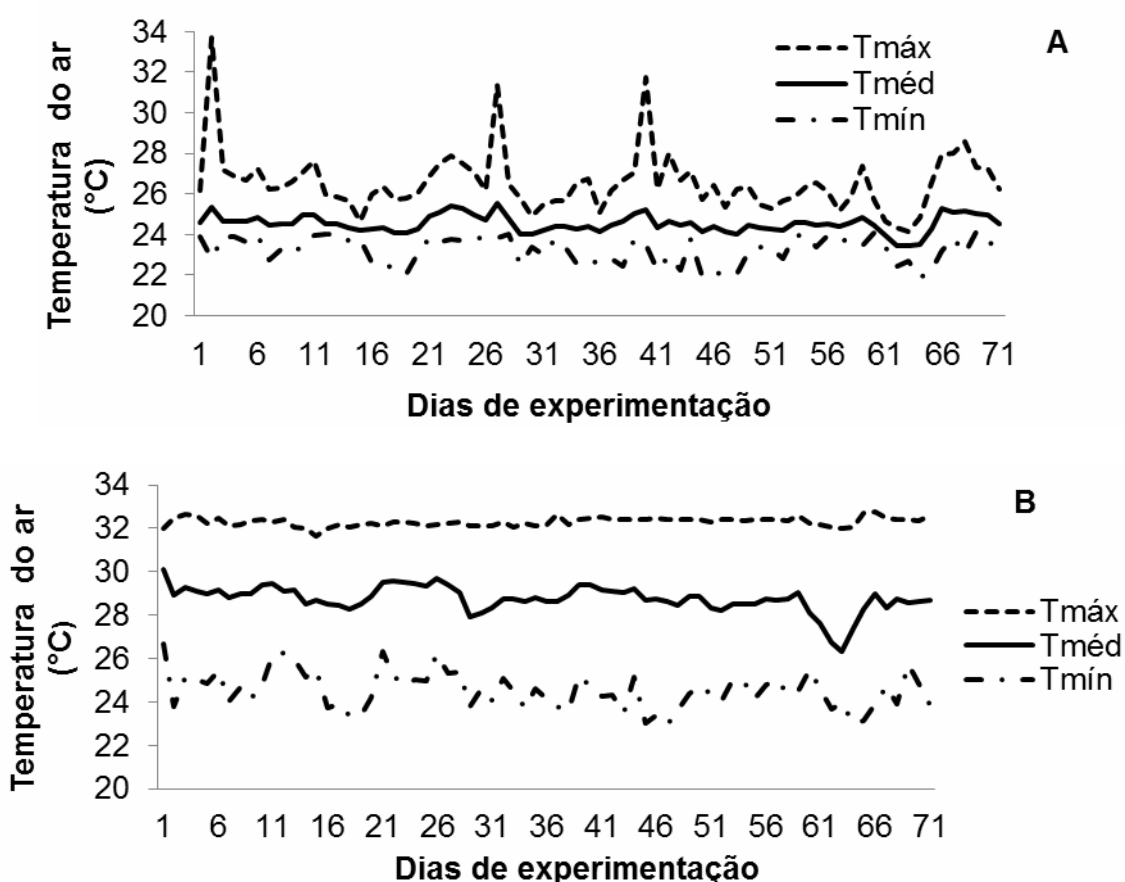


FIGURA 1 - Caracterização da temperatura do ar, dentro das casas de vegetação com temperatura de 25°C (A) e 32°C (B) em Jerônimo Monteiro-ES, no período de 17 de janeiro a 27 de março de 2012.

Na figura 2 está representada a umidade relativa do ar dentro das casas de vegetação durante o período de experimentação. Na casa de vegetação de 25°C a umidade teve valor médio de 82,5%, tendo atingido valor máximo de 99,5% e mínimo de 31,6%. Na casa de vegetação de 32°C a umidade teve valor médio de 63,5%, tendo atingido valor máximo de 81,1% e mínimo de 34,6%. Assume-se então que a umidade relativa do ar nos dois ambientes foram semelhantes.

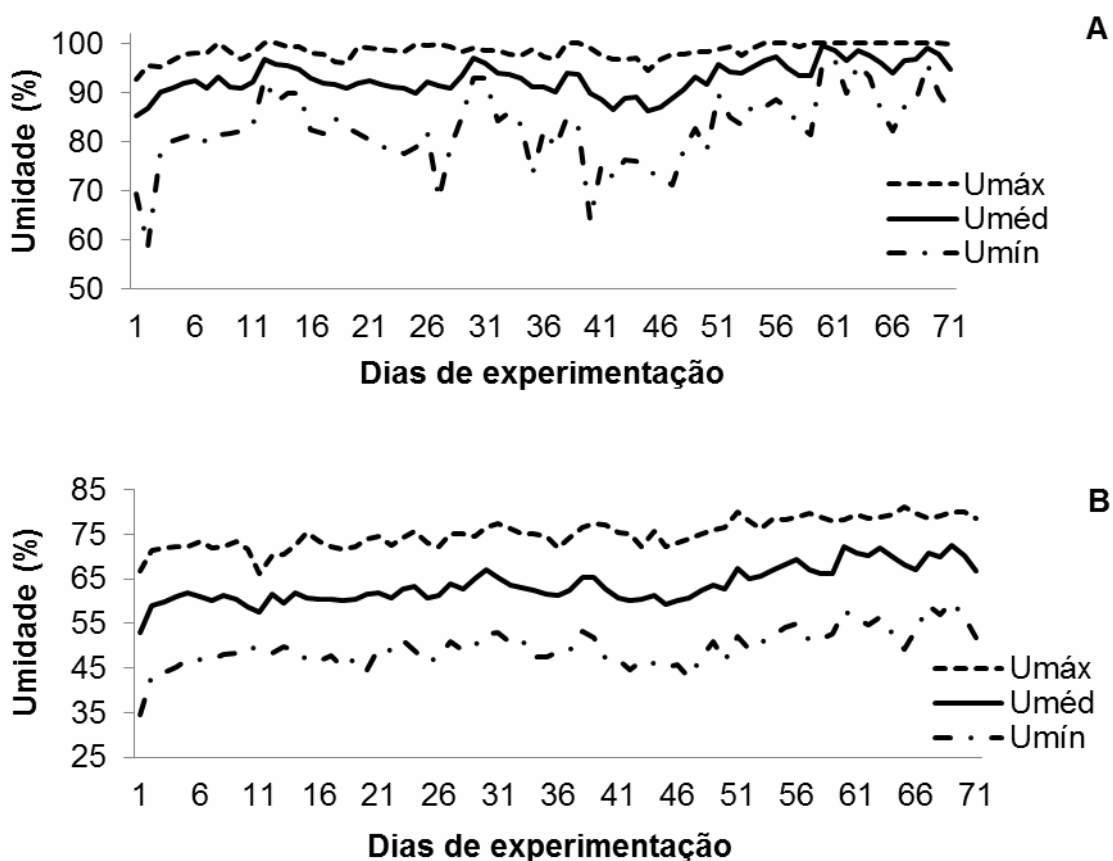


FIGURA 2 - Caracterização da umidade relativa do ar dentro da casa de vegetação em Jerônimo Monteiro-ES, no período de 17 de janeiro a 27 de março de 2012.

Característica de crescimento

O monitoramento do desenvolvimento das culturas através da análise de crescimento constitui uma ferramenta de grande importância no estudo do comportamento vegetal, em diversas condições ambientais, podendo quantificar o consumo de água que maximiza a produtividade vegetal (MELO et al., 2010).

Para a variável altura (Figura 3), houve interação significativa entre os regimes térmicos e a umidade do substrato. Para o nível de 90% não houve diferença significativa entre os ambientes, para a altura das plantas. Nos níveis de 80% e 70% da capacidade de campo, o ambiente de 25°C foi superior ao ambiente mais quente apresentando maior altura das mudas, enquanto que para o nível de 60% não houve diferença estatística entre os dois ambientes.

Na casa de vegetação de 25°C, os níveis de 90% e 80% não diferiram entre si, sendo superior aos níveis de 70 e 60%. Na casa de 32°C, o nível de 90% propiciou maior altura das mudas que os demais níveis, sendo que o nível de 80% foi estatisticamente igual ao nível e 70% que por seguinte este foi igual estatisticamente ao nível de 60%.

Os processos de divisão, alongamento e diferenciação celular podem ser afetados pela redução da turgescência celular provocada pela falta de suprimento hídrico, o que leva a redução do crescimento ou até mesmo à sua paralisação, dependendo da severidade do estresse (FANTI & PEREZ, 2004).

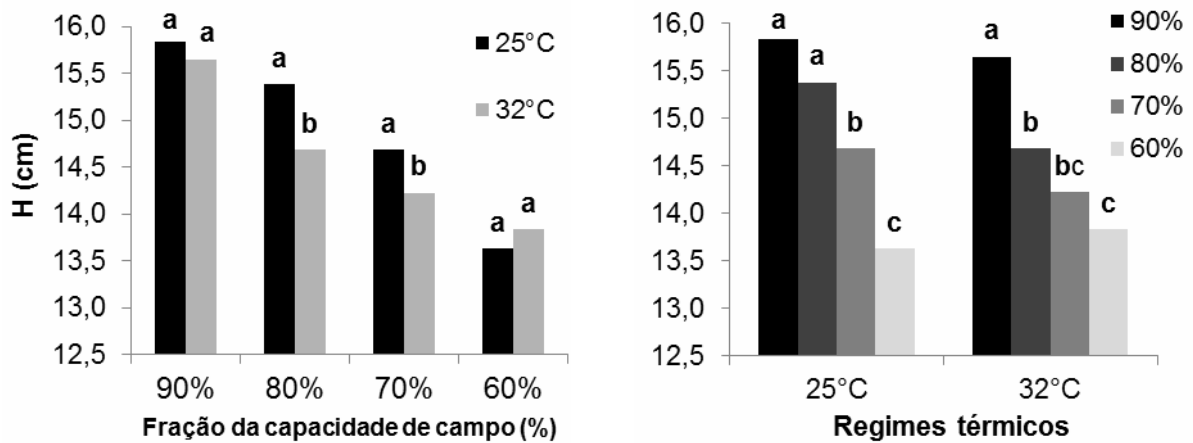


FIGURA 3 - Altura (H) das mudas de um clone do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, em casa de vegetação aos 70 dias de avaliação, em Jerônimo Monteiro, ES.

As variáveis área foliar e diâmetro (Figura 4) não apresentaram interação significativa entre os níveis de umidade do substrato e os regimes térmicos, sendo avaliados isoladamente.

Tanto para a área foliar quanto para o diâmetro, na casa de vegetação de 32°C observam-se valores estatisticamente superiores. Indicando que o ambiente mais quente foi mais favorável ao incremento destas variáveis.

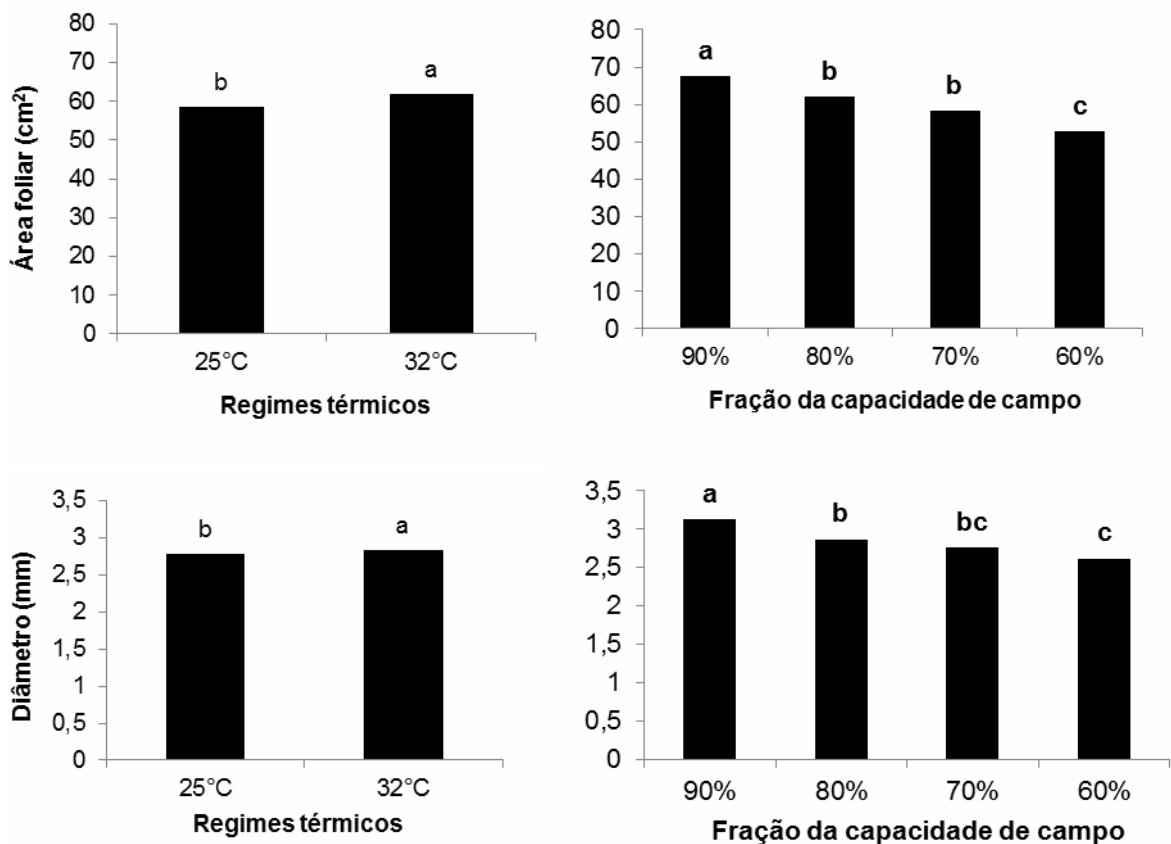


FIGURA 4 - Área Foliar (AF) e diâmetro (D) das mudas de um clone do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, em casa de vegetação aos 70 dias de avaliação, em Jerônimo Monteiro, ES.

Para a área foliar, o nível de 90% foi superior aos demais níveis, enquanto que os níveis de 80% e 70% não diferiram estatisticamente entre si e o nível de 60% foi o que apresentou menor área foliar. Resultados parecidos foram observados por LOPES et al. (2007), em que as mudas clonais de eucalipto tiveram um maior incremento em área foliar à medida que era oferecida uma maior lâmina de água às mudas. COOPMAN et al. (2008) encontraram uma redução na área foliar de *Eucalyptus marginata* e *globulus* respectivamente, quando submetido ao estresse hídrico.

O incremento em área foliar é um fator significativo, uma vez que a folha é o órgão responsável por realizar a fotossíntese na planta. Sendo assim, quanto maior a área foliar, melhor será a interceptação da radiação solar, aumentando assim a capacidade de realizar fotossíntese e conseqüentemente, favorecendo a produção de biomassa (LARCHER, 2006).

FERNANDES (2012), trabalhando com diferentes clones de eucalipto irrigado e não irrigado, observou redução da área foliar em plantas sob condições de déficit hídrico. A redução da área foliar tem por objetivo amenizar a perda de água pela transpiração, como estratégia de prevenção à seca.

O diâmetro também apresentou superioridade quando mantido o nível de 90% de umidade do substrato em relação aos demais níveis, enquanto que os níveis 80% e 70% não diferenciaram entre si estatisticamente e o nível 60% foi estatisticamente igual ao nível de 70%.

Verifica-se então que para a área foliar e o diâmetro das mudas, o ambiente mais propício foi o de maior demanda atmosférica (32°C) desde que a umidade do substrato permaneça próximo a capacidade de campo. Reduzindo o teor de umidade do substrato afeta significativamente o crescimento das mudas. LOPES et al. (2007), verificaram uma diminuição da área foliar e diâmetro para *E. grandis* com imposição de déficit hídrico.

Dentre os vários efeitos do déficit hídrico sobre o desenvolvimento das plantas, a limitação da expansão foliar pode ser considerada uma das primeiras respostas contra esse estresse hídrico (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Esse fato pode explicar os resultados obtidos neste trabalho, no qual o tratamento com maior disponibilidade hídrica (90% da capacidade de campo) foi responsável pela maior produção de área foliar, enquanto os tratamentos que provocaram maior déficit hídrico (60%) apresentaram área foliar reduzida.

O conteúdo de água na célula é naturalmente associado ao seu volume e, conseqüentemente, à capacidade de alongamento e divisão celular. A manutenção do crescimento depende da pressão de turgor para expansão e divisão celular, que são afetadas pela deficiência hídrica (FERNANDES, 2012).

Nesse contexto, na Figura 5 verificam-se os dados de matéria seca total (MST) e matéria seca das folhas (MSF). O conhecimento do acúmulo de matéria seca das plantas na etapa de viveiro é de suma importância para se estabelecer manejos adequados para produção de mudas de boa qualidade.

Tanto para a matéria seca total quanto para a matéria seca de folhas (Figura 5) não houve interação significativa entre os níveis de umidade do substrato e os regimes térmicos, sendo avaliados isoladamente.

Para as duas variáveis o ambiente mais quente favoreceu a produção de biomassa, sendo estatisticamente superior ao ambiente de 25°C.

Foram observadas diferenças significativas entre todos os níveis de umidade do substrato avaliados no estudo, onde a matéria seca total referente ao nível de

90% da capacidade de campo foi superior aos demais níveis, havendo uma redução da produção de biomassa quanto menor o nível de umidade do substrato, com exceção dos níveis 80 e 70 % que foram iguais entre si e diferentes dos demais. Houve uma redução de 26,59% na MST com aplicação do tratamento de 60% da capacidade de campo comparado com o nível de maior disponibilidade hídrica, o de 90%.

PEREIRA et al. (2010) observaram uma redução na matéria seca total em mudas clonais de eucalipto quando submetidas à umidade do solo próxima do ponto de murcha permanente em relação ao tratamento próximo da capacidade de campo, o que enfatiza a ocorrência de um maior incremento em matéria seca total de mudas de eucalipto quando estas se desenvolvem em condições sem restrição hídrica

Nos resultados obtidos neste presente trabalho, é possível correlacionar que o tratamento com maior área foliar (90% da MCRA) foi responsável pela maior produção de matéria seca, enquanto os tratamentos que provocaram maior déficit hídrico (60% da MCRA) apresentaram área foliar reduzida e conseqüentemente menor produção de matéria seca.

A matéria seca das folhas (Figura 5) apresentou comportamento semelhante ao observado para a variável matéria seca total, porém com redução gradativa da biomassa em função da disponibilidade hídrica. Sendo o nível de 90% o superior e o nível de 60% da capacidade de campo o que mais restringiu a produção de biomassa das folhas. Assumindo o nível de 90% como suficiente para a produção potencial de biomassa, houve uma redução de 33,3% na MSF com a aplicação do tratamento 60%.

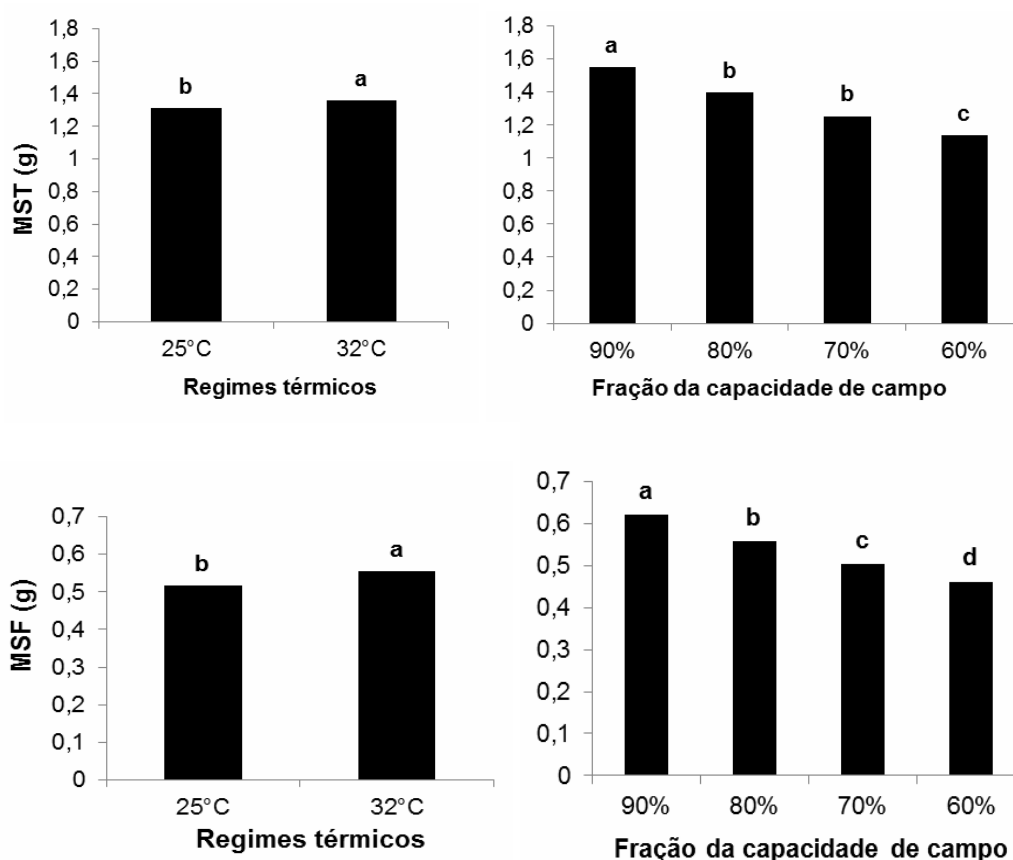


FIGURA 5 — Matéria seca total (MST) e matéria seca de folhas (MSF) das mudas de um clone do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, em casa de vegetação aos 70 dias de avaliação, em Jerônimo Monteiro, ES.

Para as variáveis matéria seca da haste (MSH) e matéria seca da raiz (MSR), (Figura 6) houve interação significativa entre os níveis de umidade do substrato e os regimes térmicos, sendo avaliados os efeitos dos fatores isoladamente.

A matéria seca da haste, com o nível de 90% da capacidade de campo, o ambiente de 32°C foi superior ao ambiente de 25°C, enquanto que no nível de 70% ocorreu o contrário, o ambiente de 25°C foi superior para a produção de biomassa. Para os níveis de 80% e 60% não houve diferença significativa entre os ambientes.

Para esta mesma variável, dentro do ambiente de 25°C, os tratamentos de 90% e 80% foram estatisticamente iguais e superiores aos demais tratamentos. Já no ambiente de 32°C, o nível de 90% foi superior aos demais e os níveis de 70% e 60% não diferiram estatisticamente.

Para a matéria seca de raiz, a avaliação dos regimes térmicos dentro de cada nível de umidade do substrato demonstram que para os níveis de 90 e 80% o ambiente com maior demanda atmosférica (32°C) é mais favorável a produção de raízes. Para o nível de 70% não houve diferença entre os ambientes. E para o nível de menor umidade do substrato (60%) o ambiente com menor temperatura (25°C) foi o mais favorável.

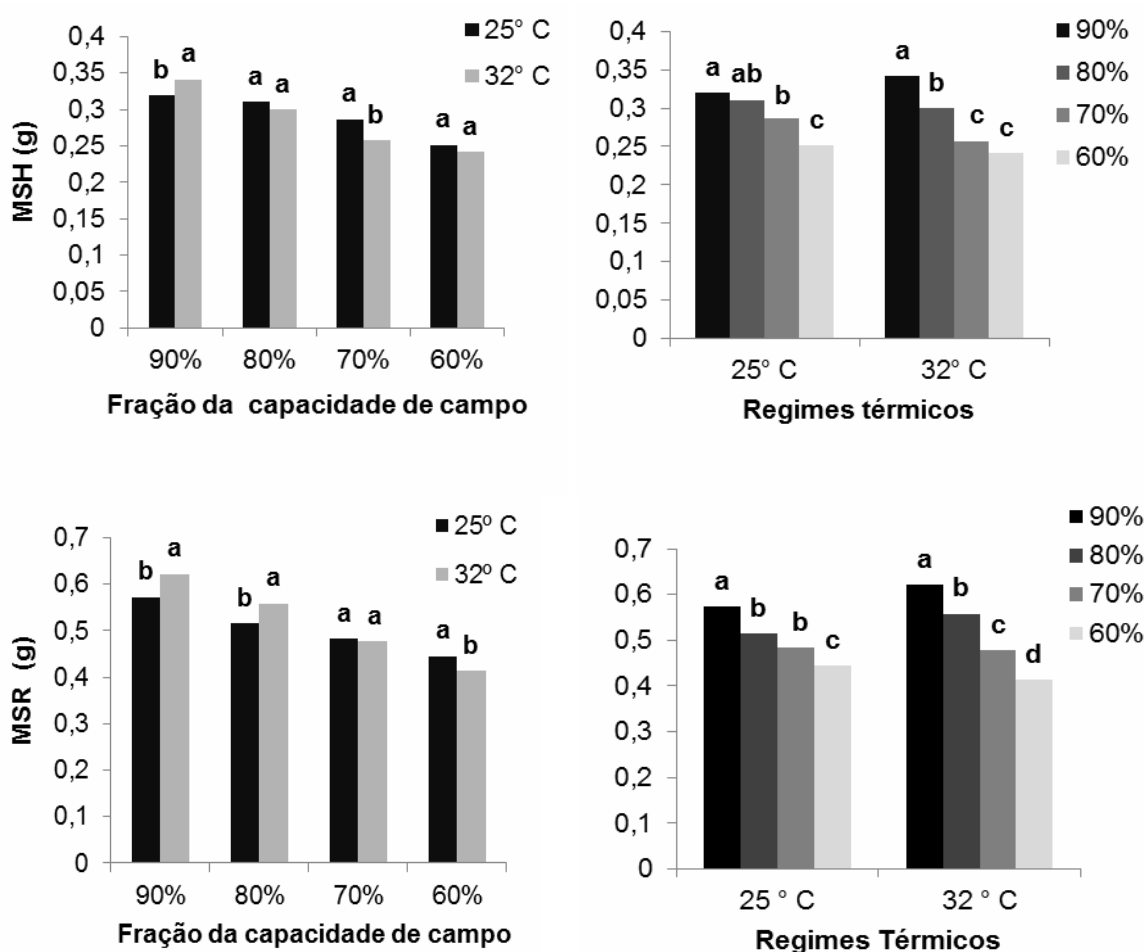


FIGURA 6 - Matéria seca da haste (MSH) e matéria seca de raiz (MSR) das mudas de um clone do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, em casa de vegetação aos 70 dias de avaliação, em Jerônimo Monteiro, ES.

Ainda para a matéria seca de raiz, no ambiente de 25°C, o nível de 90% foi superior aos demais níveis. Os níveis de 80% e 70% não diferiram estatisticamente e o nível de 60% foi inferior aos demais. No ambiente de 32°C o nível de 90% foi superior aos demais níveis, onde a MSR decresceu gradativamente com a redução da umidade. Isto indica que a melhor produção de MSR se dá quando a umidade do substrato decresce até 90% da umidade na capacidade de campo.

Em geral, os resultados de matéria seca das mudas e de suas partes constituintes indicam que o decréscimo da umidade do substrato até 90% não afeta significativamente o desenvolvimento das mesmas. Abaixo deste nível, a água contida no substrato não é suficiente para a planta manter plenamente o contínuo fluxo transpiratório em dias ou horários com alta demanda atmosférica. Esse déficit hídrico pode induzir ao fechamento estomático e prejudicar a assimilação de CO₂ e a síntese de compostos orgânicos.

Do mesmo modo, LOPES et al., (2007), observaram um aumento gradativo da matéria seca da raiz de mudas de *Eucalyptus grandis* à medida que a lâmina de irrigação foi maior, ou seja, quando não houve restrições hídricas, ocorreu um maior incremento radicular.

Em condições de disponibilidade hídrica adequada ao crescimento potencial das mudas de eucalipto, o ambiente com maior disponibilidade energética fica caracterizado como o mais favorável.

A redução da matéria seca observada no tratamento de 60% também pode ser atribuída aos danos causados em nível celular pelo déficit hídrico. Esses danos proporcionados pela falta de água desencadeiam a inativação das reações associadas à membrana celular, o que limita o transporte de elétrons e a fotofosforilação do processo fotossintético, reduzindo assim, a síntese de compostos orgânicos (PIMENTEL, 2004).

CONCLUSÕES

Com base nas condições do experimento e independente da temperatura das casas, é possível concluir que a umidade mínima do substrato para a produção de mudas de eucalipto do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* deve ser 90% da capacidade de campo, abaixo disso pode afetar significativamente o desenvolvimento e a boa qualidade das mudas. Níveis abaixo de 80% prejudicaram o crescimento potencial do clone estudado.

Para o clone estudado o ambiente de temperatura média em torno de 32°C foi o que mais favoreceu o crescimento das mudas, indicando que, mesmo com uma alta demanda atmosférica, tendo água no solo, as mudas de eucalipto conseguem se desenvolver de maneira satisfatória atingindo sua taxa potencial de crescimento.

REFERÊNCIAS

CHAVES, J.H. et al. 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.

COOPMAN, R.E. et al. Changes in morpho-physiological attributes of *Eucalyptus globulus* plants in response to different drought hardening treatments. **Electronic Journal of Biotechnology**, 11, p.1-10, 2008.

DYE, P. J.; JACOBS, S.; DREW, D. Verification of 3-PG growth and water-use predictions in twelve *Eucalyptus* plantation stands in Zululand, South Africa. **Forest**

Ecology and Management, v.193, p.197-218, 2004

FANTI, S.C.; PEREZ, S.C.J.G. de A. Processo germinativo de paineira sob estresses hídrico e salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.9, p.903-909, set. 2004.

FERNANDES, E. T. **Fotossíntese e crescimento inicial de clones de eucalipto sob diferentes regimes hídricos**. 2012. 113f. Dissertação. (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós Graduação em Agronomia. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia, 2012

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. 3 ed. São Carlos: Rima, 2006. 550p.
LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD, J. C. C. Qualidade de mudas de eucalipto produzidas sob diferentes lâminas de irrigação e dois tipos de substrato. **Revista Árvore**, v. 31, n. 5, p. 835-843, 2007.

MARTINS, F. B. SILVA, J. C.; STRECK, N. A. Estimativa da temperatura-base para emissão de folhas e do filocrono em duas espécies de eucalipto na fase de muda. **Revista Árvore**, v.31, p.373-381, 2007.

MELO, A. S. de. Crescimento vegetativo, resistência estomática, eficiência fotossintética e rendimento do fruto da melancia em diferentes níveis de água. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.32, n.1, p.73-79, 2010.

OLIVEIRA, A. S.; NETO, A. J. S.; RIBEIRO, A.; RASCON, N. J. L.; RODY, Y. P.; ALMEIDA, A. Q. Determinação do tempo térmico para o desenvolvimento de mudas de eucalipto na fase de enraizamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.16, n.11, p.1223–1228, 2012.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Edur, Seropédica. 2004,190p.
PIMENTEL, C. Respostas fisiológicas à falta d'água: limitação difusiva ou metabólica? In: NOGUEIRA, R.J.M.C.; ARAÚJO, E. DE L.; WILLADINO, L.G.; CAVALCANTE, U.M.T.; (Ed.). **Estresses ambientais: danos e benefícios em plantas**. Recife: UFRPE, Imprensa Universitária, p.13-21, 2005.

PEREIRA, M. R. R.; SOUZA, G. S. F. de; RODRIGUES, A. C. P.; MELHORANÇA FILHO, A. L.; KLAR, A. E. Growth analysis of clone eucalyptus under hydric stress. **Irriga**, Botucatu, v. 15, n. 1, p. 98-110, 2010.

RIBEIRO, A. et al. Eucalipto. In: MONTEIRO, J.E.B.A. (Org.). **Agrometeorologia dos Cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola**. 1 ed. Brasília, 2009, v. 1, p. 407-424.

SIMÕES, D.; SILVA, M.R. da. Análise técnica e econômica das etapas de produção de mudas de eucalipto. **Cerne**, Lavras, v.16, n.3, p.359 – 366, jul/set 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Piracicaba: Ed. Artmed, 3. ed., 2004. 719p.

VELLINI, A. L. T. T.; PAULA, N.F.; ALVES, P. L. C. A.; PAVANI, L. C.; BONINE, C. A. V.; SCARPINATI, E. A.; PAULA, R. C. Respostas fisiológicas de diferentes clones de

eucalipto sob diferentes regimes de irrigação. **Revista Árvore**, v.32, n.4, p.651-663, 2008.