

Disponibilidade hídrica no desenvolvimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis* em ambiente protegido

Ricardo Tavares Butrinowski¹, Ivã Tavares Butrinowski¹, Esmael Lopes dos Santos¹, Paulo Ricardo Picolotto¹, Rui Alberto Picolotto¹, Reginaldo Ferreira Santos²

¹Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Curso de Agronomia, Avenida das Torres n. 500, CEP: 85.806-095, Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR.

²Universidade do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Mestrado em Energia na Agricultura. Rua Universitária, 2069, CEP: 85.819-130. Bairro Faculdade, Cascavel-PR, Brasil.

elsantos@fag.edu.br; reginaldo.santos@unioeste.br.

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da disponibilidade hídrica no desenvolvimento inicial de mudas de *Eucalyptus grandis* em ambiente protegido. O experimento foi conduzido no campo experimental da Fazenda Escola da Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel, PR. Utilizou-se mudas de 45 dias transplantadas em vasos de 20 litros, em delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos com quatro repetições. Os dados relativos à evaporação, que serviram de base para a reposição do volume evaporado de água, (VE). De acordo com o VE, houve a reposição através da irrigação, pelos seguintes tratamentos: T1 (50% do VE), T2 (100% de VE), T3 (150% do VE), T4 (200% do VE) e T5 (100% do VE). As variáveis analisadas foram: altura de planta (AP), número de folhas (NF), número de galhos (NG), diâmetro do caule (DC), massa fresca (MF), massa seca (MS). O *E. grandis* apresentou resposta crescente ao aumento da disponibilidade hídrica. Todas as variáveis analisadas apresentaram respostas significativas a uma maior disponibilidade hídrica, sendo a reposição do VE de 50% a que mais limitou o desenvolvimento das mudas e a 250% a que expressou as melhores respostas. O *E. grandis* é uma cultura bastante responsiva a melhoria do ambiente.

Palavras-chave: Evapotranspiração, déficit hídrico, irrigação, silvicultura.

**Water availability in initial development of seedlings in protected environment
*Eucalyptus grandis***

Abstract: Effect of water availability in the early development of seedlings of *Eucalyptus grandis* in a protected environment. The objective of this study was to evaluate the effect of water availability in the early development of seedlings of *Eucalyptus grandis* protected. The experiment was in the experimental field of the School of Finance Gurgacz Assisi in Cascavel, PR. Was used 45 days seedlings transplanted into pots of 20 liters in a completely randomized design with five treatments with four replications. Data for evaporation, used as a basis for replacement of the evaporated volume of water, (EV). Under LV there replacement through irrigation by following treatments: T1 (50% LV) T2 (100% LV) T3 (150% LV) T4 (200% LV) and T5 (100th% LV). Variables analyzed were plant height (AP) number sheets (NF) number twigs (NG) stem diameter (DC) fresh mass (MF) dry mass (MS). The *E. grandis* culture is a very responsive to improve the environment.

Keywords: Evapotranspiration, water deficit, irrigation, forestry.

Introdução

O Eucalipto (*Eucalyptus*) é a designação vulgar das várias espécies vegetais do gênero *Eucalyptus*, ainda que o nome se aplique a outros gêneros de Mirtáceas. São, em termos gerais, árvores e, em alguns raros casos, arbustos e nativas, onde constituem de longe o gênero dominante da flora. Adaptados a praticamente a todas as condições climáticas, os eucaliptos caracterizam a paisagem da Oceania de uma forma que não é comparável a qualquer outra espécie, noutro continente (Fernández, 2009).

A silvicultura é forma de manter e manejar florestas naturais ou cultivadas em função da elevada e contínua demanda desta planta para madeira, papel celulose e geração de energia no mercado nacional e internacional. Tradicionalmente, o cultivo do eucalipto é realizado diretamente ao campo, utilizando as mudas sem a utilização de sistemas de irrigação. Já as mudas são obtidas em estufas e possuem diferentes tipos de irrigação (Freitag, 2009).

O desempenho e o desenvolvimento de uma floresta esta relacionada com a implantação de mudas sadias, bem desenvolvidas. Neste sentido, o uso de sistemas de irrigação em viveiro tem contribuído para a formação de muda alta qualidade. A irrigação constitui-se de uma técnica que pode oferecer a possibilidade da planta expressar o seu máximo potencial de crescimento, em complementação às demais práticas agrícolas, a irrigação tem sido alvo de considerável interesse por parte dos silvicultores (Lima et al., 2004).

Devido ao alto consumo de água exigido na irrigação vai se obter uma boa qualidade nas muda vai garantir a redução dos custos com reflorestamento, onde as mudas de baixa qualidade aumentam os custos devido à baixa sobrevivência no campo (Ferreira, 1997).

Para se ter sucesso na produção de mudas florestais e expressar seu potencial de qualidade são divididos em três fases: a fase germinação, crescimento, rustificação. Onde a fase de rustificação é de maior importância quanto a adaptação das mudas no campo (Silva, 2003).

Muitos trabalhos envolvendo a cultura do eucalipto têm sido desenvolvidos em diferentes variações de disponibilidade hídrica, para indicar as cultivares mais adaptadas às severas condições hídricas que prevalecem para cada região (Façanha, 1983; Gonçalves; Passos, 2000). Chaves et al. (2004) observou na cultura do *Eucalyptus*, com os níveis de (0,6; 0,8; 1,0 e 1,2) constatou-se maior eficiência da lamina de irrigação de 1,2.

Pelúzio (1992) realizou estudos em Viçosa (MG) com seis níveis de irrigação baseado no nível evaporado (0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; e 1,4) na cultura da alface, verificou os

níveis de crescimento foram crescendo conforme aumentou o valor irrigado alcançando eficiência máxima com o máximo (1,4) o melhor desenvolvimento de matéria fresca.

Lima et al. (2003), constataram que o estresse hídrico causa o fechamento dos estômatos em grandes concentrações de água utilizadas, embora os efeitos possam ser positivos a um aumento da concentração da água podem afetar e causar um desequilíbrio entre as relações hídricas relacionadas com disponibilidade hídrica do solo.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da disponibilidade hídrica no desenvolvimento inicial de mudas de *E. grandis* em ambiente protegido.

Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em ambiente protegido no campo experimental da Fazenda Escola da Faculdade Assis Gurgacz, no período de novembro de 2010 a março de 2011. A área experimental está situada no município de Cascavel, Paraná, com as coordenadas geográficas correspondentes à latitude 24°56'09"S, longitude 53°30'01"W e 712 m de altitude. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cfb.

Os dados relativos à evaporação, que serviram de base para a reposição do volume evaporado de água, foram obtidos a partir do coletor automático de precipitação (CAP) de 200 mm, instalado sobre um estrado de ferro a 80 cm do solo, de cor preta colocado no interior da estufa, onde foram realizados conforme Bernardo (1989).

Utilizou-se mudas da espécie *E. grandis*, transplantadas após 45 dias da germinação em vasos de 28 cm de diâmetro, com 20 litros de solos totalizando 43,9 cm². Os vasos foram dispostos na estufa em delineamento experimental inteiramente casualizado com cinco tratamentos com quatro repetições, foram consideradas úteis quatro plantas por tratamento.

De acordo com o Volume Evaporado (VE) de água indicados no CAP, houve a reposição através da irrigação. A reposição do VE foi realizada duas vezes na semana, pelos seguintes tratamentos: T1 (50% do VE), T2 (100% de VE), T3 (150% do VE), T4 (200% do VE) e T5 (100% do VE).

As repostas no desenvolvimento vegetativo das plantas em relação à disponibilidade hídrica foram avaliadas por um período de 110 dias após a implantação do experimento. As plantas foram retiradas dos vasos através do corte rente ao solo, e foram analisadas as seguintes variáveis: Altura de Planta (AP), Número de Folhas (NF), Número de Galhos (NG), Diâmetro do Caule (DC), Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística por meio do Sistema de Análise de Variância do SISVAR (Ferreira, 1999) e as médias foram comparadas pelo teste Tukey. Os resultados também foram submetidos a análise de regressão para as respostas das variáveis quanto as disponibilidades hídricas.

Resultados e discussão

Os dados de evaporação coletados durante o tempo de aplicação dos tratamentos estão apresentados na Figura 1. A evaporação máxima foi de 4,5 mm.dia⁻¹ a mínima de 1,5 mm.dia⁻¹ e a média de todas as medidas efetuadas foi de 3,2 mm.dia⁻¹.

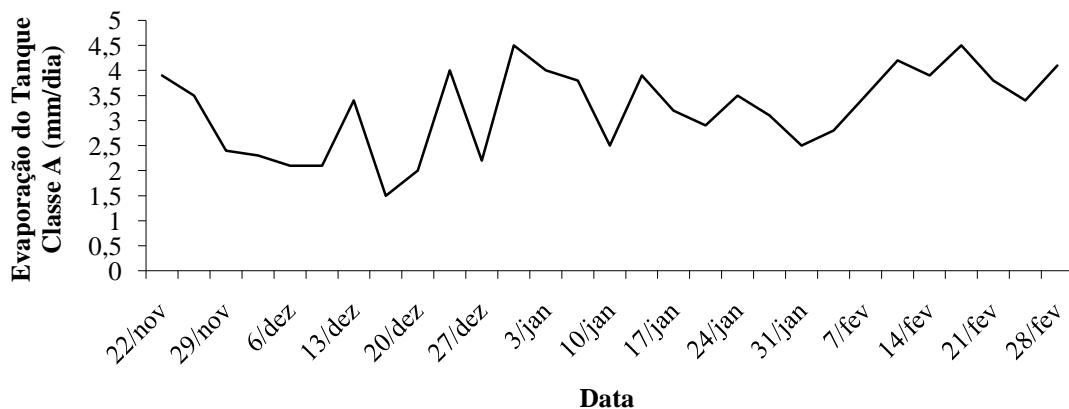
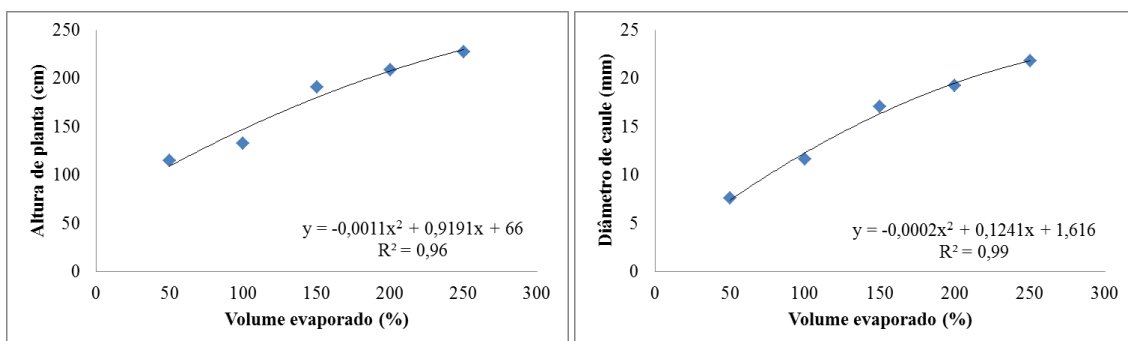


Figura 1. Valores diários de evaporação do tanque classe A (CAP de 200 mm) coletados no período de novembro de 2010 a março de 2011, Cascavel – PR, 2011.

Quando realizado a regressão entre a altura de planta (AP) em relação à reposição do volume evaporado (VE) de água, verifica-se uma correlação positiva, indicando que a maior disponibilidade hídrica apresentou maior crescimento vegetativo em altura das plantas (Figura 2).



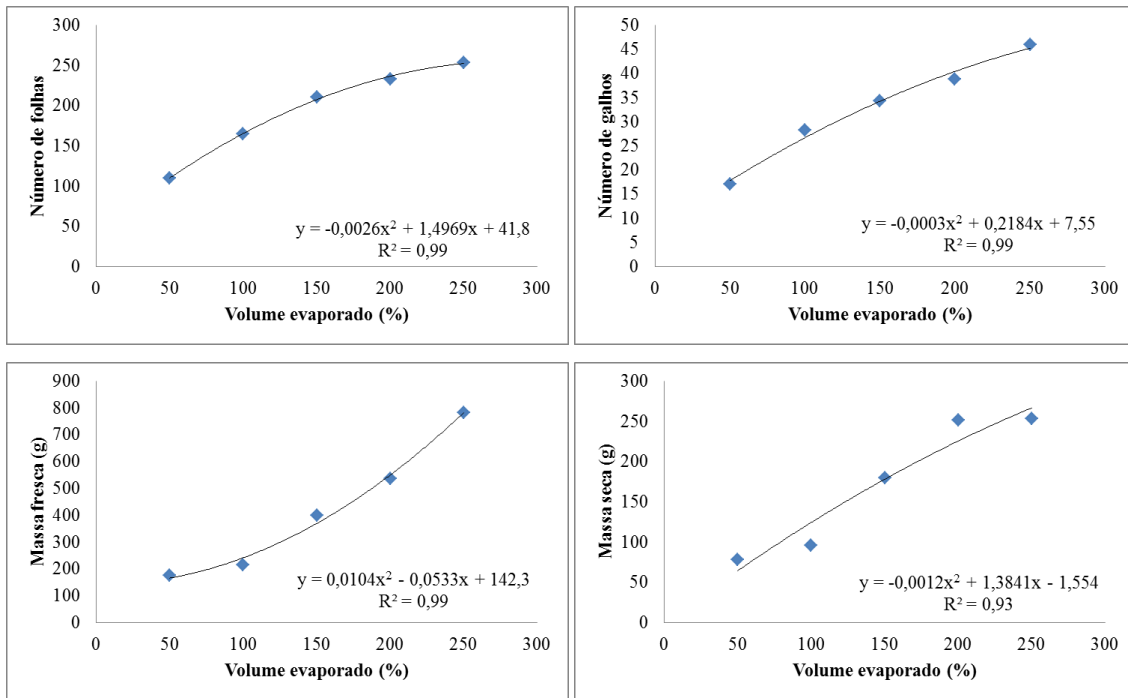


Figura 2. Variação do comportamento de altura de plantas, diâmetro, número de galhos, número de folhas, massa fresca e seca de *E. grandis* com manejo de irrigação em função do valor evaporado, Cascavel - PR, 2011.

Os resultados de AP mostraram resposta quadrática ($-0,0011x^2 + 0,9191x + 66$; $R^2 = 0,96$), indicando que à medida que aumentou a disponibilidades hídricas ocorre crescimento na altura das plantas até o nível determinado, e que a resposta da cultura é sempre positiva a melhoria das condições ambientais.

Já o diâmetro do caule (DC), observou-se comportamento similar a altura de planta. Considerando-se o crescimento em altura e em diâmetro como um dos principais parâmetros de produção em espécies lenhosas, é possível verificar que espécie estudada sofreu limitações no desenvolvimento destas duas variáveis em função da disponibilidade hídrica. Para Gonçalves (1992) a reduções do crescimento nessa espécie foram provavelmente por causa da menor produção de fotoassimilados, sendo aparentemente resultado do maior fechamento estomático, e da maior redução na área foliar. A deficiência hídrica pode afetar diretamente o crescimento em altura e em diâmetro, reduzindo a expansão celular e a formação da parede celular e, indiretamente, reduzindo a disponibilidade de carboidratos ou influenciando a produção de reguladores de crescimento.

No comportamento do desenvolvimento foliar do eucalipto, verificou-se que as menores disponibilidades hídricas influenciaram negativamente no número de folhas da

planta. Desta forma, pode-se considerar o *E. grandis* como uma espécie responsiva a maior disponibilidade de água. A paralisação de crescimento ou a redução da área foliar, em plantas submetidas ao déficit hídrico, ocorreu em virtude de reduções ou inibições na taxa de iniciação foliar, ou mesmo em consequência da indução de senescência foliar acelerada. A senescência de folhas é um dos mecanismos de prevenção à desidratação que, entretanto, leva a um forte declínio na produtividade potencial, mesmo após a eliminação do déficit (GONÇALVES; PASSOS, 2000).

Em relação ao número de galhos se verificada aumento gradativo desta variável entre os tratamentos, com respostas mais favoráveis para o tratamento adotado de 250% de reposição do volume evaporado (VE) de água. A maior reposição da água evaporada relacionou-se com a produção de massa fresca, o que aumento a taxa de crescimento à medida que houve maior disponibilidade hídrica. Acredita-se que a massa seca das plantas foi influenciada pela quantidade de água absorvida pela cultura, como pode ser observado na análise da Figura 2, um aumento gradativo da matéria seca, devido ao aumento dos diferentes níveis de evaporação.

Houve diferença estatística para todos os tratamentos em relação às variáveis analisadas, indicando a influencia da disponibilidade hídrica sobre o desenvolvimento do *E. grandis*. Quando houve maior disponibilidade hídrica, também houve maior crescimento de planta, resultando em maiores médias das variáveis analisadas (Tabela 1).

Tabela 1. Desenvolvimento vegetativo de plantas de *E. grandis*, submetidos à diferentes disponibilidade hídricas em relação ao volume evaporado (VE) de água: T1 (50% VE), T2 (100% de VE), T3 (150% do VE), T4 (200% do VE) e T5 (150% do VE), por um período de 110 dias, Cascavel - PR, 2011.

Tratamentos	Variáveis					
	Altura da planta (cm)	Diâmetro do Caule (mm)	Número de galhos	Número de folhas	Massa Fresca	Massa Seca
T1	115 e	7,60 d	17,00 d	109,75 e	174,55 b	78,40 d
T2	132,50 d	11,64 c	28,25 c	165,00 d	213,85 b	96,18 d
T3	190,50 c	17,03 b	34,25 b	210,25 c	399,42 ab	179,40 c
T4	208,50 b	19,23 ab	38,75 b	232,75 b	537,12 ab	251,72 b
T5	227,50 a	21,83 a	46,00 a	253,50 a	783,20 a	253,13 a
CV (%)	2,0	9,55	7,52	2,59	5,19	6,24

*Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os valores elevados de temperatura ocasionados pela estufa foram limitantes as mudas de *E. grandis*, o que facilitou a perda de água da planta para o ambiente através da

transpiração. Com altas taxas de transpiração e maior taxa de metabolismo da planta, os tratamentos com maior disponibilidade hídrica proporcionaram melhor desenvolvimento das plantas. Este fato ocorre devido limitação na translocação de fotoassimilados, na fase de crescimento, ser reduzida pela menor umidade do substrato e conseqüentemente menor circulação na planta (LANDIS, 1989). Nesta fase, a planta requer uma grande quantidade de água no seu desenvolvimento, para suprir as suas necessidades metabólicas na fase de crescimento.

Na variável altura de planta (AP), houve diferença estatística entre todas as disponibilidades hídricas, sendo que a maior altura expressada no T5 foi proporcionalmente o dobro do tamanho da menor altura no T1. Também com diferenças estatísticas entre os tratamentos, o diâmetro do caule (DC) foi três vezes maior no tratamento T5 em relação ao tratamento T1.

A ramificação medida pelo número de galhos foi maior quando houve maior disponibilidade hídrica, o que pode ser verificado também no número de folhas. Nas duas variáveis houve diferença estatística entre os tratamentos impostos.

A massa fresca e a massa seca apresentaram a mesma distribuição. Considerando a massa fresca como sendo uma variável mais estável e precisa, os maiores valores foram expressos na maior reposição hídrica (T5), e não apresentou diferença estatística entre os tratamentos T1 e T2, sendo indicativo que estes dois tratamentos são limitantes ao desenvolvimento da planta.

Segundo Poore e Fries (1985), quanto mais rápido o crescimento de uma árvore, maior seu consumo de água. Estima-se que a faixa de evapotranspiração de uma plantação de eucalipto seja equivalente a precipitações pluviométricas ao redor de 800 a 1.200 mm/ano (Foelkel, 2005). Lima (1990) apresenta resultados experimentais semelhantes a esse (perda de água do solo em plantações de *E. globulus* ao redor de 750 mm/ano, estimado pelo método de avaliação do balanço hídrico do solo. Como o período do experimento compreende a época de implantação da cultura no campo, estes resultados demonstram que a medida em que há uma disponibilidade hídrica desejável, há também repostas favoráveis ao desenvolvimento da planta.

O fato dos tratamentos com menor reposição hídrica apresentarem as plantas com menor desenvolvimento vegetativo, é decorrência de o balanço hídrico ser negativo na planta, ou seja, ela está perdendo mais água que a quantidade repostada, e neste caso, está ocorrendo um estresse na planta causado pelo déficit hídrico (tratamento T1 e T2). Segundo Larcher (2004), a mudança climática e um desvio entre as condições ótimas da cultura interferem

entre os níveis funcionais da planta, onde a temperatura leva a cultura a diferentes frequências de calor em dias mais quentes, e estas requerem mais água. Quando esta demanda não é suprida, ocorre o estresse hídrico.

Conforme Lopes et al. (2005), estudando os efeitos da irrigação na sobrevivência, transpiração e no teor relativo de água na folha em mudas de *E. grandis* em diferentes substratos, constataram também que a sobrevivência das mudas foi fortemente influenciada pelo regime hídrico. Estes autores também constataram que a temperatura também pode ser um fator limitante para as mudas, e que em temperaturas superiores que 30°C pode ocorrer morte das plantas, dependendo da lâmina de água utilizada.

Esses resultados observados nas tabelas e nos gráficos apresentam certa aproximação com os realizados por Pelúzio (1992) no qual a cultura se expressa melhor com maior percentual de irrigação. Teve uma acentuada diferença entre a menor adição na irrigação, dando a entender que a cultura do *E. grandis* tem significativa diferença no desenvolvimento vegetativo quando há melhoria ambiental pela maior disponibilidade hídrica.

Conclusões

O desenvolvimento vegetativo das mudas de *E. grandis* apresentou resposta crescente quando houve maior disponibilidade hídrica. As variáveis fenométricas analisadas, apresentaram respostas significativas a maior disponibilidade hídrica, sendo a reposição do VE de 50% a que mais limitou o desenvolvimento das mudas e a 250% a que expressou as melhores respostas.

O *E. grandis* é uma cultura altamente exigente e muito responsivo as condições de variação de disponibilidade hídrica.

Referências

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 4. ed. Viçosa: UFV, 1989. 488p.

FERNÁNDEZ, D. E. C. **El concepto de diversidad vegetal desde la etnia mapuche e la enseñanza formal em Chile**. 382 f. Tesis (Doctoral em Ciências Experimentales) - Editorial de La Universidad de Granada, Granada, 2009.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análise de variância SISVAR DEX/UFLA**, ver 4.0 (Build 34). Lavras, 1999. 62 p. (Software Estatístico).

FERREIRA, C. A. G. **Aspectos de relações hídricas e crescimento de mudas de *Eucalyptus* spp. produzidas em tubetes e aclimatadas.** 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.

FREITAG, A. S. **Frequências de irrigação para *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii* em viveiro.** 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2009.

GONÇALVES, M. R. **Crescimento, acúmulo de nutrientes e temperatura de copa em cinco espécies de *Eucalyptus* spp sob dois regimes hídricos.** 87 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.

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.

LIBARDI, P. L.; SAAD, A. M. Balanço hídrico em cultura de feijão irrigada por pivô central em latossolo roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, p. 529-32, 1994.

LANDIS, T. D. Manual de Viveiros para la Producción de Especies Forestales em Contenedor. **Riego y Manejo del Agua**, v. 4, p. 85 – 87, 1989.

LIMA, M. G. Evapotranspiração máxima (Etm) da cultura do feijão macassar (*vigna unguiculada* L. Walp.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 6. Maceió, 2004. **Anais do CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA.** Campinas: Fundação Cargill, 2004. p. 134-142.

OLIVEIRA, F. A.; SILVA, J. J. S. Evapotranspiração, índice de área foliar e desenvolvimento radicular do feijão irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 3, p. 317-22, 1990.

PELÚZIO, J. B. E. **Crescimento da alface (*Lactuca sativa* L.) em casa de vegetação com seis níveis de água e cobertura do solo filmes coloridos de polietileno.** 102 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.

QUEIROZ, J. E.; CALHEIROS, C. B.; PESSOA, P. C. S.; FRIZZONE, J. A. Estratégias ótimas de irrigação do feijoeiro: terra como fator limitante da produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 1, p. 55-61, 1996.

RUSSO, D. Lettuce yield-irrigation quality and quality relationships in a gypsiferous desert soil. **Agronomy Journal**, v. 72, n. 5, p. 701-704, 1980.

SAAD, A. M.; LIBARDI, P. L. **Uso prático do tensiômetro pelo agricultor irrigante.** São Paulo: IPT, 1992. 27 p.

SILVA, M. R. **Efeitos do Manejo Hídrico e da Aplicação de Potássio na Qualidade de Mudas de *Eucalyptus grandis* W. (Hill ex. Maiden).** 116 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo (UNESP), Botucatu, 2003.

VOLPE, C. A.; CHURATA-MASCA, M. G. C. **Manejo da irrigação em hortaliças. Método do tanque classe A.** Jaboticabal: FUNP, 1988. 19p.

WUTKE, E. B.; ARRUDA, F. B.; FANCELLI, A. L.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; SAKAI, E.; FUJIWARA, M.; AMBROSANO, G. M. B. Propriedades do solo e sistema radicular do feijoeiro irrigado em rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 24, n. 3, p. 621-33, 2000.

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

CHAVES, J. H.; REIS, G. G. dos; 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, p.333-341, 2004.

FOELKEL, C. Minerais e nutrientes das árvores dos eucaliptos: Aspectos ambientais, fisiológicos, silviculturais e industriais acerca dos elementos inorgânicos presentes nas árvores. **Eucalyptus on line book & Newsletter**, n. 2, out. 2005. Disponível em http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/capitulo_minerais.pdf. Acesso em 31 de agosto de 2012.

Recebido para publicação em: 15/07/2013

Aceito para publicação em: 17/09/2013