

EFEITO DO DÉFICIT DE PRESSÃO DE VAPOR DO AR NA MODULAÇÃO DA CONDUTÂNCIA ESTOMÁTICA E SUAS IMPLICAÇÕES NA ASSIMILAÇÃO FOTOSSINTÉTICA DO CARBONO EM PLANTAS DE EUCALIPTO MANTIDAS IRRIGADAS E SOB DÉFICIT HÍDRICO

SANDRO D. TATAGIBA¹, JOSÉ E. M. PEZZOPANE², EDVALDO F. REIS³

¹Eng. Agrônomo, aluno de doutorado do Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF, Campos dos Goytacazes – RJ, Fone: (0xx22) 2726 1435, sandrodantatagiba@yahoo.com.br, ²Eng. Florestal, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Florestal, CCA-UFES, Alegre – ES.

³Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Rural, CCA-UFES, Alegre – ES.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia - 02 a 05 de julho de 2007 - Aracaju – SE

RESUMO: O presente trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito do déficit de pressão de vapor do ar sobre a condutância estomática e suas implicações na assimilação fotossintética do carbono ao longo do dia em plantas mantidas irrigadas e sob déficit hídrico. As plantas cresceram nos vasos com teor de água próximo a capacidade de campo por um período de 150 dias, quando, então, foram iniciados os manejos hídricos diferenciados até o final do experimento que durou cerca de 182 dias. O déficit de pressão de vapor do ar contribuiu para o fechamento parcial dos estômatos em ambos os manejos hídricos no período da tarde, quando a demanda evaporativa da atmosfera se apresentava alta, promovendo para a redução na assimilação fotossintética do carbono nas plantas do clone de eucalipto. O déficit hídrico no substrato promoveu a redução dos valores da condutância estomática e na fotossíntese em relação às plantas mantidas sem déficit.

PALAVRAS-CHAVE: déficit de pressão do vapor do ar, abertura estomática, fotossíntese líquida, eucalipto.

EFFECT OF THE DEFICIT OF PRESSURE OF STEAM OF THE AIR IN STOMATAL CONDUCTANCE MODULATION AND THEIR IMPLICATIONS IN THE ASSIMILATION PHOTOSYNTETIC OF THE CARBON IN PLANTS OF EUCALYPTUS MAINTAINED IRRIGATED AND UNDER WATER DEFICIT

ABSTRACT: The present work had the objective of evaluating the effect of the deficit of pressure of steam of the air on the stomatal conductance and their implications in the assimilation photosynthetic of the carbon along the day in plants maintained irrigated and under water deficit. The plants grew in the vases with close tenor of water the field capacity for a period of 150 days, when, then, they were initiate the handlings of water differentiated until the end of the experiment that lasted about 182 days. The deficit of pressure of steam of the air contributed to the partial closing of the stomat in both handlings water in the period of the afternoon, when the demand evaporative of the atmosphere came high, promoting for the reduction in the assimilation photosynthetic of the carbon in the plants of the eucalyptus clone. The water deficit in the substratum promoted the reduction of the values of the stomatal conductance and in the photosynthesis in relation to the plants maintained without deficit.

KEYWORDS: deficit of pressure of the steam of the air, opening stomatic, liquid photosynthesis, eucalyptus.

INTRODUÇÃO: O movimento estomático é o principal mecanismo de controle das trocas gasosas nas plantas superiores terrestres. Através dos estômatos ocorre o influxo de CO₂, necessário ao processo fotossintético e ao crescimento das plantas. Para a grande maioria das espécies, o fechamento estomático ocorre após certos valores da disponibilidade hídrica do solo terem sido atingidos (KOZLOWSKI et al., 1991). Além da disponibilidade hídrica de água no solo, o movimento dos estômatos pode ser diretamente influenciado por diversos fatores ambientais, como a radiação solar, o déficit de pressão de vapor do ar, a concentração de CO₂ na atmosfera e a temperatura do ar (BALDOCHI et al., 1991; HINCKLEY & BRAATNE, 1994). Entretanto, a modulação da condutância estomática pode acontecer quando são encontrados altos valores de déficit pressão de vapor do ar, acarretando assim o fechamento parcial ou total dos estômatos, reduzindo a entrada do carbono e promovendo queda na taxa fotossintética das plantas em condições em que a demanda evaporativa do ar é alta. Algumas publicações têm indicado um efeito altamente significativo da demanda evaporativa da atmosfera sobre a condutância estomática das plantas (PEREIRA et al., 1987; BALDOCHI et al., 1991). Dessa forma, objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito do déficit de pressão de vapor do ar sobre a condutância estomática e suas implicações na assimilação fotossintética do carbono em plantas de eucalipto cultivadas irrigadas e sob déficit hídrico no substrato.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no período de fevereiro a agosto de 2005 na área experimental do Núcleo de Estudos e Difusão de Tecnologia em Florestas, Recursos Hídricos e Agricultura Sustentável (NEDTEC), do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), localizado no município de Jerônimo Monteiro, situado na latitude 20°47'25" S e longitude 41°23'48" W, a altitude de 120m. Foram utilizadas mudas de um clone comercial de eucalipto produzido pela Aracruz Celulose S/A, identificado como 11097. As mudas foram produzidas em tubetes plásticos de aproximadamente 54 mL pelo método 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 de irrigação diferenciados até o final do experimento que durou cerca de 182 dias. Neste período os vasos foram vedados com lona plástica preta e fita adesiva, a fim de se evitar a entrada de água e possibilitar a indução do déficit hídrico, já que o experimento foi montado a céu aberto. Os manejos hídricos aplicados foram: sem déficit; manutenção dos vasos próximo à capacidade de campo ao longo de todo o período experimental, e com déficit; corte da irrigação aos 150 dias após o transplântio. 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. Para obtenção das variáveis microclimáticas, foi instalada uma estação meteorológica automática, modelo CR 10 possibilitando o armazenamento e o processamento dos dados no sistema de coleta (datalogger). A estação, estava equipada com sensores de temperatura e umidade relativa do ar. O déficit de pressão de vapor do ar (Δe) foi calculado

pela diferença entre a pressão de saturação de vapor d' água (e_s) e a pressão parcial de vapor (e_a) (PEREIRA et al., 2002), equação 1:

$$\Delta e = e_s - e_a \quad (1)$$

A pressão de saturação de vapor (e_s) foi calculada aplicando-se a equação 2, de Tetens:

$$e_s = 0,6108 \cdot 10^{7,5 \cdot T_{ar} / 237,3 + T_{ar}} \quad (2)$$

Em que T_a é a temperatura do ar, em °C, e e_s expressa em kPa.

A pressão parcial de vapor (e_a), por sua vez, foi calculada pela equação 3:

$$e_a = UR\% \cdot e_s / 100 \quad (3)$$

Em que UR é a umidade relativa atual do ar, em %.

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. 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 três adubações de cobertura conforme recomendação de SILVEIRA et al. (2001). 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, segundo CENTURION & ANDREOLI, 2000; realizada pela curva de retenção de água no solo, utilizando o método de laboratório câmara de pressão de Richards.. A umidade volumétrica (θ) para cada uma das tensões foi obtida pelo produto da umidade gravimétrica pela densidade do solo ($\theta = U \cdot D_s$).

As lâminas e o tempo irrigação a serem aplicadas foram divididas no tempo, de acordo com crescimento da planta e pelo acompanhamento do desenvolvimento em profundidade do sistema radicular (BERNARDO et al., 2005). Na superfície de quatro folhas totalmente expandidas na parte externa do terço superior da copa em uma única planta, foram avaliadas a fotossíntese líquida e a condutância estomática, através de um analisador a gases infravermelho portátil (Irga), modelo Li-6400 da LICOR, utilizando uma fonte luminosa fixa em $1500 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ de intensidade de radiação fotossinteticamente ativa. As medições foram realizadas ao longo de cinco horários durante os dias 2 e 3 de agosto, às 8:00, 10:00, 12:00, 14:00 e 16:00 horas. As análises de variância e o coeficiente de determinação da regressão linear foram realizados pelo software SAEG, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Durante o período experimental foi monitorada a umidade volumétrica do substrato, a fim de determinar a condição hídrica prevalecente (Figura 1a). No dia 30 junho, a irrigação do manejo hídrico que mantinha umidade próxima à capacidade de campo foi suspensa, a fim de submeter às plantas ao déficit hídrico. Nota-se que a umidade do substrato no manejo hídrico sem déficit, ficou bem próximo à capacidade de campo durante o período experimental, com média de 27,9%. Enquanto que, sob déficit, a umidade atingiu valor médio de 9,1%, logo após a semana do dia 21 de julho. Observam-se também os valores do déficit de pressão de vapor do ar ao longo do dia das campanhas ecofisiológicas (Figura 1b). Nota-se que os menores valores foram encontrados no período da manhã, enquanto que a partir das 12:00 horas, houve aumento na demanda evaporativa da atmosfera, atingindo o maior valor às 14:00 horas, com 2,60 kPa. Na Figura 2 é apresentado o efeito do déficit de pressão de vapor do ar sobre a abertura dos

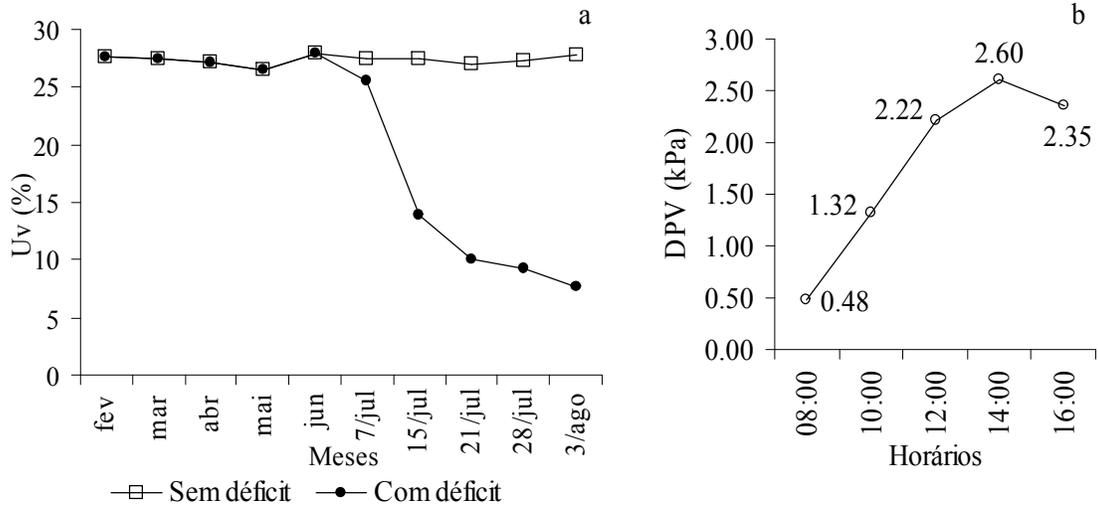
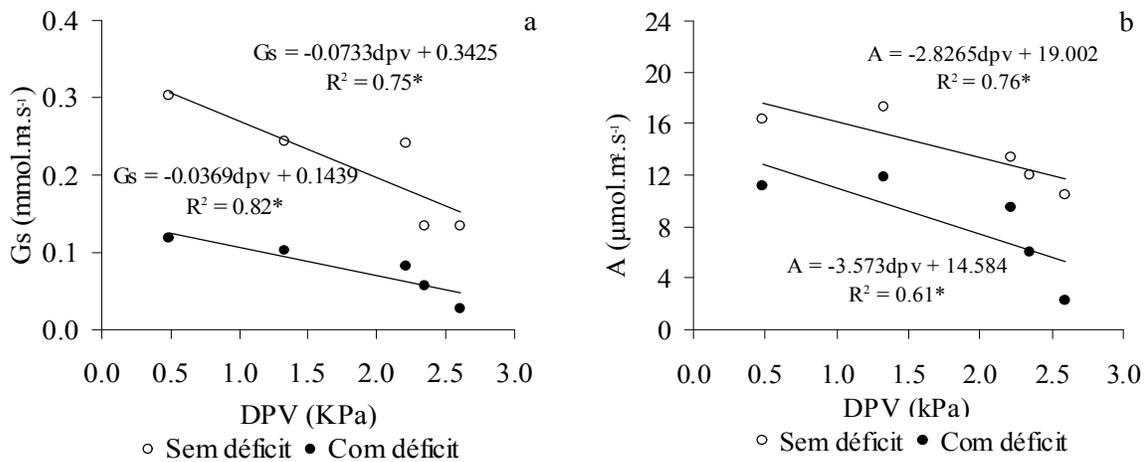


Figura 1. Umidade volumétrica do substrato durante todo o período experimental (a) e déficit de pressão de vapor do ar ao longo do dia da campanha de medições no campo (b).



ns, *e não significativo e significativo a 5% de probabilidade

Figura 2. Efeito do déficit pressão do vapor do ar sobre a condutância estomática (Gs) e a fotossíntese líquida (A) de plantas de eucalipto (Figuras a e b respectivamente). Cada ponto representa a média de quatro leituras, realizadas para os dois manejos hídricos.

estômatos e a taxa fotossintética nas plantas de eucalipto mantidas sem déficit e sob déficit hídrico. Os efeitos individuais do déficit de pressão de vapor do ar demonstraram boa relação com a condutância estomática, e a taxa fotossintética nos dois manejos hídricos, indicando que o aumento nos valores do déficit de pressão de vapor do ar, podem ter contribuído para a menor abertura dos estômatos nos dois manejos hídricos adotados. O mesmo efeito foi encontrado para a taxa fotossintética, uma vez que são os estômatos que controlam o influxo de CO₂, necessário ao processo fotossintético. Verifica-se também que o efeito foi significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, em ambos os manejos hídricos para as duas variáveis ecofisiológicas estudadas. A Figura 3 apresenta os valores da condutância estomática e da taxa fotossintética, ao longo dos horários que foram realizadas as medições no campo. Percebe-se nos dois manejos hídricos, que ambas as variáveis ecofisiológicas estudadas apresentaram redução no período da tarde, onde o déficit de pressão de vapor do ar era mais intenso. Detecta-se também, que no

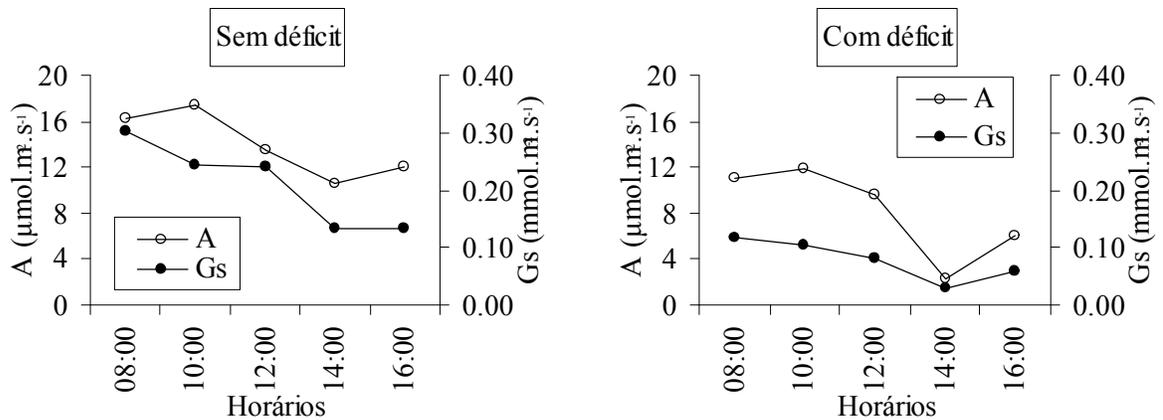


Figura 3. Fotossíntese líquida e condutância estomática nas plantas de eucalipto, durante o dia, nos manejos hídricos sem déficit e com déficit.

manejo com déficit hídrico foram encontrados os menores valores para a condutância estomática e fotossíntese líquida, quando comparado com as plantas mantidas irrigadas, devido provavelmente a menor umidade do solo encontrada nas plantas submetidas ao déficit hídrico.

CONCLUSÕES: O déficit de pressão de vapor do ar contribuiu para redução da condutância estomática, levando as plantas a uma menor assimilação do carbono em ambos os manejos hídricos, principalmente durante o período da tarde. O déficit hídrico promoveu a redução dos valores de condutância estomática e da fotossíntese líquida das plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BALDOCHI, D.D.; LUXMOORE, R.J.; HATFIELD, J.L. Discerning the Forest from the trees: an essay on scaling canopy stomatal conductance. *Agricultural and Forest Meteorology*, Amsterdam, v.54, p.197-226, 1991.
- BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. Manual de irrigação. 7. ed. Viçosa: UFV, 2005. 611p.
- 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.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: 1999. 412p.
- KOSLOWSKI, T.T.; PALLARDY, S.G. *Physiology of woody plants*, 2.ed. San Diego, Academic Press, 1996, 411p.
- HINCKLEY, T.M.; BRAATNE, J.N. Stomata. In: WILKINSON, R.E. (Ed.). *Plant environment interactions*. New York: Marcel Dekker, 1994. p.323-355.
- PEREIRA, J.S.; TENHUNEN, J.D.; LANGE, O.L et al. Seasonal and diurnal patterns in leaf gas Exchange of *Eucalyptus globules* trees growing in Portugal. *Canadian Journal of Forest Research*, Ottawa, v.16, p.177-184, 1987.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. *Agrometeorologia fundamentos e aplicações*. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.
- SILVEIRA, R.L.V.A.; HIGASHI, E.N.; SGARBI, F.; MUNIZ, M. R.A. Seja doutor de seu eucalipto. *Arquivo do Agrônomo*. São Paulo. Potafos, n.12, p.1-32, 2001.