

# BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO: RELAÇÕES ENTRE OS ELEMENTOS DO CLIMA E A EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA EM *EUCALYPTUS*

SANDRO D. TATAGIBA<sup>1</sup>, JOSÉ E. M. PEZZOPANE<sup>2</sup>, EDVALDO F. REIS<sup>3</sup>, MARIA CHRISTINA J. D. DARDENGO<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agrônomo, aluno de doutorado do Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Fisiologia Vegetal), Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa-MG, (31) 9814-2738, dan.es@bol.com.br

<sup>2</sup>Eng. Florestal, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Florestal, CCA-UFES, Alegre - ES.

<sup>3</sup>Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Depto. de Engenharia Rural, CCA-UFES, Alegre - ES.

<sup>4</sup>Eng. Agrônoma, Prof. Mestre, EAFA-ES, Alegre - ES

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - GranDarrell Minas Hotel, Belo Horizonte, MG

**RESUMO:** O presente trabalho teve o objetivo de estudar as relações entre os elementos do clima e a eficiência do uso da água, a fim de compreender como são utilizados os recursos disponíveis pelo ambiente na assimilação de carbono e na perda de água em um povoamento clonal de eucalipto. O experimento foi realizado na região litorânea de Costa Dourada, pertencente ao município de Mucuri, localizado no extremo sul do Estado da Bahia. De acordo com os resultados obtidos, verificou-se que a temperatura do ar e o déficit de pressão de vapor foram os elementos climáticos que afetaram significativamente os valores da eficiência do uso da água durante o período de excedente hídrico no solo, enquanto que aumentos nos valores de umidade relativa do ar podem beneficiar positivamente a assimilação de carbono e a perda de água em *Eucalyptus*. Durante o período de deficiência hídrica no solo, a radiação solar foi o elemento do clima que correlacionou negativamente com a eficiência no uso da água.

**PALAVRAS-CHAVE:** assimilação do carbono, perda de água e eucalipto.

## WATER BALANCE OF THE CLIMATE: RELATIONS BETWEEN ELEMENTS OF CLIMATE AND EFFICIENCY IN USE OF THE WATER IN *EUCALYPTUS*

**ABSTRACT:** The present work had the objective of evaluating relationships between the elements of climate and efficiency in the use of the water, to understand how the resources available in the environment affect the carbon assimilation and loss of water in a clonal plantation of eucalyptus. The experiment was accomplished in the coastal area of Costa Dourada, belonging to the municipal district of Mucuri, in the State of Bahia. In agreement with the obtained results it was found that the air temperature and vapor pressure deficit were the weather elements that affect significantly the values of the efficiency in the use of the water during the period of surplus water in the soil, while increases in the values of relative humidity can benefit positively in the carbon assimilation and loss of water in eucalyptus. During the period of water deficiency in soil, solar radiation was the element of the climate that negatively correlated with the efficiency in the use of the water.

**KEYWORDS:** assimilation of carbon, water loss, and eucalyptus.

**INTRODUÇÃO:** A razão entre a taxa fotossintética e a taxa de transpiração resulta na eficiência do uso da água (EUA), que é um parâmetro fisiológico que expressa quantitativamente o comportamento momentâneo das trocas gasosas na folha (LARCHER, 2004). A EUA muda seus valores, quando as condições para a difusão do CO<sub>2</sub> ou da H<sub>2</sub>O são alteradas pelo ambiente em determinada cultura.

Na natureza, a EUA é influenciada pelas condições climáticas, alcançando os maiores valores quando o ar contém grande quantidade de vapor d' água e há radiação suficiente para atingir a máxima capacidade fotossintética. Por outro lado, ela diminui, quando a folha é fortemente aquecida, a umidade do ar diminui e as correntes turbulentas de ar promovem a evaporação. A distribuição uniforme e a manutenção de níveis ótimos de água no solo reduzem as perdas de água por drenagem e os períodos de estresse hídrico pela cultura, o que aumenta a EUA. Isto pode ser atingido com maior disponibilidade de água para as plantas (SOUZA et al., 1998).

Dessa forma, este trabalho teve o objetivo de estudar as relações entre os elementos do clima e a eficiência do uso da água, a fim de compreender como são utilizados os recursos disponíveis pelo ambiente na assimilação de carbono e na perda de água em um povoamento clonal de eucalipto.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi conduzido em plantios florestais da Aracruz Celulose S.A, na região litorânea de Costa Dourada, localizada no município de Mucuri, extremo sul do Estado da Bahia. O material genético utilizado foi o clone comercial identificado como 1531 produzido pela empresa. O plantio do clone foi realizado em maio de 2001. As plantas, durante as medições das trocas gasosas apresentavam idade de 2,5 anos, com altura e diâmetro na altura do peito (DAP) de aproximadamente 13,34 m e 10,25 cm, respectivamente.

O período experimental foi subdividido no tempo em duas campanhas de campo, onde foram realizadas as medições das trocas gasosas em dois períodos (excedente hídrico e deficiência hídrica no solo). Durante o período de deficiência hídrica foi realizada a primeira campanha, no dia 26 de junho de 2003, enquanto no período de excedente hídrico, foi realizada a segunda campanha, no dia 04 de fevereiro de 2004.

Foi calculado o balanço hídrico climatológico da região de Costa Dourada, segundo PEREIRA et al. (2002), proposto por Thornthwaite & Mather (1955), a fim de determinar a variação da disponibilidade hídrica no solo ao longo do ano, a fim de identificar períodos de excedente hídrico e deficiência hídrica durante as medições das trocas gasosas.

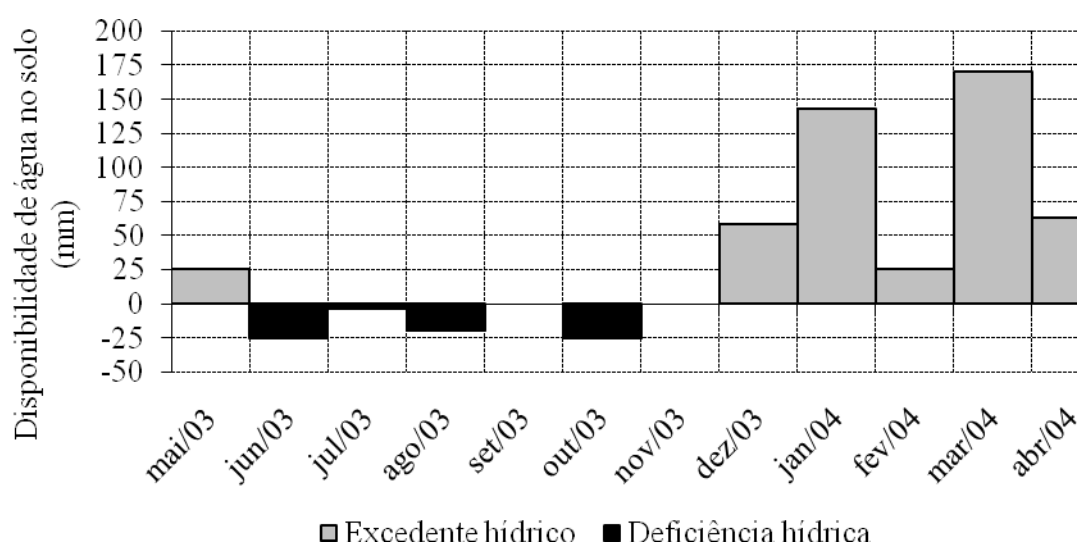
A evapotranspiração potencial para o cálculo do balanço hídrico foi estimada pelo método simplificado de Camargo (1962), segundo PEREIRA et al. (2002), e os dados climáticos para a entrada na confecção do balanço hídrico foram obtidos através de uma estação meteorológica automática (datalogger) Campbell Scientific, modelo CR 10, instalada no interior da mata, numa torre de acesso, com aproximadamente 37 m de altura. Na estação, estavam acoplados sensores de temperatura e umidade relativa do ar modelo HMP35C (Campbell Scientific), e um piranômetro, modelo SP-Lite (Kipp & Zonen), media a radiação solar global. A precipitação pluviométrica era medida através de sensores modelo TE 5255MM (Texas Eletronics). O déficit de pressão de vapor do ar foi calculado segundo PEREIRA et al.(2002).

As trocas gasosas, foram medidas nas superfícies de seis folhas totalmente expandidas na parte externa do terço superior da copa de quatro árvores, através de um analisador a gases infravermelho portátil (Irga), modelo Li-6400 da LICOR, utilizando uma fonte luminosa fixa em 1500  $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  de intensidade de radiação fotossinteticamente ativa. A EUA foi estimada pelo quociente entre fotossíntese líquida e transpiração, segundo LARCHER (2004). As leituras das trocas gasosas foram realizadas em cinco horários durante o dia: às 8:00,

10:00, 12:00, 14:00 e 16:00 horas. Utilizou-se a determinação de correlação linear simples, através do software SAEG, para estimar o grau de relação entre os elementos do clima e a eficiência do uso da água.

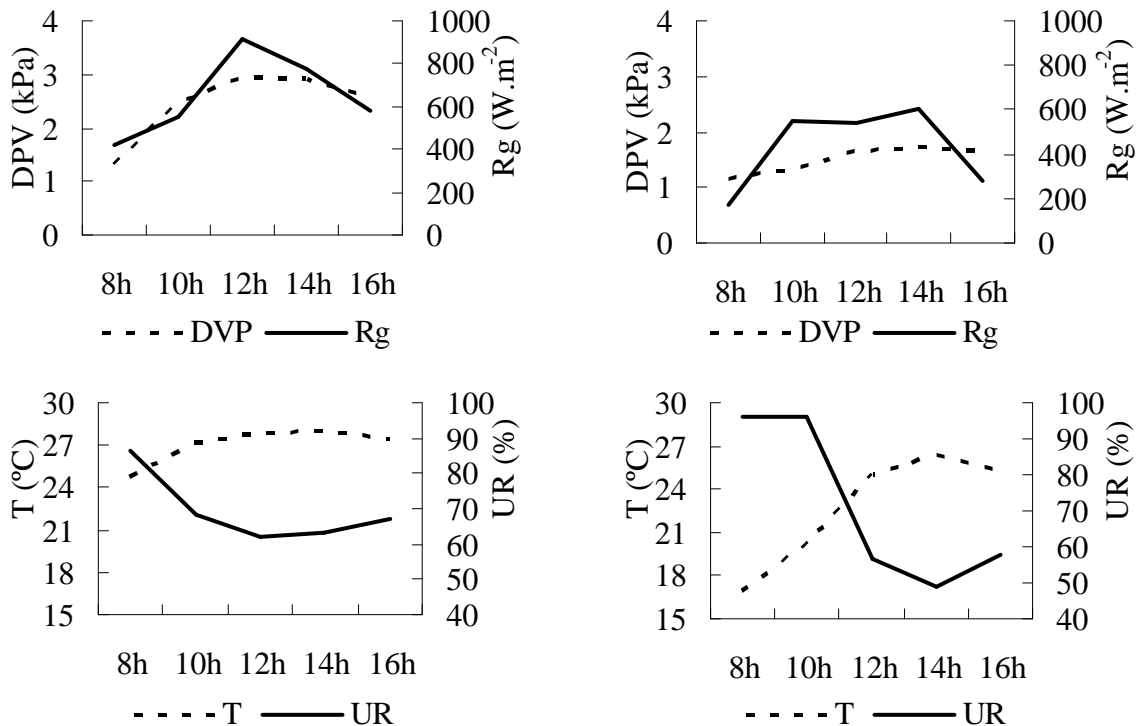
**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Durante o período de maio de 2003 a abril de 2004 foi realizado o monitoramento da disponibilidade hídrica no solo na região litorânea de Costa Dourada (Figura 1), onde se encontrava o povoamento clonal de eucalipto, através da elaboração do balanço hídrico climatológico.

Observa-se a ocorrência de deficiência hídrica no solo no mês de junho a novembro de 2003, em virtude da baixa precipitação pluviométrica ocorrida, enquanto nos meses de dezembro de 2003 a abril de 2004 foi verificado um excedente hídrico, devido ao maior índice de chuvas. Percebe-se, então, que encontramos variação na disponibilidade hídrica do solo ao longo do ano, podendo-se caracterizar dois períodos distintos: período de excedente hídrico e período de deficiência hídrica no solo.



**Figura 1.** Balanço hídrico climatológico da região de Costa Dourada no extremo sul do Estado da Bahia, no período de maio de 2003 a abril de 2004.

Na Figura 2 é apresentada a condição climática para a região de Costa Dourada, nos períodos de excedente hídrico e de deficiências hídrica, durante o momento de realização das medições das trocas gasosas. Percebem-se variações diurnas da radiação solar de 171 a 603  $W.m^{-2}$  no período de deficiência hídrica e de 419 a 918  $W.m^{-2}$  no período de excedente hídrico no solo. O déficit de pressão de vapor d' água variou de acordo com a sazonalidade e ao longo do período diurno. Os valores médios foram de 1,21 a 1,73 kPa no período de déficit hídrico e de 1,29 a 2,58 kPa no período de excedente da água no solo. No dia 26/06/2003, representativo do período de deficiência hídrica, a temperatura do ar variou de 17,0 a 26,4°C ao longo do período diurno. No dia 04/02/2004, representativo de excedente hídrico, os valores situaram-se entre 24,7 a 28,0°C, com as máximas observadas às 14:00 horas em ambos os períodos. A umidade relativa mostrou-se um declínio a partir das 8:00 h, culminando com os baixos valores ao meio do dia e uma elevação dos valores a partir das 14:00 horas. Os valores medidos no período de deficiência hídrica situaram-se entre 48,8% e 96,0%, e, no período de excedente hídrico, entre 62,0% e 86,6%. Os altos valores de umidade relativa encontrados durante o período de déficit hídrico podem ser atribuídos à proximidade da área experimental com o mar.



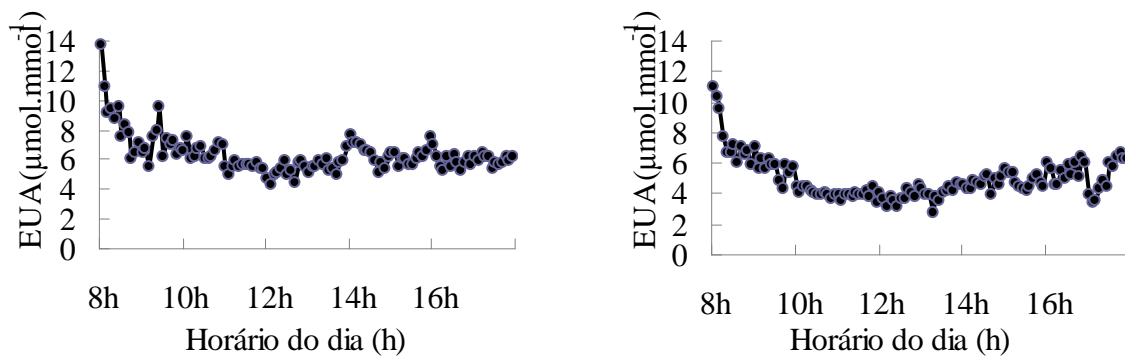
Período de Excedente Hídrico

Período de Deficiência Hídrica

**Figura 2.** Déficit de pressão de vapor d' água (DPV), radiação solar global (Rg), temperatura (T) e umidade relativa do ar (UR) registrados durante as medições das trocas gasosas nos períodos de deficiência hídrica (26/06/2003 – gráficos à direita) e de excedente hídrico no solo (04/02/2004 – gráficos à esquerda).

Nota-se na Figura 3, os valores da EUA ao longo do dia no povoamento de eucalipto estudado. Observa-se em ambos os períodos, que EUA alcançou os maiores valores às 8:00h. Neste horário, a demanda evaporativa da atmosfera estava menos estressante sobre as plantas. A partir deste horário, o aumento do déficit de pressão de vapor d' água, da radiação solar, da temperatura e o declínio da umidade relativa do ar contribuíram para a redução da EUA. Ressalta-se que os valores de EUA ocorridos durante o período de excedente hídrico no solo foram superiores aos encontrados durante o período de deficiência hídrica.

Resultados semelhantes foram encontrados por PEREIRA et al. (1986) em um plantio de *E. globulus*, observando maiores valores da EUA durante a época de maior suprimento hídrico no solo.



Período de Excedente Hídrico

Período de Deficiência Hídrica

**Figura 3.** Eficiência do uso da água (EUA) em *Eucalyptus*, registrados nos períodos de deficiência hídrica (26/06/2003) e de excedente hídrico no solo (04/02/2004).

Análises de regressão linear simples foram realizadas entre os elementos do clima e a EUA durante os períodos de excedente hídrico e de deficiência hídrica no solo (Tabela 1).

A EUA correlacionou-se negativamente com a temperatura e com o déficit pressão de vapor d' água, mostrando que aumentos em ambos os elementos climáticos podem contribuir para redução dos valores da EUA neste período. Já aumentos na umidade relativa do ar durante o mesmo período beneficia significativamente a EUA. As variações da temperatura, do déficit pressão de vapor e da umidade relativa explicaram, respectivamente, 97%, 98% e 99% das variações ocorridas na EUA no período de excedente hídrico no solo. No período de deficiência hídrica, a radiação solar associou-se negativamente com a EUA, explicando 94% das variações ocorridas.

**Tabela 1.** Equações de regressão linear e os respectivos coeficientes de correlação (r) entre os elementos do clima e a eficiência do uso da água (EUA) em *Eucalyptus*, registrados nos períodos de deficiência hídrica (26/06/2003) e de excedente hídrico no solo (04/02/2004).

Variáveis	Períodos	
	Deficiência Hídrica	Excedente Hídrico
T x EUA	EUA = 8,95 - 0,12T r = - 0,71 ns	EUA = 23,56 - 0,65 T r = - 0,97**
UR x EUA	EUA = 4,89 + 0,16 x 10 <sup>-1</sup> UR r = 0,46 ns	EUA = -1,79 + 0,11UR r = 0,99**
DPV x EUA	EUA = 9,19 - 2,01DPV r = - 0,71 ns	EUA = 9,72 - 1,58DPV r = - 0,98**
Rg x EUA	EUA = 7,51 - 0,31 x 10 <sup>-2</sup> Rg r = - 0,94**	EUA = 9,17 - 0,46 x 10 <sup>-2</sup> Rg R = - 0,76 ns

ns, \*e\*\* não significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade

**CONCLUSÕES:** A temperatura do ar e o déficit de pressão de vapor foram os elementos climáticos que afetaram significativamente os valores da EUA durante o período de excedente hídrico no solo, enquanto, que aumentos nos valores de umidade relativa do ar podem beneficiar a assimilação de carbono e a perda de água em *Eucalyptus*. No período de deficiência hídrica no solo, a radiação solar foi o elemento do clima que afetou significativamente os valores da EUA.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2004. 531p.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia fundamentos e aplicações**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.
- 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, 1986.
- SOUSA, V.F. de; COELHO, E.F.; FRIZZONE, J.A.; FOLEGATTI, M.V.; ANDRADE JÚNIOR, A.S.; OLIVEIRA, F. das C. Frequência de irrigação por gotejamento na eficiência do uso da água no meloeiro. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 27, 1998, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas: SBEA, 1998. p.214-216.