

# DISPONIBILIDADE HÍDRICA DO SOLO E SEUS EFEITOS SOBRE: AS TROCAS GASOSAS, A EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA E NO POTENCIAL HÍDRICO FOLIAR DE POVOAMENTOS CLONAIIS DE *EUCALYPTUS*

SANDRO D. TATAGIBA<sup>1</sup>, JOSÉ E. M. PEZZOPANE<sup>2</sup>, EDVALDO F. REIS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Eng. 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.

<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.

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 a variação das trocas gasosas, da eficiência no uso da água e do potencial hídrico foliar de povoamentos clonais de eucaliptos, em duas épocas (seca e chuvosa). O experimento foi realizado na região litorânea de Costa Dourada, pertencente ao município de Mucuri, no Estado da Bahia. De acordo com os resultados obtidos, o déficit hídrico no solo apresentando durante a época seca, atuou na regulação do comportamento das trocas gasosas nos dois clones, restringindo a fotossíntese líquida, a transpiração, além de diminuir o potencial hídrico foliar nas plantas de eucalipto. O clone 39 apresentou os maiores valores de fotossíntese líquida, da condutância estomática, da eficiência no uso da água e maior potencial hídrico foliar das plantas, em comparação ao clone 15, sob condições de deficiência hídrica no solo, durante a época seca.

**PALAVRAS-CHAVE:** eucalipto, clones e deficiência hídrica.

**READINESS OF WATER OF THE SOIL AND THEIR EFFECTS ON: THE GASEOUS CHANGES, THE EFFICIENCY IN THE USE OF THE WATER AND IN LEAF WATER POTENTIAL OF SETTLEMENT CLONAL OF *EUCALYPTUS***

**ABSTRACT:** The present work had the objective of evaluating the variation of the gaseous changes, of the efficiency in the use of the water and of the tenor of leaf water potential of settlements clonal of eucalyptus, in two period (dry and rainy). 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 the deficit water in the soil presenting during the period dry, it acted in the regulation of the behavior of the gaseous changes in the two clones, restricting the liquid photosynthesis, the transpiration, besides reducing the leaf water potential in the eucalyptus plants. The clone 39 presented the largest values of the liquid photosynthesis, of the stomatal conductance, of the efficiency in the use of the water and larger leaf water potential in the leaves of the plants, in comparison with the clone 15, under conditions of deficiency water in the soil, during the period it dry.

**KEYWORDS:** eucalyptus, clones and deficiency water.

**INTRODUÇÃO:** Os estômatos não são somente a via de entrada para as trocas gasosas de CO<sub>2</sub>, mas também de saída da água, na forma de vapor, do interior para o exterior da folha. Para absorver CO<sub>2</sub> do meio externo, a planta, inexoravelmente, perde água e, quando diminui esta perda, também restringe a entrada de CO<sub>2</sub>. Essa interdependência foi reconhecida e expressa numericamente pela razão global entre assimilação e o consumo de água. A relação entre fotossíntese líquida e transpiração pode ser expressa pela razão destas duas taxas, resultando assim na eficiência do uso da água (LARCHER, 2004).

O monitoramento periódico das variações sazonais do potencial hídrico foliar e das trocas gasosas, particularmente da fotossíntese e da transpiração, quando associadas com a condutância estomática, a eficiência no uso da água, e as condições climáticas e edáficas, podem servir como importantes ferramentas para a compreensão de como determinada espécie ou determinado genótipo utiliza os recursos disponíveis do ambiente e de como as flutuações sazonais destes recursos afetam a produtividade primária das plantas.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo estudar o comportamento das variações das trocas gasosas, da eficiência no uso da água e do potencial hídrico foliar em árvores adultas de povoamentos clonais de *Eucalyptus*, em duas épocas (seca e chuvosa).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O trabalho foi conduzido na área de plantios florestais da Aracruz Celulose S.A, na região litorânea de Costa Dourada, localizada no município de Mucuri, extremo sul da Estado da Bahia. Foram utilizados dois clones comerciais produzidos pela Aracruz Celulose S.A, identificados como 15 e 39. O plantio dos clones foi realizado em maio de 2001. Os tratos culturais para condução do plantio da floresta (adubação, poda) são realizados anualmente. O solo do local, objeto de estudo, é classificado, como Espodosolo (EMBRAPA, 1999).

Foi calculado o balanço hídrico 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, caracterizando duas épocas, uma seca e outra chuvosa. Assim, possibilitando, a identificação dos períodos de déficit e excedente hídrico durante as campanhas das trocas gasosas e do potencial hídrico foliar. A evapotranspiração potencial para o cálculo do balanço hídrico foi estimada pelo método simplificado de Camargo (1962) e os dados climáticos para a entrada na confecção do balanço hídrico foram obtidos através de uma estação meteorológica automática (datalogger) Campbell Scientific instalada no interior da mata, numa torre de acesso, com aproximadamente 37 m de altura.

O período experimental foi subdividido no tempo em duas campanhas de campo, onde foram realizadas as medições das trocas gasosas e do potencial hídrico foliar nas duas épocas (seca e chuvosa) para os dois clones (15 e 39). Durante a época seca foi realizada a primeira campanha das trocas gasosas e do potencial hídrico foliar, nos dias 25 e 26 de junho de 2003 para os clones 39 e 15, respectivamente, enquanto, na época chuvosa, foi realizada a segunda campanha, em fevereiro de 2004, no dia 4 para o clone 15 e no dia 5 para o clone 39.

Durante as campanhas, foram medidas na superfície de seis folhas totalmente expandidas na parte externa do terço superior da copa de quatro árvores, as trocas gasosas. A eficiência instantânea no uso da água, foi estimada pelo quociente entre fotossíntese líquida e transpiração, para cada leitura realizada, 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. Para a determinação do potencial hídrico foliar, utilizou-se uma bomba de pressão PMS 1003 (PMS Instruments Co.), em três folhas totalmente expandidas de quatro árvores, localizada na parte externa do terço superior do dossel. Os dados experimentais das trocas gasosas no horário de 10:00 horas, e do potencial hídrico foliar antemanhã (4:30 horas) foram submetidos à análise de variância, e

quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando software SAEG. A escolha destes horários deveu-se ao fato da eficiência no uso da água alcançar os maiores valores durante as primeiras horas no período da manhã, quando o ar ainda contém grande quantidade de vapor d'água e há radiação suficiente para a planta atingir máxima capacidade fotossintética; e ao fato do potencial hídrico foliar antemanhã, ser considerado um indicativo do estado hídrico das plantas, apresentando a maior turgescência possível para uma dada condição hídrica encontrada no solo.

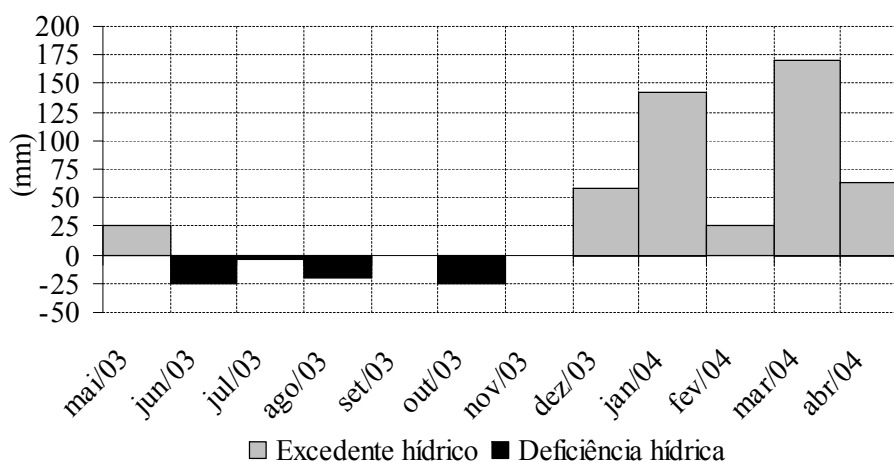
O experimento foi realizado num esquema fatorial 2 x 2, sendo o fator clone (15 e 39) e época (seca e chuvosa) em dois níveis, montado num delineamento inteiramente casualizado. Em todas as campanhas foram utilizadas vinte e quatro repetições para as trocas gasosas e doze para potencial hídrico foliar.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Durante o período de maio de 2003 a abril de 2004 foi monitorada a disponibilidade de água no solo, através do balanço hídrico climatológico realizado para a região litorânea de Costa Dourada (Figura 1), onde se encontra os povoamentos formados pelos dois clones de eucalipto estudados; e também foi caracterizada a precipitação pluviométrica no mesmo período (Figura 2).

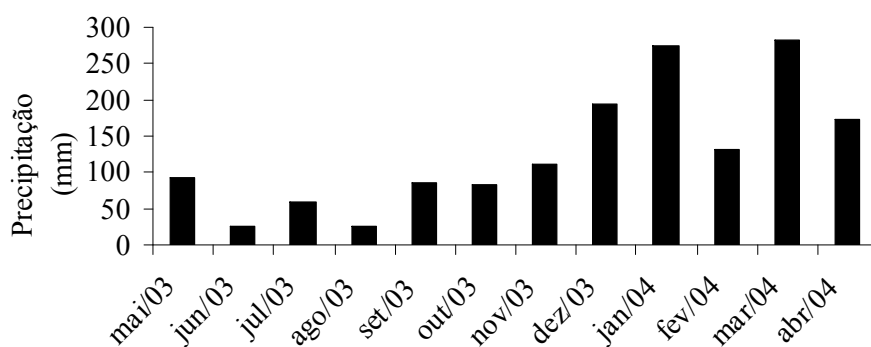
Observa-se que ocorreu deficiência hídrica no solo do mês de junho a novembro de 2003, caracterizando a época seca, em virtude da baixa precipitação pluviométrica, enquanto nos meses de dezembro de 2003 a abril de 2004 foi verificado um excedente hídrico, devido ao maior índice de chuvas caracterizando a época chuvosa. Percebe-se, então, que encontramos variação na disponibilidade hídrica do solo ao longo do ano, podendo caracterizar duas épocas bastante distintas, uma época seca e outra chuvosa.

Detecta-se, assim, a condição climática e a disponibilidade hídrica média do solo para a região de Costa Dourada, buscando caracterizar os períodos de deficiência hídrica e de excedente hídrico, seus efeitos sobre as plantas e sua implicação sobre a produtividade primária (PEREIRA et al., 2002).

Ao analisar o comportamento das trocas gasosas e do potencial hídrico foliar de acordo com o teste Tukey na época seca, verificamos diferença estatística na taxa fotossintética, na condutância estomática, na eficiência no uso da água e no potencial hídrico foliar antemanhã entre os dois clones (Tabela 1). O clone 39 apresentou os maiores valores dessas variáveis, mostrando obter maior tolerância à deficiência hídrica provocada na época seca, em relação ao clone 15.



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



**Figura 2.** Precipitação pluviométrica da região litorânea de Costa Dourada no extremo sul do Estado da Bahia, no período de maio de 2003 a abril de 2004.

**Tabela 1 .** Valores médios obtidos para fotossíntese líquida (A), transpiração (E), eficiência instantânea no uso da água (EUA) e potencial hídrico foliar antemanhã ( $\psi_h$ ) em dois clones de eucalipto (39 e 15), cultivados sob condições de campo, nas épocas seca e chuvosa.

Fatores	A ( $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ )	Gs ( $\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ )	E ( $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ )	EUA ( $\mu\text{mol.mmol}^{-1}$ )	$\psi_h$ (MPa)
<u>Época seca</u>					
Clone 39	12,72a	0,139a	2,34a	5,47a	-5,99b
Clone 15	10,30b	0,093b	2,66a	3,91b	-8,41a
<u>Época chuvosa</u>					
Clone 39	22,93a	0,142a	4,55a	5,03a	-2,67a
Clone 15	21,52a	0,118b	3,88b	5,55a	-3,17a
<u>Clone 39</u>					
Época seca	12,72b	0,139a	2,34b	5,47a	-5,99a
Época chuvosa	22,93a	0,142a	4,55a	5,03a	-2,67b
<u>Clone 15</u>					
Época seca	10,30b	0,093b	2,66b	3,91b	-8,41a
Época chuvosa	21,52a	0,118a	3,88a	5,55a	-3,16b
C.V(%) =	12,72	20,62	16,87	13,70	27,05

\*Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A maior abertura estomática encontrada pelo clone 39, pode ter contribuído para maior assimilação de  $\text{CO}_2$ , proporcionando maior taxa fotossintética em relação ao clone 15, uma vez, que se encontrava com maior teor de água nas folhas. A transpiração não apresentou diferença estatística entre os clones, apresentando valores semelhantes.

O clone 39 apresentou maior eficiência no uso da água na época seca em relação ao clone 15, devido atingir maior valor na assimilação do  $\text{CO}_2$  durante a fotossíntese, apesar das taxas transpiratórias apresentarem semelhantes entre os dois clones. A taxa fotossintética do clone 15 foi cerca de 19,02% menor do que a encontrada pelo clone 39.

Durante a época chuvosa, foi verificada diferença estatística entre a condutância estomática e a transpiração entre os clones (Tabela 1). A maior abertura estomática encontrada no clone 39 pode ter contribuído para maior perda de água pelas plantas em comparação ao clone 15. Nesta época, a fotossíntese, a eficiência no uso da água e o potencial hídrico foliar antemanhã entre os clones foram semelhantes, não apresentando diferenças estatísticas.

Para ambos os clones a fotossíntese apresentou diferença estatística entre as épocas estudadas. Os maiores valores das taxas fotossintéticas foram encontradas na época chuvosa com

acrécimos de 44,52% e 54,26% para os clones 39 e 15, respectivamente, em relação à época seca, devido provavelmente apresentarem água no solo disponível para as plantas. O mesmo aconteceu para a transpiração e para o potencial hídrico foliar antemanhã. Os clones 39 e 15 na época chuvosa, apresentaram valores de transpiração cerca de 48,57% e 31,44% maiores aos encontrados durante a época seca. O teor de água nas folhas também foi reduzido cerca de 55,42% e 62,42% para os mesmos clones, durante a época seca.

MIELKE (1997), analisando o potencial hídrico foliar antemanhã, observou que árvores de *E. grandis* sofreram uma condição de déficit hídrico moderado na época de baixa disponibilidade hídrica, coincidindo com os resultados obtidos para os clones 39 e 15.

A condutância estomática e a eficiência instantânea no uso da água, não apresentaram diferenças estatísticas entre as épocas para o clone 39, alcançando valores semelhantes (Tabela 1). É interessante notar, que este clone manteve a eficiência no uso de água sob deficiência hídrica no solo na época seca similar a encontrada durante a época chuvosa, onde ocorria um excedente hídrico no solo para as plantas.

Contrariamente, os valores de condutância estomática e da eficiência instantânea no uso da água, encontrados para o clone 15 apresentaram diferença estatística entre as épocas. A maior abertura estomática e a maior eficiência instantânea no uso da água foram encontradas durante a época chuvosa. Percebe-se, que o clone 15 apresenta diferenças na eficiência no uso da água, sendo mais eficiente na época chuvosa, podendo estar relacionado com a regulação estomática. Resultados semelhantes foram encontrados por PEREIRA et al. (1986) em um plantio de *E. globulus*, observando maiores valores da eficiência no uso da água durante a época de maior suprimento hídrico no solo, enquanto que MIELKE (1997) verificou uma tendência de aumento na eficiência no uso da água à medida que diminuía a disponibilidade hídrica do solo em um plantio de *E. grandis*.

**CONCLUSÕES:** O déficit hídrico no solo apresentando durante a época seca atuou na regulação do comportamento das trocas gasosas nos dois clones, restringindo a fotossíntese líquida, a transpiração, além de diminuir o potencial hídrico foliar nas plantas de eucalipto. Durante as duas épocas a eficiência no uso da água foi similar para o clone 39, enquanto o clone 15 apresentou maior eficiência durante a época chuvosa, possivelmente pela maior abertura estomática. O clone 39 apresentou os maiores valores da taxa fotossintética, da condutância estomática, da eficiência no uso da água e do potencial hídrico foliar das plantas, em comparação ao clone 15, durante época seca, indicando ser o clone que provavelmente pode alcançar maior crescimento, podendo ser uma estratégia que possibilite seu estabelecimento no campo sob deficiência hídrica.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: 1999. 412p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2004. 531p.
- MIELKE, M.S. **Regulação fisiológica e ambiental das trocas gasosas num plantio clonal de híbridos de *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden**. Viçosa: UFV, 1997. 92f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.
- 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.
- PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia fundamentos e aplicações**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478p.