

COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO DE DOIS CLONES DE *Eucalyptus* NA ÉPOCA SECA E CHUVOSA

Sandro Dan Tatagiba¹, José Eduardo Macedo Pezzopane², Edvaldo Fialho dos Reis³,
Maria Christina Junger Delogo Dardengo⁴, Teóphilo André Maretto Effgen⁵

(recebido: 10 de agosto de 2006; aceito: 24 de janeiro de 2007)

RESUMO: Com este trabalho, objetivou-se estudar o comportamento das variações das trocas gasosas (fotossíntese líquida, condutância estomática, transpiração e eficiência no uso da água) e o potencial hídrico foliar de árvores adultas de um plantio de dois clones de *Eucalyptus* em duas épocas (seca e chuvosa), na região de Itauninhas, no Estado do Espírito Santo, de modo a verificar como as variações sazonais do ambiente afetam a assimilação do carbono e principalmente, a produtividade primária das plantas. Os clones 15 e 39 apresentaram diferentes respostas no comportamento das trocas gasosas e do potencial hídrico foliar nas duas épocas estudadas. Os maiores valores da taxa fotossintética, condutância estomática, transpiração e do potencial hídrico foliar foram encontrados na época chuvosa, em virtude do excedente hídrico no solo, enquanto que na época seca, a deficiência hídrica promoveu redução dessas variáveis fisiológicas. O clone 39 apresentou maiores valores da fotossíntese líquida, condutância estomática e transpiração em comparação ao clone 15, na época seca, enquanto sua eficiência no uso da água foi inferior, indicando ser o clone que provavelmente pode alcançar maior produtividade, mas sua estratégia em economia de água, apresentou uma menor eficiência.

Palavras-chave: Clone, eucalipto, épocas, trocas gasosas e potencial hídrico foliar.

PHYSIOLOGIC BEHAVIOR OF TWO CLONES OF *Eucalyptus* IN DRY AND RAINY SEASON

ABSTRACT: This research studied the behavior of several gaseous trade off (liquid photosynthesis, stomatal conductance, transpiration and water use efficiency) and leaf water potential of adult trees of two clones of *Eucalyptus* in dry and rainy season, in Itauninhas county, Espírito Santo State, in order to allow the seasonal variations of the atmosphere affect carbon assimilation and mainly, the primary productivity of the plants. Clones 15 and 39 presented different answers in the behavior of the gaseous trade off and of leaf water potential in the two studied seasons. The largest values of liquid photosynthesis, stomatal conductance and transpiration and of leaf water potential were found in the rainy season, due to soil water surplus, while in the dry season, the water deficiency cause reduction of those physiologic variables. Clone 39 presented larger values of liquid photosynthesis, stomatal conductance and transpiration in comparison to clone 15, in the dry season, while efficiency in the use of water was inferior, indicating that this clone can probably reach larger productivity, but its strategy in saving water, presented smaller efficiency.

Key words: clones, eucalyptus, gaseous trade off, leaf water potential.

1 INTRODUÇÃO

O monitoramento periódico das variações sazonais e diurnas do potencial hídrico foliar e das trocas gasosas, particularmente da fotossíntese e da transpiração, quando associadas com medições da condutância estomática e das variações 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 (PEREIRA et al., 1986).

O movimento estomático é o principal mecanismo de controle das trocas gasosas nas plantas superiores terrestres. O funcionamento dos estômatos constitui um comprometimento fisiológico, quando abertos, permitem a assimilação de gás carbono. Fechando-se, conservam água e reduzem o risco de desidratação (TENHUNEN et al., 1987).

Segundo Larcher (2004), à medida que a disponibilidade de água no solo diminui, a taxa de transpiração decresce, como resultado do fechamento dos estômatos. Esse é um dos importantes mecanismos de defesa que as plantas apresentam contra as perdas exageradas de água e eventual morte por dessecação (BARLOW, 1983).

¹Engenheiro Agrônomo, MSc. em Produção Vegetal – Centro de Ciências Agrárias – Campus Universitário de Alegre – Alto Universitário – Cx. P. 16 – 29500-000 – Alegre, ES – sandrodantatagiba@yahoo.com.br

²Professor do Departamento de Engenharia Rural da UFES – Centro de Ciências Agrárias – Campus Universitário de Alegre – Alto Universitário – Cx. P. 16 – 29500-000 – Alegre, ES – jemp@cca.ufes.br

³Professor do Departamento de Engenharia Rural da UFES – Centro de Ciências Agrárias – Campus Universitário de Alegre – Alto Universitário – Cx. P. 16 – 29500-000 – Alegre, ES – edreis@cca.ufes.br

⁴Professora da Escola Agrotécnica Federal de Alegre – 29500-000 – Alegre, ES – christina-ms@cca.ufes.br

⁵Doutorando em Produção Vegetal na Universidade Estadual do Norte Fluminense – Av. Alberto Lamego, 2000 – 28013-602 – Campos dos Goytagazes, RJ – effgen@uenf.br

Medições do potencial hídrico foliar podem, também, fornecer informações que permitem identificar o *status* hídrico em que se encontram as plantas. O potencial hídrico foliar indica o grau de hidratação de uma planta e, assim, pode representar o estresse hídrico em que a planta está submetida (KRAMER & BOYER, 1995; TAIZ, 2004). Para a maioria das espécies, o potencial hídrico acompanha as variações diurnas da demanda evaporativa da atmosfera, atingindo um valor máximo logo antes do nascer do sol. Nesse momento, as plantas encontram-se com a máxima turgescência possível para uma dada condição hídrica no solo (KRAMER & BOYER, 1995).

Conduziu-se este trabalho com o objetivo de estudar o comportamento das variações das trocas gasosas (fotossíntese líquida, condutância estomática, transpiração e eficiência instantânea no uso da água) e do potencial hídrico foliar em árvores adultas de um plantio de dois clones de *Eucalyptus*, em duas épocas (seca e chuvosa), na região de Itauninhas Distrito da cidade de São Mateus, no Estado do Espírito Santo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material experimental, caracterização da área e delineamento estatístico

O experimento foi conduzido na área de fomento da Aracruz Celulose S.A, na região de Itauninhas Distrito da cidade de São Mateus, localizado no Estado do Espírito Santo. Foram utilizados dois clones comerciais produzidos pela Aracruz Celulose S.A, identificados como 15 e 39. O plantio de ambos os clones, foi feito em maio de 2001. As plantas, nas épocas das avaliações apresentam idade de 2,5 para 3 anos, com altura e diâmetro na altura do peito (DAP) de aproximadamente 13,34 m e 10,25 cm, respectivamente. Os tratos culturais para condução do plantio da floresta (adubação, poda) são realizados anualmente.

A região apresenta clima ameno ao longo do ano inteiro. A temperatura média anual fica em torno dos 24°C, variando entre 25 e 30° C, no verão, e 19 a 21° C, no inverno. Como a precipitação pluviométrica local está na média de 1.432,8 mm e o índice de evapotranspiração na média de 1.395,0 mm por ano, o clima pode ser enquadrado como seco sub-úmido, se levarmos em consideração os dados dos últimos 25 anos (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO MATEUS, 2006).

O solo da região é classificado como Latossolo (EMBRAPA, 1999), são solos forte a moderadamente drenados, com pequenas variações de argila, areias e

cascalhos; ausência de minerais primários (cálcio e magnésio, principalmente); presença de óxidos de alumínio (Al) e ferro (Fe), garantindo uma textura granular relativamente porosa em relação à infiltração da água e, conseqüentemente, baixa capacidade de suporte nos níveis mais rasos. Assumem formas de relevo planas e suavemente onduladas, podendo chegar a profundidades superiores aos 10 m.

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.

2.2 Descrição das características avaliadas

2.2.1 Características microclimáticas

Para obtenção das variáveis microclimáticas, foi instalada uma estação meteorológica automática (datalogger) no interior da floresta plantada, 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 (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:

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

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 (PEREIRA et al., 2002):

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

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

Foi calculado o balanço hídrico da região de Itauninhas, segundo Thornthwaite & Mather (1955), citados por Pereira et al. (2002), a fim de determinar a variação do armazenamento de água no solo ao longo do ano, caracterizando as duas épocas seca e chuvosa. Assim, possibilitando, a identificação dos períodos de deficiência

e excedente hídrico durante as campanhas fisiológicas 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), citado por Pereira et al. (2002).

2.2.2 Características fisiológicas

O período experimental foi subdividido no tempo em duas campanhas fisiológicas 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 fisiológica de campo nos dias 1 e 2 de julho de 2003, enquanto, na época chuvosa, foi realizada a segunda campanha, nos dias 2 e 5 de março de 2004, para os dois clones estudados.

Durante as campanhas, foram medidas na superfície de seis folhas totalmente expandidas na parte externa do terço superior da copa de quatro árvores, a fotossíntese líquida, a condutância estomática, a transpiração, e a eficiência instantânea no uso da água, estimada pelo quociente entre fotossíntese líquida e transpiração, com auxílio de um analisador a gás 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. As leituras foram realizadas em cinco horários durante o dia, às 8:00, 10:00, 12:00, 14:00 e 16:00 horas.

Para a determinação do potencial hídrico foliar, utilizou-se uma bomba de pressão PMS 1003 (PMS Instruments Co.), segundo Sholander et al. (1965), em três folhas totalmente expandidas de quatro árvores, localizadas na parte externa do terço superior do dossel. Avaliou-se, em um único horário durante o dia, às 4:30 horas (antemanhã).

Os dados experimentais das trocas gasosas no horário das 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 deste horário deveu-se ao fato de que a maioria das plantas apresentou maior eficiência na fixação de carbono pela manhã, acentuando as respostas das mesmas nos manejos hídricos, 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.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização do balanço hídrico climatológico e da precipitação pluviométrica

Durante o período de maio de 2003 a abril de 2004 foi monitorado o armazenamento de água no solo, através do balanço hídrico climatológico realizado para a região de Itauninhas e também foi caracterizada a precipitação pluviométrica no mesmo período (Figura 1 e 2). Observe que ocorreu deficiência hídrica no solo do mês de maio 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.

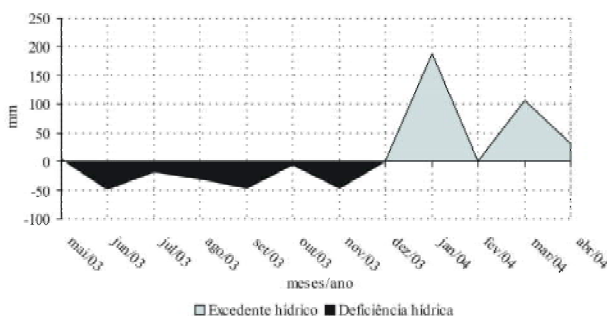


Figura 1 – Balanço hídrico climatológico da região de Itauninhas no Estado do Espírito Santo, no período de maio de 2003 a abril de 2004.

Figure 1 – Climatologically water balance of Itauninhas area in the State of Espírito Santo, from May, 2003 to April, 2004.

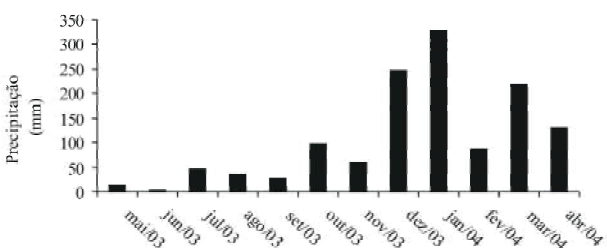


Figura 2 – Precipitação pluviométrica da região de Itauninhas no Estado do Espírito Santo, no período de maio de 2003 a abril de 2004.

Figure 2 – Rainfall of Itauninhas area in the State of Espírito Santo, from May, 2003 to April, 2004.

Detecta-se, assim, a condição climática e a disponibilidade hídrica média do solo para a região de Itauninhas, 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). Segundo a classificação climática de Köppen, a região de Itauninhas é do tipo Aw, caracterizada por inverno seco e com chuvas máximas no verão.

3.2 Avaliação das trocas gasosas e do potencial hídrico foliar antemanhã

Na Figura 3 é apresentada a avaliação do estudo dos clones de eucalipto para as trocas gasosas e o potencial hídrico foliar antemanhã entre as épocas estudadas. Foi observada diferença estatística entre as épocas em cada clone na maioria das variáveis fisiológicas estudadas, com exceção para a eficiência no uso da água no clone 39. A maior taxa fotossintética foi encontrada durante a época chuvosa em relação à época seca em ambos os clones. A menor taxa fotossintética encontrada nos clones na época seca, ocorreu em virtude do déficit hídrico encontrado no solo, contrariamente, o excedente hídrico apresentado durante a época chuvosa, contribuiu para os maiores valores da taxa fotossintética.

A condutância estomática nas épocas seca e chuvosa diferiu estatisticamente em cada clone. Isto significa dizer, que as plantas dos clones de eucalipto submetidas na época seca tiveram condutância estomática reduzida, quando comparadas com os clones submetidos na época chuvosa. A maior abertura estomática encontrada durante a época chuvosa pode ter contribuído para os altos valores de fotossíntese encontrado nesta época, devido ocorrer um excedente hídrico no solo, disponibilizando água para as plantas. Segundo Kozłowski & Pallardy (1996), o déficit hídrico reduz a fotossíntese pelo fechamento dos estômatos, diminuindo a eficiência do processo de fixação de carbono, suprimindo a formação e expansão foliar, podendo induzir a queda das folhas.

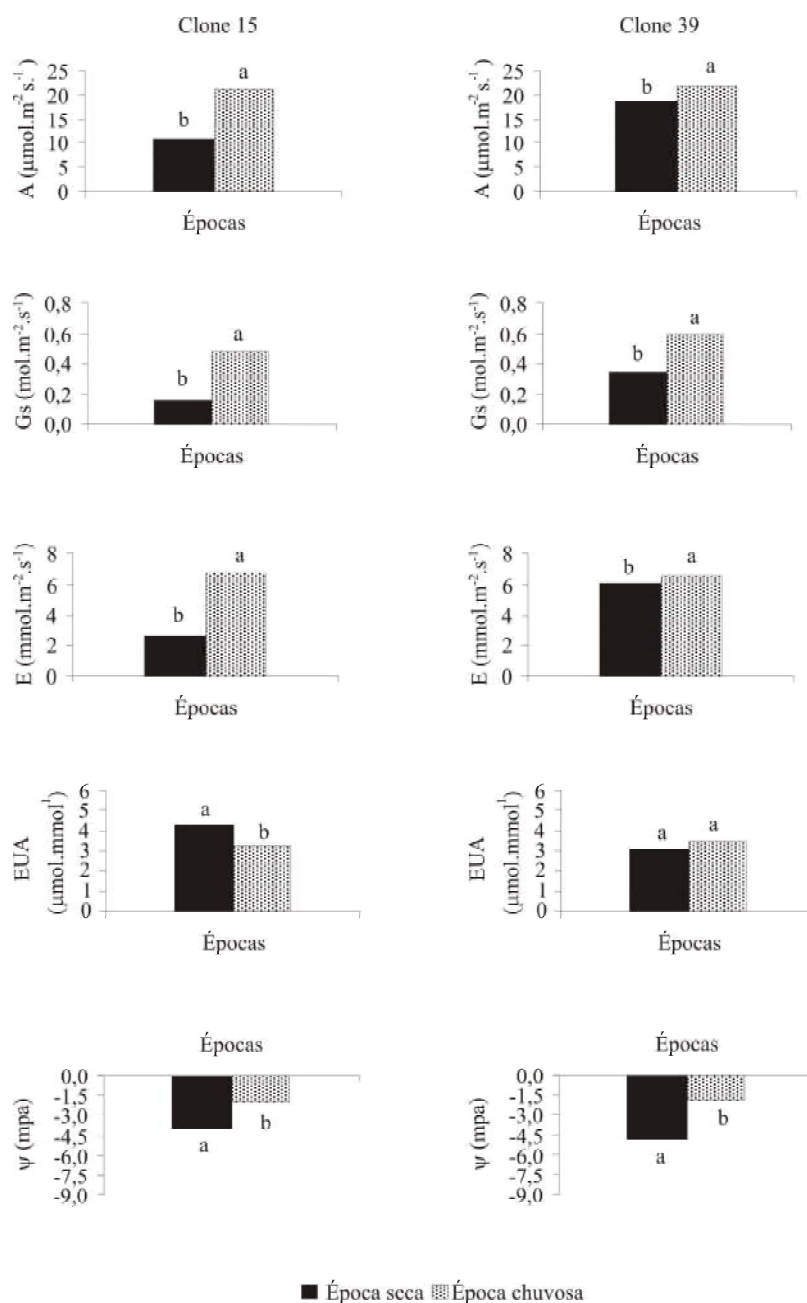
A transpiração seguiu a mesma tendência da condutância estomática, apresentando diferença estatística entre as épocas para cada clone. Na época chuvosa as plantas apresentaram maior transpiração em relação à época seca. Pode-se explicar este fato, pela ocorrência do excedente hídrico, disponibilizando considerável quantidade de água no solo na época chuvosa, enquanto na época seca, não havia disponibilidade suficiente de água no solo para os clones manterem altas taxas de transpiração. Segundo Kozłowski

& Pallardy (1996), folhas de plantas crescendo em períodos secos desenvolvem mecanismos que evitam a perda excessiva de água por transpiração. A redução da transpiração é um mecanismo que ajuda a reduzir a rápida exaustão da água no solo pelas plantas (LARCHER, 2004).

Durante as épocas os clones tiveram respostas diferentes para a eficiência no uso da água. Percebe-se, que o clone 15 apresentou maior eficiência durante a época seca, em comparação a época chuvosa, enquanto o clone 39, não apresentou diferença estatística entre as épocas, registrando valores semelhantes. Segundo Larcher (2004), a eficiência no uso da água muda quando as condições para a difusão do CO₂ ou da água são alteradas. Quando os estômatos estão totalmente abertos, a absorção de CO₂ é mais limitada pela resistência de transferência do que a perda de água por transpiração. A melhor relação entre absorção de CO₂ e perda de água é alcançada quando os estômatos estão parcialmente fechados. Esta situação pode ser demonstrada no início da deficiência hídrica, quando os dois processos de difusão são prontamente reduzidos e a relação fotossíntese/transpiração atinge os maiores valores.

O potencial hídrico foliar antemanhã, também apresentou diferenças estatísticas entre as duas épocas, para cada clone. Na época chuvosa os clones apresentaram maiores valores de potencial hídrico foliar antemanhã, em comparação aos valores encontrados na época seca. A redução do potencial hídrico na época seca causada pelo déficit hídrico no solo, indica que a planta está numa condição em que as células estão sofrendo desidratação do protoplasma, o que prejudica todos os seus processos vitais (KOZŁOWSKI & PALLARDY, 1996; LARCHER, 2004). Quando o potencial hídrico foliar é reduzido, a taxa fotossintética pode ser diminuída na mesma proporção. Segundo Kozłowski & Pallardy (1996), é difícil estabelecer um potencial hídrico foliar no qual a fotossíntese começa a decrescer porque esse valor varia com a espécie, genótipo, habitat, histórico da planta e as condições ambientais predominantes.

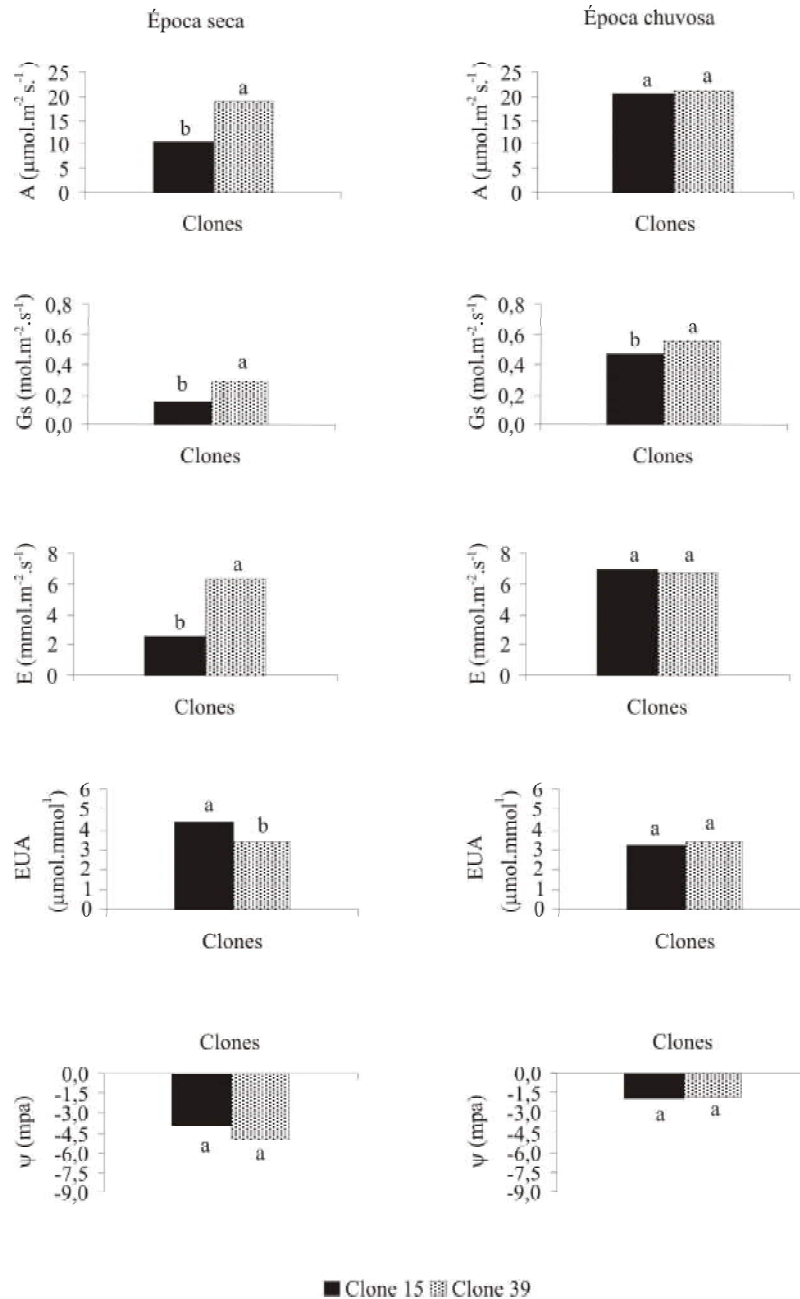
Observa-se na Figura 4 a avaliação das trocas gasosas e do potencial hídrico foliar antemanhã entre os clones de eucalipto em cada época estudada. Nota-se entre os clones na época seca que as trocas gasosas diferiram estatisticamente. O clone 39 nesta época alcançou valores de fotossíntese líquida, condutância estomática e transpiração superiores aos apresentados pelo clone 15, enquanto que a eficiência no uso da água foi inferior. Em termos de competição, isto indica que o clone 39, provavelmente pode alcançar maior crescimento, podendo



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

Figura 3 – Fotossíntese líquida (A), condutância estomática (Gs), transpiração (E) e eficiência no uso da água (EUA) realizado às 10:00 horas e potencial hídrico foliar antemanhã (ψ) de um plantio de plantas de dois clones de eucalipto na região de Itauninhas, na época seca e chuvosa.

Figure 3 – Liquid photosynthesis (A), stomatal conductance (Gs), transpiration (E) and efficiency in use of the water (WUE) accomplished at 10:00 o'clock a.m. and of the leaf water potential (ψ) of two eucalyptus clones in the region of Itauninhas, in dry and rainy season.



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

Figura 4 – Fotossíntese líquida (A), condutância estomática (Gs), transpiração (E) e eficiência no uso da água (EUA) realizado às 10:00 horas e potencial hídrico foliar antemanhã (ψ) de um plantio de plantas de dois clones de eucalipto na região de Itauninhas, na época seca e chuvosa.

Figure 4 – Liquid photosynthesis (A), stomatal conductance (Gs), transpiration (E) and efficiency in use of the water (WUE) accomplished at 10:00 o'clock a.m. and of the leaf water potential (ψ) of two eucalyptus clones in the region of Itauninhas, in dry and rainy season.

ser uma estratégia que possibilite seu estabelecimento no campo sob deficiência hídrica, apesar de possuir menor eficiência no uso da água em condições de deficiência hídrica no solo. Lima et al. (2003), analisando as trocas gasosas em cinco espécies de *Eucalyptus* (*E. grandis*, *E. urophylla*, *E. camaldulenses*, *E. torelliana* e *E. pharotrica*), submetidas ao aumento na concentração de CO₂ e a interação com o estresse hídrico, observaram que as taxas de fotossíntese, condutância estomática e transpiração apresentaram comportamento diferenciado entre as espécies nas plantas submetidas ao déficit hídrico. Para o potencial hídrico foliar antemanhã na época seca os clones não apresentaram diferenças estatísticas, obtendo teores de água nas folhas semelhantes.

Na época chuvosa, entretanto, os clones tiveram respostas das variáveis fisiológicas mais semelhantes. A única variável medida que apresentou diferença estatística entre os clones foi a condutância estomática. O clone 39 apresentou maior abertura dos estômatos em relação ao clone 15. Essa diferença não foi suficiente para promover variações nas outras variáveis avaliadas, tanto é que para a fotossíntese líquida, transpiração, eficiência no uso da água e potencial hídrico foliar, não foi verificada diferença estatística, registrando valores semelhantes.

3.3 Variação diurna das condições climáticas e seus efeitos sobre as trocas gasosas

Na Figura 5, estão apresentadas as variáveis das trocas gasosas estudadas nos clones de eucalipto, ao longo dos horários das medições realizadas durante um dia, na época seca e chuvosa. Observe que na época seca a fotossíntese foi reduzida em relação à época chuvosa em todos os horários ao longo do dia para ambos os clones, devido à ocorrência do déficit hídrico no solo. Às 8:00 horas da manhã durante a época seca os clones apresentaram máxima assimilação de CO₂ com 17,12 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ para o clone 15 e 21,14 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ para o clone 39, reduzindo-se a partir deste horário até o entardecer. Na época chuvosa os clones 15 e 39, apresentaram maiores valores das taxas fotossintéticas também às 8:00 horas com 23,90 e 22,97 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, respectivamente, enquanto os menores valores foram encontrado às 12:00 horas para o clone 15 com 19,82 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ e às 16:00 horas para o clone 39 com 19,47 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

Os clones apresentaram maior abertura estomática durante a época chuvosa em relação à época seca em

todos os horários ao longo do dia, com expressivas variações (Figura 5). À medida que o déficit hídrico é imposto na época seca, ocorre redução na condutância estomática. Nesse sentido, a interação da deficiência hídrica com outros fatores do ambiente, como altas intensidades luminosas, déficit de pressão de vapor e temperaturas elevadas e baixas umidades do ar podem, também, contribuir para o fechamento parcial dos estômatos.

Dessa forma, torna-se oportuno observar que as variáveis fisiológicas estudadas acompanharam a demanda evaporativa da atmosfera. O aumento do déficit pressão de vapor, da radiação solar incidente, da temperatura do ar e o abaixamento da umidade relativa no período da tarde, favoreceu a redução dos valores das trocas gasosas (Figuras 6 e 7).

Os menores valores de condutância estomática para os clones 15 e 39 nas épocas seca e chuvosa foram encontrados no período da tarde. Verifica-se então, na Figura 3, a diferença entre os menores valores de condutância estomática obtidos pelo clone 39, nas duas épocas, no horário das 14:00 horas, quando o estresse se tornou mais acentuado para as plantas. Este clone, atingiu valores de condutância estomática de 0,1842 $\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ na época seca e 0,4092 $\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ na época chuvosa, demonstrando que o eucalipto exerce controle estomático eficiente em condições de limitado suprimento hídrico de água no solo. Almeida & Soares (2003) relataram que clones de *Eucalyptus grandis* exerceram controle estomático eficiente em condições de baixa disponibilidade de água no solo, em uma microbacia na região de Aracruz, no Estado do Espírito Santo. Por outro lado, no período da manhã no horário das 8:00 horas, foi observado maior abertura estomática para os clones nas duas épocas (seca e chuvosa), já que os efeitos das variáveis climáticas eram menos estressantes.

A transpiração foi maior durante a época chuvosa em relação a época seca ao longo dos horários das medições realizadas para os dois clones (Figura 5). As máximas transpirações nos clones ocorreram em diferentes horários durante a época seca. O clone 15 registrou maior perda de água na folha às 12:00 horas, com 3,12 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, enquanto o clone 39 às 10:00 horas apresentava 5,96 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Na época chuvosa os horários de máximas transpirações inverteram-se entre os clones, apresentando o clone 15 às 10:00 horas valores de 6,68 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, e o clone 39 registrando às 12:00 horas, 8,36 $\text{mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$.

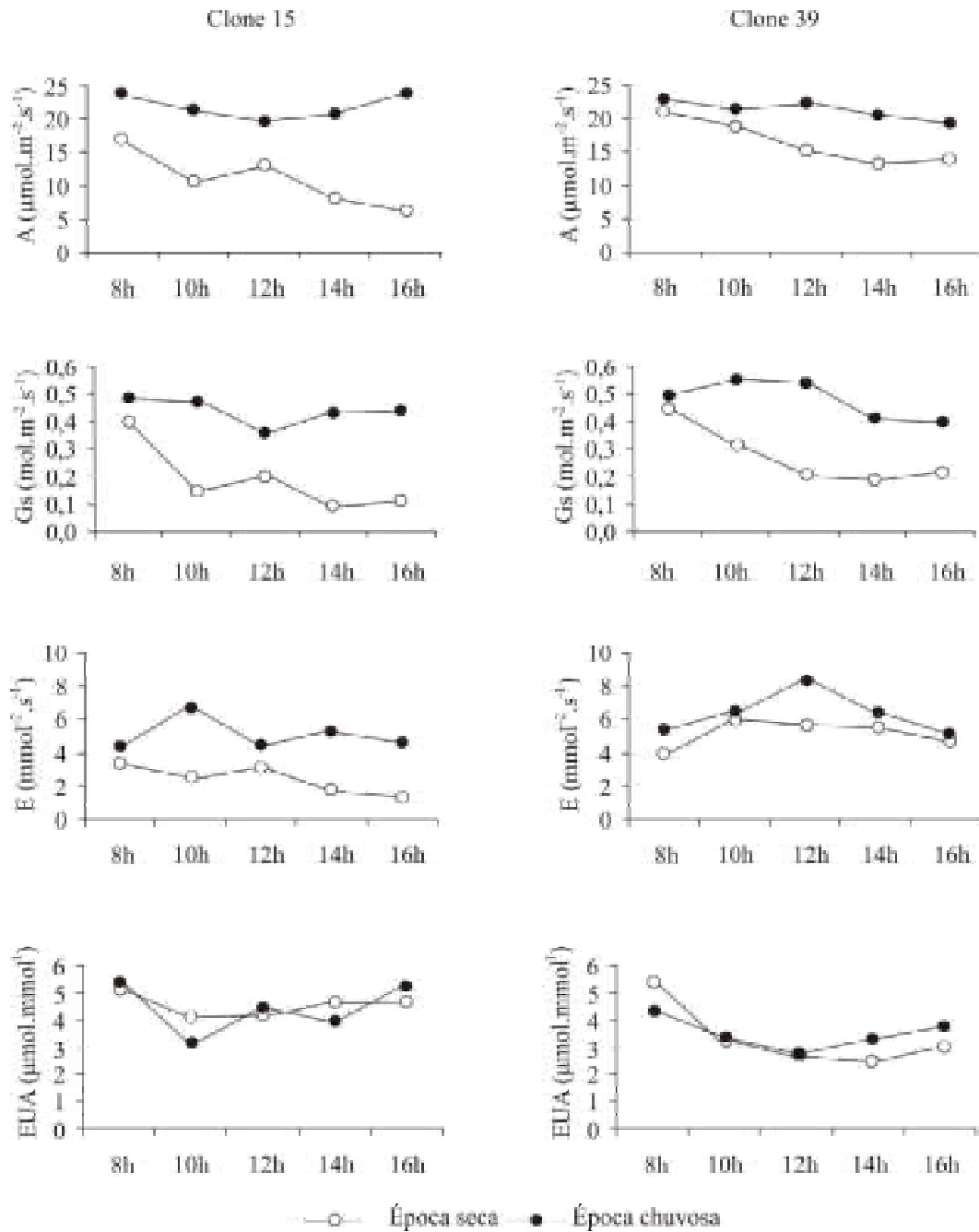


Figura 5 – Fotossíntese líquida (A), condutância estomática (Gs), transpiração (E) e eficiência no uso da água (EUA) ao longo de um dia de um dia característico da época seca e chuvosa para os clones 15 e 39 em um plantio de na região de Itauninhas.

Figure 5 – Liquid photosynthesis (A), stomatal conductance (Gs) and transpiration (E) and efficiency in use of the water (WUE) along the day in a characteristic day of the dry and rainy season for clones 15 and 39 in an eucalyptus plantation, in Itauninhas county.

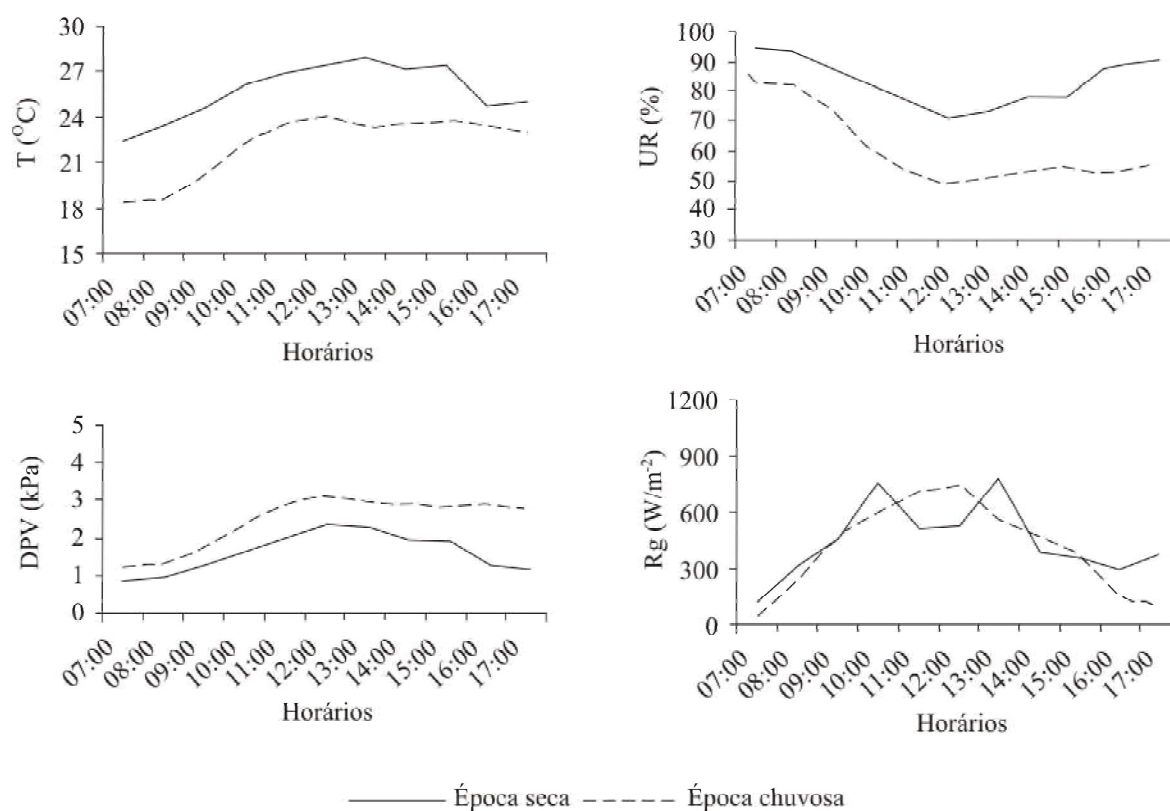


Figura 6 – Temperatura média do ar (T), umidade relativa média (UR), déficit pressão de vapor médio (DPV) e radiação solar incidente (Rg) ao longo de um dia característico da época seca e chuvosa na área de plantio do clone 15 na região de Itauninhas.

Figure 6 – Average air temperature (T), average relative humidity (UR), deficit pressure of medium steam (DPV) and incident solar radiation (Rg) along a characteristic day of dry and rainy season of clone 15, in Itauninhas county.

A eficiência no uso de água sofreu pouca variação durante o curso diário nas épocas em cada clone. As máximas eficiências registradas para os dois clones, nas duas épocas ocorreram durante o período da manhã, no horário de 8:00 horas (Figura 5). O clone 15, apresentou durante as épocas seca e chuvosa valores de 5,11 e 5,38 $\mu\text{mol}\cdot\text{mmol}^{-1}$, respectivamente, enquanto o clone 39 nas mesmas épocas, registrava 5,33 e 4,27 $\mu\text{mol}\cdot\text{mmol}^{-1}$. Na natureza, a eficiência no uso da água é influenciada pelas

condições climáticas. Geralmente, a eficiência no uso da água alcança os maiores valores durante as primeiras horas do período da manhã, quando o ar contém grande quantidade de vapor d'água e há radiação suficiente para atingir a capacidade fotossintética. Nas horas seguintes, a eficiência no uso da água declina, quando a folha é fortemente aquecida, a umidade do ar diminui e as correntes turbulentas do ar promovem a evaporação (LARCHER, 2004).

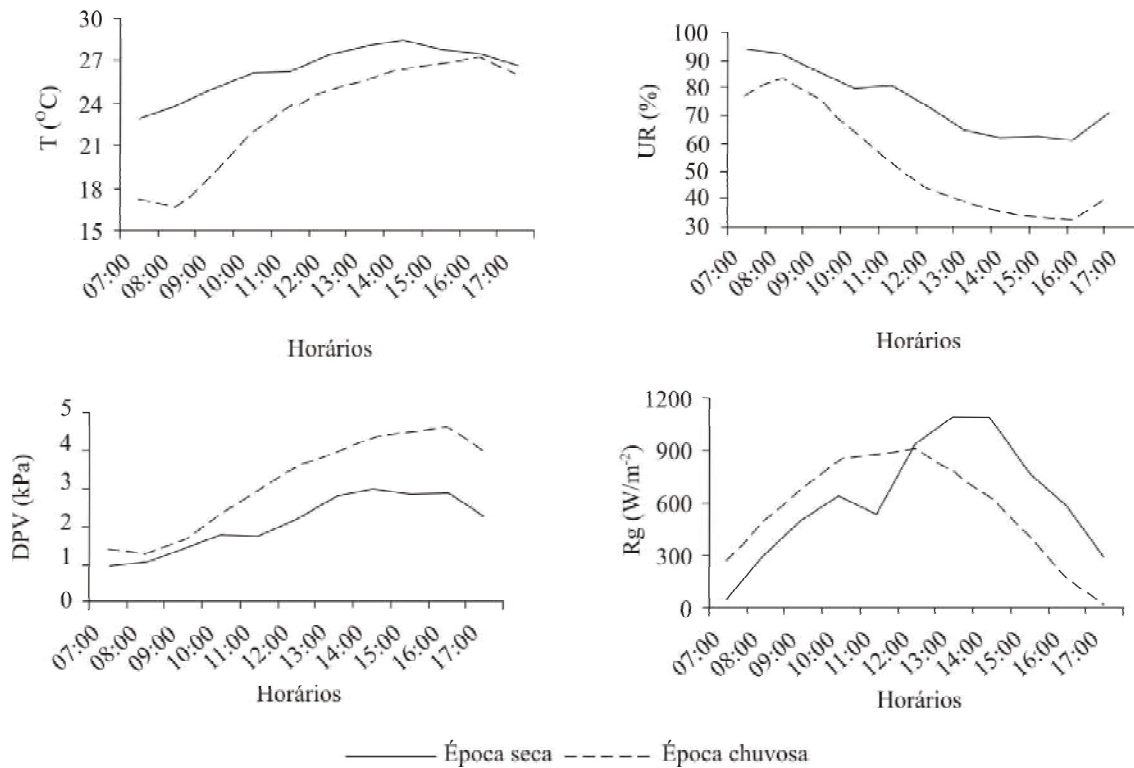


Figura 7 – Temperatura média do ar (T), umidade relativa média (UR), déficit pressão de vapor médio (DPV) e radiação solar incidente (Rg) ao longo de um dia característico da época seca e chuvosa na área de plantio do clone 39 na região de Itauninhas.

Figure 7 – Average air temperature (T), average relative humidity (UR), pressure deficit of medium steam (DPV) and incident solar radiation (Rg) along a characteristic day of dry and rainy season of clone 39, in Itauninhas county.

4 CONCLUSÕES

Os clones apresentaram diferentes respostas de comportamento das trocas gasosas e do potencial hídrico foliar nas duas épocas estudadas.

Os clones 15 e 39 apresentaram maiores valores da taxa fotossintética, condutância estomática, transpiração e do potencial hídrico foliar na época chuvosa, em virtude do excedente hídrico no solo, enquanto que na época seca a deficiência hídrica promoveu redução dessas variáveis fisiológicas. O clone 15 apresentou maior eficiência no uso da água na época seca em comparação a época chuvosa.

O clone 39 apresentou maiores valores da fotossíntese líquida, condutância estomática e transpiração em comparação ao clone 15, na época seca, enquanto sua eficiência no uso da água foi inferior, indicando ser o clone que provavelmente pode alcançar maior produtividade, mas sua estratégia em economia de água, apresentou uma menor eficiência.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, A. C.; SOARES, J. V. Comparação entre uso de água em plantações de *Eucalyptus grandis* e floresta ombrófila densa (Mata Atlântica) na costa leste do Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 159-170, 2003.
- BARLOW, E. W. R. Water relations of the mature leaf. In: DALE, J. E.; MILTHORPE, F. L. (Eds.). **The growth and functioning of leaves**. Cambridge: University of Cambridge, 1983. p. 315-345.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.
- KOSLOWSKI, T. T.; PALLARDY, S. G. **Physiology of woody plants**. 2. ed. San Diego: [s.n.], 1996. 411 p.
- KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils**. San Diego: Academic, 1995. 495 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2004. 531 p.

LIMA, W. P.; JARVIS, P.; RHIZOPOULOU, S. Stomatal responses of eucalyptus species to elevated CO₂ concentration and drought stress. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 2, p. 231-238, 2003.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia fundamentos e aplicações**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

PEREIRA, J. S.; TENHUNEN, J. D.; LANGE, O. L. 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.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO MATEUS. **Relatório técnico**. Disponível em: <www.saomateus.es.gov.br/coordenacao/noticias12.htm>. Acesso em: 15 nov. 2006.

SHOLANDER, P. F.; HAMMEL, H. T.; BRADSTREET, E. D.; HEMMINGSEN, E. A. Sap pressure in vascular plants. **Science**, Cambridge, v. 148, p. 339-346, 1965.

TAIZ, L. E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TENHUNEN, J. D.; PEARCY, R. W.; LARANCE, O. L. Diurnal variation in leaf conductance gas exchange in natural environments. In: ZEIGER, E.; FARQUHAR, G.; COWAN, I. (Eds.). **Stomatal function**. Stanford: Stanford University, 1987. p. 323-351.