

ESTUDO ECOFISIOLOGÓGICO DE CLONES DE EUCALIPTOS MANTIDOS IRRIGADOS: RESULTADOS PRELIMINARES

Sandro Dan Tatagiba⁽¹⁾; José Eduardo Macedo Pezzopane⁽²⁾; Edvaldo Fialho dos Reis⁽³⁾;

¹Doutorando em Produção Vegetal, UENF, Campos dos Goytacazes-RJ, sandrodantatagiba@yahoo.com.br

²Prof. Adjunto Deptº de Engenharia Rural, CCA-UFES, Alegre-ES, jemp@cca.ufes.br

³Prof. Adjunto Deptº de Engenharia Rural, CCA-UFES, Alegre-ES, edreis@cca.ufes.br

Resumo- O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar os aspectos ecofisiológicos das trocas gasosas (fotossíntese líquida, condutância estomática e transpiração) e o potencial hídrico foliar em seis clones de eucalipto (1, 2, 3, 4, 5 e 6), crescendo em vasos plásticos mantidos irrigados. As plantas cresceram nos vasos por um período de 150 dias, quando então, foram avaliadas as características ecofisiológicas. Os clones 2, 3, 4 e 6 formaram o grupo que apresentou maior taxa fotossintética e condutância estomática, em comparação ao grupo formado pelos clones 1 e 5, quando encontramos água facilmente disponível no solo. O clone 4, por sua vez, formou o grupo que apresentou maior transpiração, sugerindo elevado consumo de água, em relação aos grupos formados pelos clones 2, 3 e 6 e o grupo formado pelos clones 1 e 5, respectivamente.

Palavras-chave: eucalipto, fotossíntese, condutância estomática, transpiração, irrigação.

Área do Conhecimento: Ciências Agrárias

Introdução

As respostas das trocas gasosas às variações na disponibilidade de água no solo e na demanda evaporativa da atmosfera, não é um fenômeno universal. Nesse sentido, diferenças marcantes têm sido verificadas entre diferentes espécies e/ou procedências de eucalipto (FLORENCE, 1996).

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 (TAIZ & ZEIGER, 2004)

Medições do potencial hídrico foliar podem, também, fornecer informações que permitam 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). 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).

Dessa forma, objetivou-se neste trabalho, estudar o comportamento ecofisiológico das

trocas gasosas (fotossíntese líquida, condutância estomática e transpiração), e o potencial hídrico foliar de seis clones de eucalipto mantidos irrigados, com umidade próxima a capacidade de campo.

Materiais e Métodos

O experimento foi realizado no período de fevereiro a junho 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 seis clones comerciais de eucalipto produzidas pela Aracruz Celulose S.A. 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, por um período de 150 dias, para posterior avaliação do comportamento ecofisiológico.

A irrigação nos vasos foi realizada a partir da instalação de um sistema de irrigação por gotejamento, utilizando-se dois gotejadores autocompensantes por vaso, com vazão de 4,5 L h⁻¹. No início do experimento os vasos foram submetidos à saturação por água durante 3 dias consecutivos, durante 6 horas por dia, e logo depois à drenagem livre, por um período de 24 horas, até o total cessamento e estabilização da umidade volumétrica na capacidade de campo, quando foi feito o transplante das mudas. O monitoramento do teor de umidade do substrato nos vasos 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. A calibração dos sensores foi realizada por meio de leituras simultâneas do teor de umidade do substrato, tomando-se o método termogravimétrico como padrão.

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. Durante o período experimental foram realizadas duas adubações de cobertura conforme recomendação de Silveira et al. (2001).

A curva de retenção de água do substrato, por secamento, foi determinada conforme Embrapa (1997), a partir de amostras deformadas, previamente peneiradas, que depois de saturadas por no mínimo 12 horas, foram levadas à câmara de pressão de Richards com placa porosa para estabilização, adotando-se um tempo não inferior a três dias e posterior determinação da umidade gravimétrica (U), correspondente às tensões de: 0,006; 0,010; 0,033; 0,08; 0,10; 0,30; 0,8 e 1,5 MPa, com três repetições. A umidade volumétrica (θ) para cada uma das tensões foi obtida pelo produto da umidade gravimétrica pela densidade do solo ($\theta = U \cdot D_s$). Os valores médios de umidade volumétrica na curva de retenção do substrato foram ajustados utilizando-se o modelo matemático proposto por Van Genuchten (1980), conforme pode ser observado na Figura 1.

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

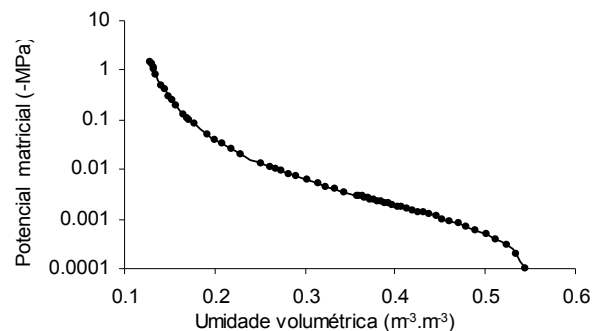


Figura 1- Curva de retenção de água no substrato.

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, utilizando-se a equação 1:

$$AD = CC - PMP \quad (1)$$

A lâmina de irrigação (L) para os vasos mantidos com a umidade do substrato próxima à capacidade de campo, foi calculada pela equação 2:

$$L = [(CC - U_a) / 10] \times D_s \times Z \quad (2)$$

Sendo: L - Lâmina de irrigação em mm, CC- umidade na capacidade de campo, % em peso, U_a- umidade atual do substrato, % em peso estabelecido em 27,2% para reinício das irrigações, D_s- densidade do substrato, em g cm⁻³ e Z- profundidade do sistema radicular, em cm. Para transformar a lâmina de irrigação (L) em volume (L/vaso), multiplicou-se L pela área do vaso (0,139 m²). A densidade do substrato (D_s) foi realizada pelo método da proveta, conforme Embrapa (1997), obtendo-se valor de 1,18 g cm⁻³.

As lâminas de irrigação aplicadas foram estabelecidas no tempo, de acordo com crescimento da planta e pelo acompanhamento do desenvolvimento do sistema radicular, utilizando-se as profundidades de 30 cm e 55 cm (Z), para o cálculo. A primeira e a segunda lâmina de irrigação foram aplicadas durante um período de 70 e 80 dias, respectivamente.

A irrigação total necessária (ITN), em mm, foi calculada pela equação 3:

$$ITN = L / E_a \quad (3)$$

Sendo: L- Lâmina de irrigação, em mm e E_a- eficiência de aplicação da irrigação, a qual foi utilizada 90%.

O tempo (T) de irrigação, em horas, foi determinado pela equação 4 :

$$T = ITN / n \times q \quad (4)$$

Sendo: ITN- irrigação total necessária, em mm; n- número de gotejadores por vaso e q- vazão do gotejador, L h⁻¹.

Na superfície de quatro folhas totalmente expandidas na parte externa do terço superior da copa em uma única planta de cada clone, foram avaliadas a fotossíntese líquida, a condutância estomática, a transpiração 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. As medições foram realizadas em um único horário durante os dias 15 e 16 de junho, às 10:00.

Para a determinação do potencial hídrico foliar utilizou-se uma bomba de pressão, em uma folha totalmente expandida de três plantas de cada clone, localizadas na parte externa, do terço superior do dossel. Avaliou-se, em único horário durante o dia, às 4:30 (antemanhã).

Os dados experimentais das trocas gasosas e do potencial hídrico foliar antemanhã foram submetidos à análise de variância, e quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando software o SAEG.

A escolha do horário deveu-se ao fato de que as plantas alcançam maior taxa na assimilação do carbono, 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 delineamento estatístico adotado foi o inteiramente casualizado. Foram utilizadas quatro repetições para as trocas gasosas e três para potencial hídrico foliar.

Resultados

Para a fotossíntese (Figura 2), de acordo com o teste de Scott-Knott, foram formados dois grupos. Os clones 2, 3, 4 e 6 não apresentaram diferença estatística entre si, formando o grupo que apresentou maior assimilação do CO_2 com média em torno de $17,32 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. Por outro lado, os clones 1 e 5 formaram o grupo com a menor taxa fotossintética, com média de $10,04 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, representando uma redução de 39,6%.

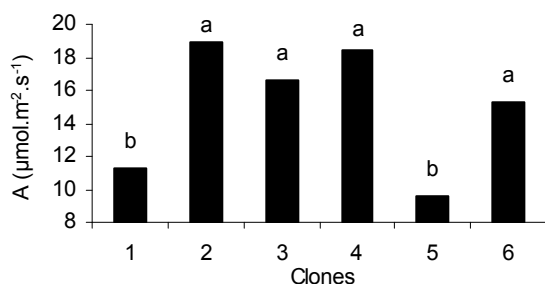


Figura 2- Fotossíntese líquida (A) das plantas dos seis clones de eucalipto estudado.

A condutância estomática apresentou resultado do teste de médias semelhante aos encontrados para a fotossíntese, formando dois grupos, representados pelos mesmos clones verificados na fotossíntese (Figura 3).

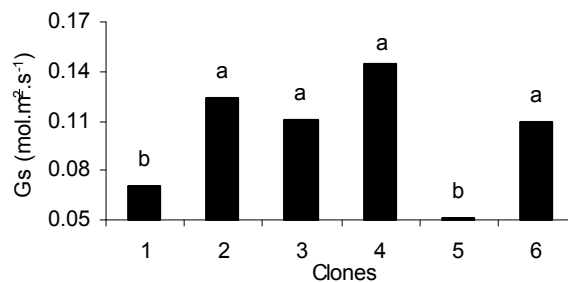


Figura 3- Condutância estomática (Gs) das plantas dos seis clones de eucalipto estudado.

Os clones 2, 3, 4 e 6 formaram o grupo que apresentou maior abertura estomática, com média de $0,1220 \text{ mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$. O grupo formado pelos clones 1 e 5 registrou a menor abertura dos estômatos, com $0,0612 \text{ mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, verificando redução de 49,8%.

Na transpiração foram formados três grupos de clones (Figura 4). O clone 4 formou o grupo que apresentou maior perda de água pelas folhas. Os clones 2, 3 e 6 formaram o grupo intermediário, enquanto os clones 1 e 5 formaram o grupo que apresentou menor taxa transpiratória. As reduções encontradas para a transpiração foram de 21,1 e 53,3% para o grupo intermediário e o que apresentou menor transpiração, respectivamente.

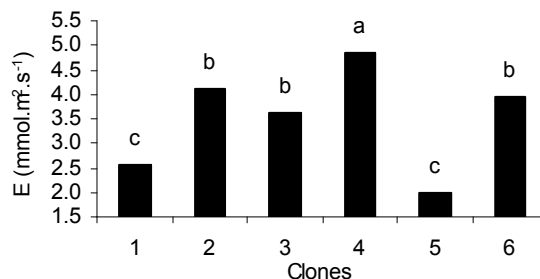


Figura 4- Transpiração (E) das plantas dos seis clones de eucalipto estudado.

Para o potencial hídrico foliar antemanhã (Figura 5), não foi apresentada diferença estatística entre os clones, mostrando que todos pertencem ao mesmo grupo, não havendo diferença entre eles.

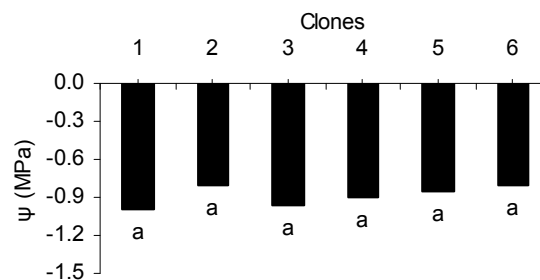


Figura 5- Potencial hídrico foliar antemanhã (ψ) das plantas dos seis clones de eucalipto estudado.

Discussão

A maior abertura estomática apresentada pelo grupo formado pelos clones 2, 3, 4 e 6 contribuiu para a maior assimilação de CO₂, levando aos maiores valores da taxa fotossintética, indicando maior produtividade primária em relação ao grupo formado pelos clones 1 e 5.

Para a transpiração o clone 4, formou o grupo com maior consumo de água. Os clones 2, 3 e 6 formaram o grupo intermediário, enquanto os clones 1 e 5 formaram o grupo que apresentou menor taxa transpiratória.

Em uma manhã ensolarada, quando há água abundante e a radiação solar incidente nas folhas favorece a atividade fotossintética, cresce a demanda por CO₂ e os estomáticos se abrem, diminuindo a resistência estomática à difusão de CO₂. A perda de água por transpiração é também substancial em tais condições, mas, uma vez que o suprimento hídrico é abundante, é vantajoso para a planta intercambiar a água por produtos da fotossíntese, essenciais ao crescimento e reprodução (TAIZ & ZEIGER, 2004). Inoue & Ribeiro (1988), estudando clones de *Eucalyptus grandis* e *saligna*, demonstraram que em clones que apresentaram alto potencial fotossintético foram também os que alcançaram as maiores taxas de transpiração.

O potencial hídrico foliar antemanhã, mostrou que todos os clones pertenciam ao mesmo grupo, não havendo diferença entre as plantas mantidas irrigadas. Chaves et al., (2004), em clones jovens de eucalipto plenamente irrigadas, verificou que o potencial hídrico foliar antemanhã variou de -0,25 a -0,35 MPa. Nota-se, que os resultados foram menores do que os apresentados por Chaves et al., (2004).

Kozlowski & Pallardy (1996), relataram que 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 condições ambientais predominantes.

Conclusão

O grupo formado pelos clones 2, 3, 4 e 6 apresentou maior valor da taxa fotossintética e da condutância estomática quando mantido irrigado, evidenciando poder atingir maior produtividade primária, em relação ao grupo formado pelos clones 1 e 5.

O clone 4 formou o grupo que apresentou maior perda de água pela transpiração, sugerindo elevado consumo hídrico, quando a água é facilmente disponibilizada no solo, enquanto o grupo formado pelos clones 2, 3 e 6 apresentou valor intermediário de transpiração e o grupo

formado pelos clones 1 e 5 apresentou o menor valor.

Referências

- CHAVES, J.H. **Crescimento, fotossíntese e relações hídricas de clones de eucalipto sob diferentes regimes hídricos**. Viçosa: UFV, 2001. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 1997.212p.
- FLORENCE, R.G. **Ecology and silviculture of eucalypt forest**. Collingwood: CSIRO, 1996. 413p.
- INOUE, M.T.; RIBEIRO, F.A. Fotossíntese e transpiração em *Eucalyptus grandis* e *saligna*. **IPEF**, n.40, p.15-20, 1988.
- KRAMER, P.J.; BOYER, J.S. **Water relations of plants and soils**. San Diego: Academic Press, 1995. 495p.
- KOSLOWSKI, T.T.; PALLARDY, S.G. **Physiology of woody plants**, 2.ed. San Diego, 1996, 411p.
- SILVEIRA, R.L.V.A; HIGASHI, E.N.; SGARBI, F, et al. Seja o doutor do seu eucalipto. **Arquivo do agrônomo**. São Paulo. Potafos, n.12, p.1-32, 2001.
- TAIZ, L., ZEIGER E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artemed, 2004. 719p.
- VAN GENUCHTEN, M.T. A closed-form for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v.41, p.892-898,1980.