

# VARIAÇÃO SAZONAL DO CO<sub>2</sub> INTERCELULAR NAS FOLHAS DE POVOAMENTO CLONAL DE EUCALIPTO: RESPOSTAS FOTOSSINTÉTICAS E ESTOMÁTICAS

*Sandro Dan Tatagiba*<sup>(1)</sup>; *José Eduardo Macedo Pezzopane*<sup>(2)</sup>;

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

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

**Resumo-** O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar a variação sazonal da concentração intercelular do CO<sub>2</sub>, da taxa fotossintética e da condutância estomática nas folhas de um povoamento clonal de eucalipto estabelecido no campo, em duas épocas ao longo do ano (época chuvosa e seca). O experimento foi conduzido em área de fomento florestal da Aracruz Celulose S.A na região de Itauninhas distrito da cidade de São Mateus, localizado no estado do Espírito Santo. Durante a época seca quando o solo apresentava deficiência hídrica, a menor abertura dos estômatos contribuiu para a redução dos valores da concentração de CO<sub>2</sub> intercelular nas folhas, levando a uma menor taxa fotossintética das plantas. Contrariamente, durante época chuvosa, quando se dispunha de excedente hídrico no solo, a abertura estomática apresentou-se maior, permitindo maior entrada de CO<sub>2</sub> e contribuindo para aumentos na concentração intercelular de CO<sub>2</sub> nas folhas o que favoreceu incrementos nas taxas fotossintéticas das plantas.

**Palavras-chave:** eucalipto, dióxido de carbono, fotossíntese, condutância estomática.

**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias

## Introdução

O CO<sub>2</sub> difunde-se da atmosfera para as folhas, primeiramente, por meio dos estômatos, depois através dos espaços intercelulares, e finalmente, para as células e cloroplastos. Na presença adequada de quantidades de luz, as concentrações mais altas de CO<sub>2</sub> sustentam taxas fotossintéticas maiores. O inverso também é verdadeiro, ou seja, a concentração menor de CO<sub>2</sub> pode limitar a taxa fotossintética (TAIZ & ZEIGER, 2004).

O dióxido de carbono é um gás traço na atmosfera, sendo responsável por cerca de 0,037% ou 370 partes por milhão (ppm) do ar. A expressão da taxa fotossintética como uma função da pressão parcial de CO<sub>2</sub> no espaço intercelular (C<sub>i</sub>) dentro da folha possibilita avaliar as limitações à fotossíntese impostas pelo suprimento de CO<sub>2</sub> em relação à abertura estomática em diferentes épocas do ano.

Em plantas de metabolismo C<sub>3</sub> como o eucalipto, o aumento de CO<sub>2</sub> acima do ponto de compensação estimula a taxa fotossintética em um amplo espectro de concentração. Sob concentrações baixas de CO<sub>2</sub> a intermediárias, a fotossíntese é limitada pela capacidade de carboxilação da rubisco (LARCHER, 2004). Ao regular a condutância estomática, a maioria das folhas parece regular sua C<sub>i</sub> (pressão parcial interna de CO<sub>2</sub>), de tal modo que a assimilação fotossintética seja comprometida (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Dessa forma, objetivou-se neste trabalho estudar a variação sazonal da concentração de CO<sub>2</sub> nos espaços intercelulares (C<sub>i</sub>), a taxa fotossintética e a condutância estomática nas folhas de um povoamento clonal de eucalipto em condições de campo, em duas épocas ao longo do ano (época chuvosa e seca) com diferentes disponibilidades hídricas no solo.

## Materiais e Métodos

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. Foi utilizado o clone comercial de elite produzido pela Aracruz Celulose S.A, identificados como 39. O plantio do clone 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 13,34m e 10,25cm, 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 (RELATÓRIO TÉCNICO DA PREFEITURA

MUNICIPAL DE SÃO MATEUS, 2006). O solo da região é classificado como latossolo (EMBRAPA, 1999),

Para obtenção das variáveis microclimáticas, para a confecção do balanço hídrico, 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).

Foi calculado o balanço hídrico da região de Itauninhas, segundo Pereira et al. (2002), proposto por Thornthwaite & Mather (1955), a fim de determinar a variação do armazenamento de água no solo ao longo do ano, caracterizando as duas épocas chuvosa e seca. Assim, possibilitando, a identificação dos períodos de deficiência e excedente hídrico durante as campanhas fisiológicas das trocas gasosas. A evapotranspiração potencial para o cálculo do balanço hídrico foi estimada pelo método simplificado de Camargo (1962).

O período experimental foi subdividido no tempo em duas campanhas fisiológicas de campo, onde foram realizadas as medições das trocas gasosas nas duas épocas (chuvosa e seca) para o clone 39.

Durante a época seca foi realizada a primeira campanha fisiológica de campo no dia 2 de julho de 2003, enquanto, na época chuvosa, foi realizada a segunda campanha, no dia 5 de março de 2004, para o clone estudado.

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 e a concentração intercelular de CO<sub>2</sub>, com auxílio 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 leituras foram realizadas em cinco horários durante o dia, às 8:00, 10:00, 12:00, 14:00 e 16:00 horas.

## Resultados

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.

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).

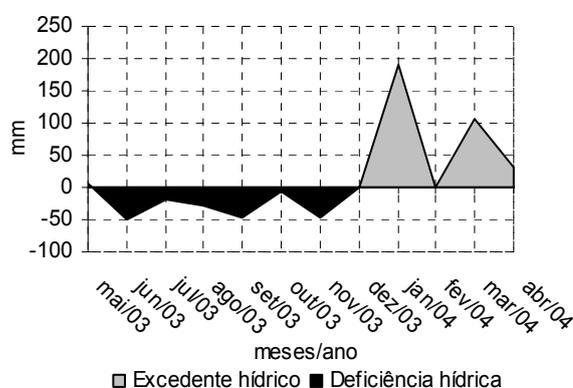


Figura 1- Balanço hídrico climatológico da região de Itauninhas no Estado do Espírito Santo, no período de maio de 2003 a abril de 2004.

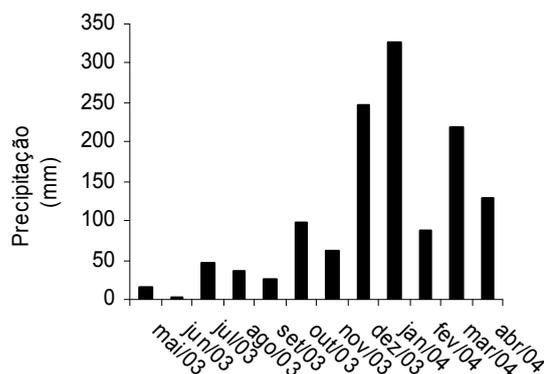


Figura 2- Precipitação pluviométrica da região de Itauninhas no Estado do Espírito Santo, no período de maio de 2003 a abril de 2004.

Na Figura 3 é observada a concentração de CO<sub>2</sub> intercelular encontrada ao longo dos horários durante o dia nas folhas do clone estudado. Nota-se que durante a época chuvosa a concentração intercelular de CO<sub>2</sub> nas folhas foi superior à encontrada durante a época seca.

Percebe-se que a fotossíntese líquida e a condutância estomática foram superiores ao

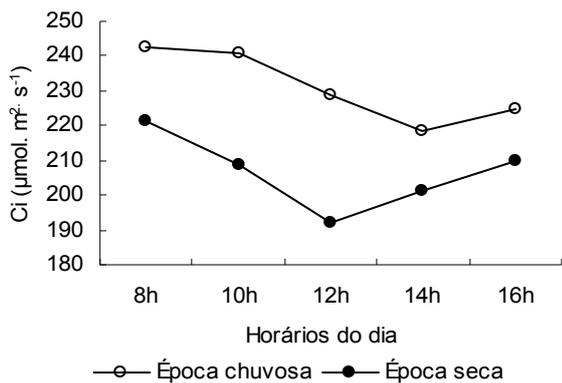


Figura 3- Concentração de CO<sub>2</sub> nos espaços intercelulares (Ci) ao longo do dia nas folhas do clone de eucalipto estudado, nas épocas seca e chuvosa.

longo de todo o dia durante a época chuvosa, quando comparada com a época seca (Figuras 4 e 5, respectivamente). A maior abertura estomática na época chuvosa contribuiu para maiores concentrações de CO<sub>2</sub> intercelular nas folhas, beneficiando a carboxilação da rubisco, e

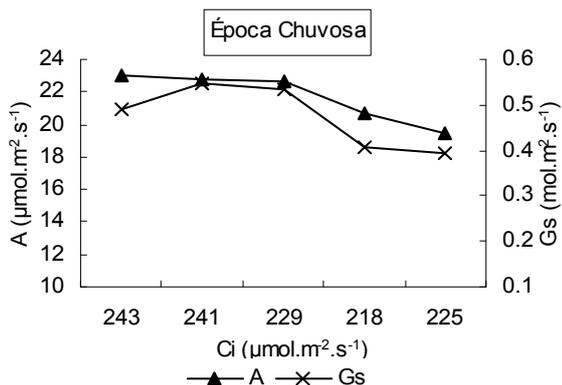


Figura 4- Fotossíntese líquida (A), condutância estomática (Gs) e concentração de CO<sub>2</sub> nos espaços intercelulares (Ci) ao longo do dia durante a época chuvosa.

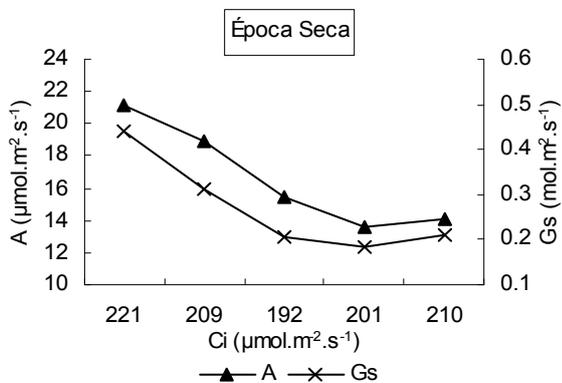


Figura 5- Fotossíntese líquida (A), condutância estomática (Gs) e concentração de CO<sub>2</sub> nos espaços intercelulares (Ci) ao longo do dia durante a época seca.

por sua vez, aumentando a assimilação fotossintética de carbono pelas plantas, enquanto que na época seca devido à deficiência hídrica encontrada no solo, os estômatos apresentaram uma menor abertura, diminuindo a concentração de CO<sub>2</sub> intercelular nas folhas, e assim, reduzindo as taxas fotossintéticas.

É apresentada nas Figuras 6, 7 e 8, respectivamente, a temperatura, a umidade relativa e a radiação solar global ao longo dos

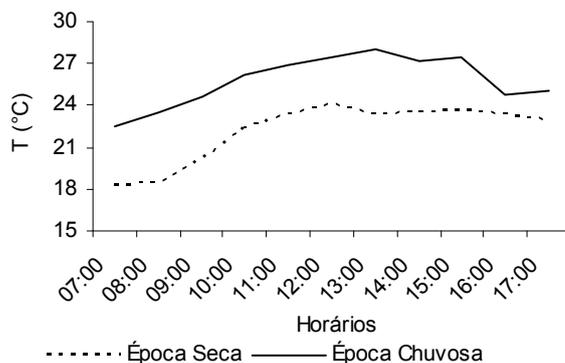


Figura 6- Temperatura média ao longo do dia durante as campanhas de campo na época seca e chuvosa.

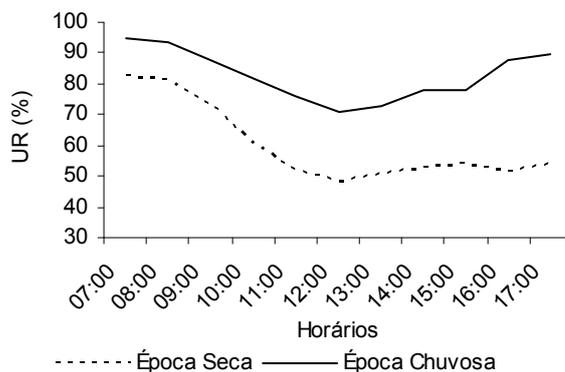


Figura 7- Umidade relativa média ao longo do dia durante as campanhas de campo na época seca e chuvosa.

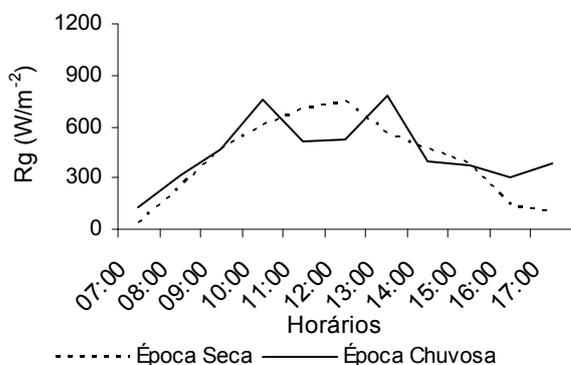


Figura 8- Radiação dólár global ao longo do dia durante as campanhas de campo na época seca e chuvosa.

dias em cada época estudada. Nota-se que as condições da demanda evaporativa do ar, na época seca eram mais estressantes para as plantas quando comparada com a época chuvosa. O aumento da radiação solar incidente, da temperatura do ar e o abaixamento da umidade relativa após o período da manhã, nas duas épocas, favoreceram a redução da condutância estomática, da concentração intercelular de CO<sub>2</sub>, afetando negativamente a taxa fotossintética das plantas, apesar de um pequeno acréscimo na concentração de CO<sub>2</sub> intercelular no final da tarde.

## Discussão

Para a ocorrência da fotossíntese, o CO<sub>2</sub> precisa se difundir da atmosfera para a folha e para o sítio de carboxilação da rubisco. Como as taxas de difusão dependem de gradientes de concentração, gradientes apropriados são necessários para garantir difusão de CO<sub>2</sub> adequada da superfície foliar até o cloroplasto (TAIZ & ZEIGER, 2004).

O CO<sub>2</sub> penetra nos espaços intercelulares das folhas através dos estômatos, que impõe a principal barreira à difusão até sua assimilação fotossintética (LARCHER, 2004).

Dessa maneira, verifica-se que durante a época seca a menor abertura dos estômatos contribuiu para menores valores da concentração de CO<sub>2</sub> intercelular nas folhas das plantas de eucalipto, levando a uma menor taxa fotossintética, já que o solo encontrava-se em deficiência hídrica, o que seria uma estratégia para uma maior economia de água para as plantas. Ao contrário, durante a época chuvosa, quando se dispunha de água disponível para as plantas, a abertura estomática apresentou-se maior, permitindo maior entrada de CO<sub>2</sub> e contribuindo para aumentos na concentração intercelular de CO<sub>2</sub> nas folhas o que possibilitou incrementos nas taxas fotossintéticas das plantas.

Tatagiba (2006), estudando as características das trocas gasosas em seis clones de eucalipto para estabelecimento em áreas com disponibilidade diferenciada de água no solo, verificou que as plantas mantidas sob déficit hídrico apresentaram menor taxa fotossintética e menor abertura estomática, quando comparadas com as plantas irrigadas, mas não vez nenhum estudo em relação à concentração de CO<sub>2</sub> intercelular, presente nas folhas dos clones.

Os menores valores de condutância estomática e da taxa fotossintética foram encontrados no período da tarde, para as duas épocas, quando os efeitos das variáveis climáticas eram mais estressantes. Por outro lado, no período da manhã, no horário compreendido entre 8:00 e 10:00 horas, onde os

efeitos das variáveis climáticas encontravam-se menos estressantes, as plantas apresentaram maior abertura estomática, o que permitiu maior entrada de CO<sub>2</sub> intracelular contribuindo para maiores taxas de fotossíntese. A demanda evaporativa da atmosfera tem indicado ser um efeito altamente significativo sobre a condutância estomática, em plantas lenhosas (BALDOCHI et al., 1991),

## Conclusão

A deficiência hídrica apresentada durante a época seca contribuiu para redução da abertura estomática, diminuindo a concentração de CO<sub>2</sub> intercelular nas folhas do clone de eucalipto, o que promoveu redução na taxa fotossintética das plantas. Contrariamente, durante a época chuvosa, quando o solo encontrava em excedente hídrico, as plantas apresentaram maior abertura estomática, contribuindo para incrementos na concentração de CO<sub>2</sub> intercelular nas folhas o que promoveu maiores taxas fotossintéticas.

## Referências

- 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.
- 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.
- 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.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO MATEUS. **Relatório técnico**. Disponível em: <http://www.saomateus.es.gov.br/coordenacao/noticias12.htm>. Acesso em 15 nov. 2006.
- TAIZ, L., ZEIGER E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artemed, 2004. 719p.
- TATAGIBA, S.D. **Crescimento inicial, trocas gasosas e status hídrico de clones de eucalipto sob diferentes regimes de irrigação**. Alegre: UFES. 2006. 126 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2006.