



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013  
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

## ANÁLISE BIOQUÍMICA DO CARBONO FOLIAR EM PLANTAS DE EUCALIPTO SUBMETIDAS A ESTRESSES HÍDRICO E NUTRICIONAL

Gustavo Furlan<sup>1a</sup>; Osvaldo M.R. Cabral<sup>1b</sup>; Ana Paula C. Packer<sup>1c</sup>; Viviane C.B.  
Maximiliano<sup>1c</sup>; Dominique Gerant<sup>2c</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Meio Ambiente ; <sup>2</sup>Universidade de Lorraine-Nancy

Nº 13406

### RESUMO

*Neste trabalho são apresentados os resultados preliminares das análises foliares de carbono não estrutural (açúcares, aminoácidos, ácidos orgânicos e amido) e estrutural (lignina e celulose) obtidas num plantio experimental de Eucalyptus grandis de 3 anos de implantação. As árvores receberam dois níveis de adubação potássica (0 e 17,4 g K m<sup>-2</sup> na forma de KCl) e foram submetidas a dois regimes hídricos (100% e 33% da precipitação).*

**Palavras-chave:** carbono; eucalipto; disponibilidade hídrica; potássio.

<sup>a</sup>Bolsista CNPq: Graduação em Química, PUCAMP, Campinas-SP, Furlan.gustavo@bol.com.br

<sup>b</sup>Orientador

<sup>c</sup>Colaboradores



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

## ABSTRACT

*This work presents the preliminary results about the foliar nonstructural carbon (sugars, aminoacids, organic acids and starch) and structural carbon content (lignin and cellulose) in a three years old Eucalyptus grandis experimental area. The trees were subjected to two levels of potassium fertilization (0 and 17.4 g K m<sup>-2</sup> applied as KCl) as well as two levels of water availability (100% and 33% of rainfall).*

**KEY-WORDS:** Eucalyptus; Carbon; soil water availability; potassium

## INTRODUÇÃO

No Brasil, o *Eucalyptus* é o principal gênero florestal plantado, ocupando 4,5 milhões de hectares (ABRAF, 2010). A tendência de crescimento da área florestada é significativadevido à expansão das indústrias de celulose e papel, chapas e aglomerados, serraria, siderurgia e cerâmica. Mas, como a maioria das áreas em cultivo encontra-se estabelecida em regiões de baixa fertilidade, particularmente pobres em potássio (K), e submetidas a períodos de déficit hídrico (Gonçalves et al. 2008; Cabral et al., 2010), é importante a compreensão dos processos e das interações existentes entre a disponibilidade potássica e hídrica sobre o funcionamento dos povoamentos de eucaliptos para manter a produtividade (Laclau et al., 2010).

Considerando que nas próximas décadas a deficiência hídrica poderá ser mais intensa em muitas áreas de produção (Cabral et al., 2011), é importante que se entenda a influência da disponibilidade de água sobre o funcionamento das árvores para propor estratégias economicamente viáveis. A hipótese que motivou o presente estudo é que a alocação de carbono não estrutural (açúcares, aminoácidos e amido) e estrutural (lignina e celulose) entre os órgãos das árvores (crescimento *versus* armazenagem; Hoch, 2007) e entre as árvores e o solo mudam com a disponibilidade em água e que a amplitude e a direção da mudança pode depender do nível de aporte de potássio (Epron et al., 2012).

## MATERIAL E MÉTODOS



## VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Departamento de Ciências Florestais da ESALQ-USP em Itatinga-SP (23°02'S; 48°38'W) numa área plantada em 2010 com um clone comercial de *E. grandis* no espaçamento 3 x 2 m, apresentando dois regimes hídricos W+ (100% das chuvas) e W- (66% das chuvas, com exclusão artificial por 1700 m<sup>2</sup> de polietileno transparente) e duas doses de potássio K- (0 kmol ha<sup>-1</sup>) e K+ (4,5 kmol ha<sup>-1</sup>) na forma de KCl aplicado 3 meses após o plantio (Battie-Laclau et al., 2013a,b).

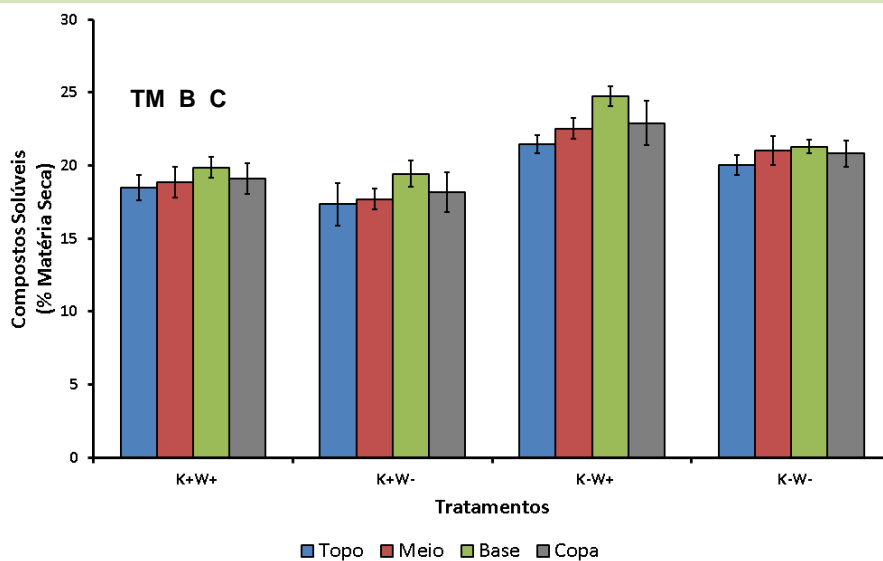
Foram coletadas as folhas de galhos em três alturas das copas (Topo, Meio e Base) em quatro diferentes direções de 3 árvores por tratamento (K+W+; K+W-; K-W+ e K-W-) durante o mês de junho de 2012; o material foi imediatamente congelado em nitrogênio líquido após a coleta, armazenado em freezer e posteriormente liofilizado e moído. As extrações foram realizadas com água para os açúcares solúveis e o amido foi solubilizado em HCl 6N e depois precipitado em solução de metanol a 80% (Damesine Lelarge 2003).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

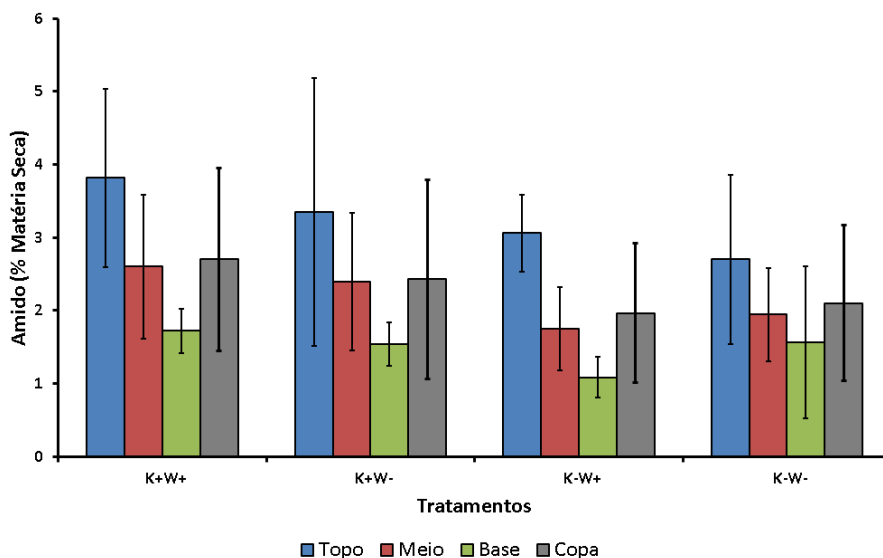
Os percentuais de compostos de carbono não estrutural (açúcares, aminoácidos e ácidos orgânicos) nas folhas representaram aproximadamente 20% da matéria seca (Figura 1) e apresentaram um gradiente vertical: valores menores no topo das copas e maiores na base em função da disponibilidade de radiação solar que regula a fotossíntese (Merchant et al., 2012). A comparação entre os valores médios das copas nos tratamentos K para o fator água (W+ e W-) produziu diferenças significativas (teste t,  $\alpha=0,05$ ). Como os maiores teores de compostos solúveis foram observados em W+ tanto no tratamento com potássio como na ausência, a falta de água parece ter limitado o termo dreno. Os percentuais foliares de amido (Figura 2) variaram entre 2-4% da matéria seca e apresentaram a maior variabilidade além de diminuírem com a altura nas copas do topo em direção à base, ao contrário dos compostos solúveis. Neste caso somente as diferenças entre os tratamentos (K+W+) e (K-W-) foram significativas (teste t,  $\alpha=0,05$ ).



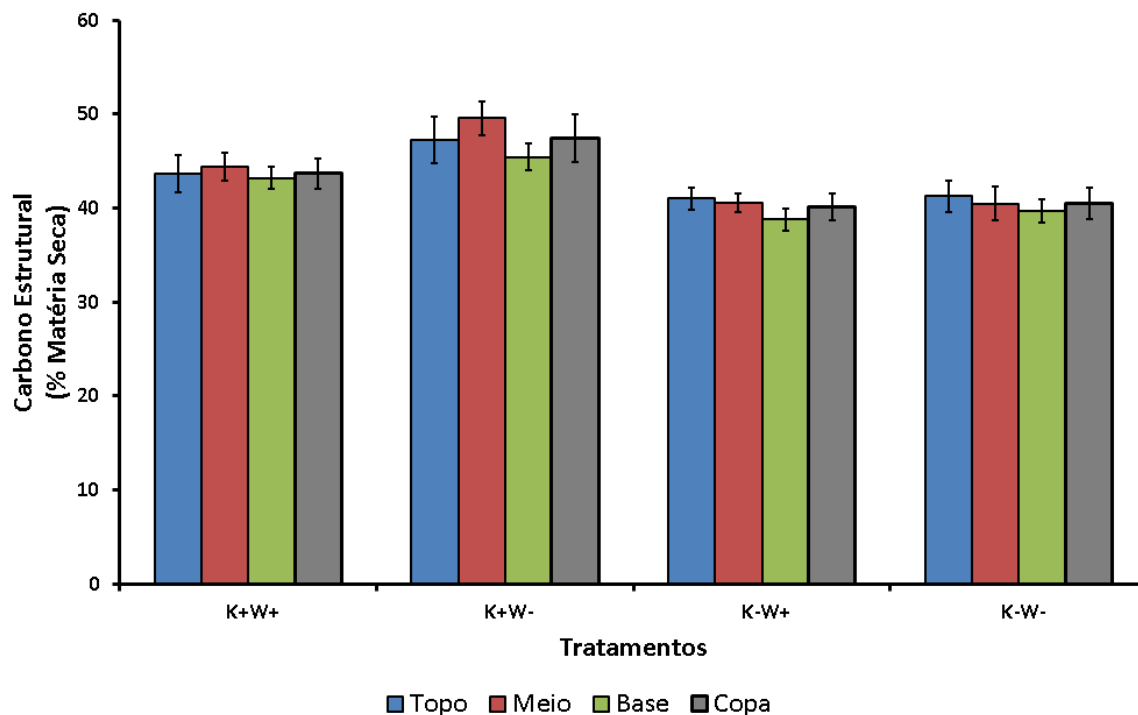
VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013  
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo



**Figura 1** – Teores (% matéria seca) de compostos solúveis (açúcares, aminoácidos e ácidos orgânicos) obtidos nas folhas da plantação de eucalipto nos quatro tratamentos (K+W+; K+W-; K-W+; K-W-), em diferentes posições da copa (Topo, Meio e Base) e a média de todas as amostras (Copa). As barras verticais indicam os desvios padrão das médias.



**Figura 2** – Teores (% matéria seca) de amido obtidos nas folhas da plantação de eucalipto nos quatro tratamentos (K+W+; K+W-; K-W+; K-W-), em diferentes posições da copa (Topo, Meio e Base) e a média de todas as amostras (Copa). As barras verticais indicam os desvios padrão das médias.



**Figura 3** – Teores (% matéria seca) de carbono estrutural (lignina e celulose) obtidos nas folhas da plantação de eucalipto nos quatro tratamentos (K+W+; K+W-; K-W+; K-W-), em diferentes posições da copa (Topo, Meio e Base) e a média de todas as amostras (Copa). As barras verticais indicam os desvios padrão das médias.

Os teores de carbono estrutural (Figura 3) representaram em média aproximadamente 40% da matéria seca. O fator água promoveu uma diferença significativa no tratamento K+ mas não no tratamento K-, e a diferença entre os tratamentos (K+W+) e (K-W-) foi significativa (teste t,  $\alpha=0,05$ ).

Os menores teores de compostos solúveis foram observados nos tratamentos +K que também apresentaram percentuais maiores de amido de acordo com os resultados anteriormente obtidos por Battie-Laclauet al. (2013b). A acumulação destes carboidratos nas folhas é normalmente encontrada em solos deficientes em K (Gérardeaux et al. 2009; Battie-Laclau et al., 2013a), e indica a alteração nos mecanismos de transporte e armazenamento de carbono nas plantas devido a menor disponibilidade hídrica e nutricional. Segundo Hochet al. (2002), a limitação na formação de tecidos deveria promover o incremento na abundância ou saturação do carbono móvel (veja K-W+ na Figura 1) devido ao menor crescimento vegetativo e consequente demanda de carbono. Porém, como discutido em Korner (2003) a representação dos teores em termos da massa seca



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013  
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

pode ser problemática, pois sob condições limítrofes os tecidos podem ser mais densos e a área foliar específica menor e as variações encontradas podem não representar verdadeiras tendências ou refletirem apenas diferenças na densidade (Battie-Laclau et al., 2013a).

## CONCLUSÃO

Os resultados preliminares das análises de carbono foliar em plantas de eucalipto submetidas a estresse de potássio e menor disponibilidade hídrica indicaram que o menor crescimento vegetativo (carbono estrutural) foi acompanhado por maiores teores de carbono não estrutural e que a falta de água parece ter limitado a sua alocação.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq – PIBIC, pela bolsa concedida.

A Embrapa Meio Ambiente pela oportunidade de estágio e a FAPESP (2011/09727-5).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). ABRAF Statistical Yearbook. Base year 2009, 2010.

BATTIE-LACLAU, P., LACLAU, J.-P., PICCOLO, M.C., ARENQUE, B.C., BERI, C., MIETTON, L., MUNIZ, M.R. A., JORDAN-MEILLE, L., M.S. BUCKERIDGE, M.S., NOUVELLON, Y., RANGER, J., Jean-Pierre BOUILLET, J.-P. Influence of potassium and sodium nutrition on leaf area components in *Eucalyptus grandis* trees. **Plant and Soil**, in press, DOI: 10.1007/s11104-013-1663-7, 2013a.

BATTIE-LACLAU, P., LACLAU, J.-P., BERI, C., MIETTON, L., MUNIZ, M. R. A., ARENQUE, B. C., PICCOLO, M. D. C., JORDAN-MEILLE, L., BOUILLET, J.-P., NOUVELLON, Y. Photosynthetic and anatomical responses of *Eucalyptus grandis* leaves to potassium and sodium supply in a field experiment. **Plant, Cell & Environment**. DOI: 10.1111/pce.12131, 2013b.

CABRAL, O.M.R., ROCHA, H.R., GASH, J.H.C., LIGO, M.A.V., FREITAS, H.C., TATSCH, J.D. The energy and water balance of a *Eucalyptus* plantation in southeast Brazil. **Journal of Hydrology**, 388, 208-216, 2010.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013  
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

CABRAL, O.M.R., GASH, J.H.C., ROCHA, H.R., MARSDEN, C., LIGO, M.A.V., FREITAS, H.C., TATSCH, J.D., GOMES, E. Fluxes of CO<sub>2</sub> above a plantation of Eucalyptus in southeast Brazil. ***Agricultural and Forest Meteorology***, 151, 49-59, 2011.

DAMESIN, C.; LELARGE, C. Carbon isotope composition of current-year shoots from *Fagus sylvatica* in relation to growth, respiration and use of reserves. ***Plant Cell Environment***, v. 26, p. 207-219, 2003.

EPRON, D., LACLAU, J.-P., ALMEIDA, J.C.R., GONÇALVES, J.L.M., PONTON, S., SETTE JR, C.R., DELGADO-ROJAS, J.S., BOUILLET, J.-P., NOUVELLON Y. Do changes in carbon allocation account for the growth response to potassium and sodium applications in tropical Eucalyptus plantations? ***Tree Physiology***, 32, 667–679, 2012.

GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; LACLAU, J.-P.; BOUILLET, J.-P.; RANGER, J. Assessing the effects of early silvicultural management on long-term site productivity of fast growing eucalypt plantations: the Brazilian experience. ***Southern Forests***, Grahamstown, v. 70, n. 2, p. 105–118, 2008.

GÉRARDEUAX, E., JORDAN-MEILLE, L., PELLERIN, S., DINGKUHN, M. Changes in plant morphology and dry matter partitioning caused by potassium deficiency in *Gossypium hirsutum* (L.). ***Environ Exp. Bot.*** 67, 451–459, 2009.

HOCH, G., POPP, M., KORNER, C. Altitudinal increase of mobile carbon pools in *Pinus cembra* suggests sink limitation of growth at the Swiss treeline. ***Oikos***, 98, 361 – 374, 2002.

HOCH, G. Cell wall hemicelluloses as mobile carbon stores in non-reproductive plant tissues. ***Functional Ecology***, 21, 823–834, 2007.

KORNER, C. Carbon limitation in trees. ***Journal of Ecology***, 91, 4 –17, 2003.

LACLAU, J.-P.; RANGER, J.; GONÇALVES, J.L.M.; MAQUÈRE, V.; KRUSHE, A.V.; M'BOUTHONGO, A.; NOUVELLON, Y.; SAINT-ANDRÉ, L.; BOUILLET, J.-P.; PICCOLO, M.C.; DELEPORTE, P. Biogeochemical cycles of nutrients in tropical Eucalyptus plantations. Main features shown by intensive monitoring in Congo and Brazil. ***Forest Ecology and Management***. Amsterdam, v. 259, p. 1796-1807, 2010.

MERCHANT, A., BUCKLEY, T.N., PFAUTSCH, S., TURNBULL, T.L., SAMSA, G.A., ADAMS, M.A. Site-specific responses to short-term environmental variation are reflected in leaf and phloem-sap carbon isotopic abundance of field grown Eucalyptus globulus. ***Physiologia Plantarum*** 146, 448–459, 2012.