

INCREMENTO EM BIOMASSA, EFICIÊNCIA DO USO DA LUZ E DA ÁGUA EM PLANTIOS DE EUCALIPTO EM DUAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMÁTICAS

ARTHUR VRECHI¹, MARINA S. GENTIL², JOSÉ H. BAZANI³, SÉRGIO R. SILVA⁴,
JOSÉ L. STAPE⁵

¹Eng. Florestal da área de Solos, Nutrição e Manejo da Veracel Celulose S.A. Fone (73) 3166-1502, avrechi@yahoo.com.br

²Eng. Florestal (MSc) da área de Solos, Nutrição e Manejo da Veracel Celulose S.A.

³Eng. Florestal da área de Solos, Nutrição e Manejo da Veracel Celulose S.A.

⁴Eng. Agrônomo (PhD) da área de Tecnologia Florestal da Veracel Celulose S.A.

⁵Prof. Dr., Department of Forestry and Environmental Sciences, North Carolina State University, Raleigh, NC, United States

Apresentado no XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 18 a 21 de Julho de 2011
– SESC Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES

RESUMO: A área plantada de *Eucalyptus* no mundo aumentou rapidamente nas últimas duas décadas, excedendo 19 milhões de hectares. A produção de madeira é muito sensível à disponibilidade de recursos naturais, sendo a água um dos principais limitantes dessa produção. Considerando esses aspectos, este trabalho teve o objetivo de determinar a biomassa, a eficiência do uso de luz e da água em duas áreas com condições edafoclimáticas distintas. A área experimental de clima úmido está localizada em Eunápolis-BA (clima tropical úmido, Af) e a área de clima seco, em Salto da Divisa-MG (clima tropical com estação seca de inverno, Aw). Para determinar a produtividade dos plantios, foram realizadas amostragens da biomassa destrutiva e inventários florestais. Já a eficiência do uso de água (EUA) foi calculada através da transpiração pelo método de Penman-Monteith. Houve diferença no incremento em biomassa, variando de 13,5 a 27,6 Mg ha⁻¹, e de 6,3 a 12,2 Mg ha⁻¹ para os climas úmido e seco, respectivamente. Além disso, as árvores da região de clima úmido obtiveram uma média de 1,46 g MJ⁻¹ para eficiência de uso da luz (EUL) e 1,2 g.L⁻¹ de eficiência do uso da água (EUA), quando comparado a área de clima seco que apresentou valores da ordem de 0,72 g MJ⁻¹ e 1,0 g.L⁻¹ para EUL e EUA respectivamente.

PALAVRAS CHAVES: *Eucalyptus*, crescimento, ecofisiologia

ABSTRACT: *Eucalyptus* plantations area have been quickly increased worldwide over the last two decades, overcoming 19 millions hectares. The wood production is very sensible to resources availability, where water supply is one of the most production limiting factors. Considering these aspects, this work has aimed to determine the biomass, light and water use efficiency in two sites with distinct conditions of climate and soil. The wet climate site is located in Eunápolis-BA, where the climate is the tropical wet (Af) and the dry climate site is located in Salto da Divisa-MG, in Aw climate zone (tropical with dry season in winter). Biomass samples and forest inventory was carried out in order to determine stand productivity. Water use efficiency (WUE) was calculated using transpiration by Penman-Monteith method. There was difference between sites in biomass increment, ranging from 13,5 to 27,6 Mg ha⁻¹, and from 6,3 to 12,2 Mg ha⁻¹ for wet and dry climate site, respectively. Furthermore, trees on wet climate site had an average of 1,46 g MJ⁻¹ for LUE and 1,2 g.L⁻¹ for WUE, compared to dry climate site, which had values from 0,72 g MJ⁻¹ to 1,0 g.L⁻¹ for LUE and WUE, respectively.

KEYWORDS: *Eucalyptus*, growth, ecophysiology

INTRODUÇÃO: O Brasil apresenta uma área total reflorestada por *Eucalyptus* de 3,75 milhões de ha, concentrados principalmente nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Bahia; e que contribuem para o crescimento do setor, que emprega 8,6 milhões de pessoas e representa 3,4% do PIB nacional (Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2009).

A escolha por este gênero é justificada pela sua alta produtividade e adaptabilidade a diferentes condições de solo e clima, sendo o uso cada vez maior de materiais genéticos clonais sítio-específicos. (GONÇALVES, 2002).

Esta alta produção de madeira é muito sensível à disponibilidade de recursos naturais como água, nutrientes e luz (LITTON; RAICH; RYAN, 2007) e, portanto, características que afetam a captura e o uso destes recursos pelas árvores influenciam diretamente no crescimento das plantas.

Conhecer as interações entre o ambiente e as plantas faz parte da ecofisiologia florestal, que visa compreender o crescimento por meio do entendimento dos processos que o governa, para permitir manejar as florestas em sintonia com o uso dos recursos naturais (STAPE; RYAN; BINKLEY, 2004). Existem poucas informações sobre como a fertilidade e a quantidade de água no solo influenciam no uso da água através do desenvolvimento da copa (CAMPION; DYE; SCHOLLES, 2004).

Considerando esses aspectos e a necessidade de informações sobre a forma como as características edafoclimáticas podem afetar o crescimento do eucalipto, este trabalho teve o objetivo de determinar a biomassa, a eficiência do uso de luz e a eficiência do uso da água em duas áreas com condições edafoclimáticas distintas.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado em duas áreas de plantio de eucalipto, instalados em novembro de 2008 (área 1) e janeiro de 2009 (área 2) em espaçamento de 3x3m, sendo a área (1), denominada área de clima úmido, já que se localiza em uma região com precipitação alta e bem distribuída ao longo do ano, no município de Eunápolis (16° 22' 40'' S, 39° 34' 48'' W), situado no extremo sul do Estado da Bahia. Esta região apresenta um clima do tipo tropical úmido (Af), segundo a classificação de Koppen, ou seja, chuvoso, quente e úmido, sendo a temperatura média da região de 23 °C, e a precipitação pluviométrica média anual de 1.256 mm. O solo dessa área é classificado como ARGISSOLO AMARELO distrófico (EMBRAPA, 2006), com relevo plano e altitude de 187m.

Já a segunda área avaliada (2), denominada área de clima seco, localiza-se em uma região de baixa precipitação no município de Salto da Divisa (16° 0' 10'' S, 39° 56' 49'' W), a nordeste do Estado de Minas Gerais, com clima do tipo Aw (clima tropical com estação seca de inverno) segundo Koppen, sendo a precipitação média anual de 850 mm/ano e temperatura média anual de 25,5 °C. O solo dessa área foi classificado como CAMBISSOLO HÁPLICO Tb Eutrófico latossólico (EMBRAPA, 2006), com relevo suave ondulado e altitude de 178 m. Para garantir adequado suprimento nutricional às plantas nas duas áreas, foi realizada uma adubação de manutenção, através dos resultados de análise química do solo (Tabela 1).

Tabela 1 - Atributos químicos do solo das área de estudo.

Área	Prof.	P	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	T	V	Sat. Al ₃ ⁺
	cm	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂				mmol _c dm ⁻³				%	%
Clima úmido (Af)	0-20	1,7	2,2	4,9	70	1,1	0,4	5,2	0,7	1,7	6,8	24,1	29
	20-40	1,7	1,9	5,0	67	1,0	0,3	4,4	0,5	1,6	5,9	26,4	23
Clima seco (Aw)	0-20	2,2	2,6	5,8	165	2,1	1,0	2,1	0	3,6	5,7	63,2	0
	20-40	1,4	1,4	6,0	161	1,8	0,7	1,6	0	2,9	4,5	64,8	0

Para a determinação da produtividade dos plantios, foi realizada amostragem da biomassa e quantificados a parte aérea e o sistema radicular das árvores, além de inventários florestais contínuos com medições do diâmetro a altura do peito (DAP) e altura das árvores.

Além disso, obteve-se o índice de área de vegetação (IAV) através de fotos hemisféricas que posteriormente foram processadas no software HEMISFER[®], para o cálculo do índice de área foliar (IAF) através de uma equação de calibração desse software desenvolvida por GIUNTI NETO (2007), equação (1):

$$IAF = e^{(0,3211 \cdot IAV + 0,4968)} \quad (1)$$

A transpiração foi calculada utilizando o método baseado na equação de PENMAN-MONTEITH (1965) citado por STAPE (2002) com a condutância da cultura calculada de acordo com o modelo 3-PG, proposto por LANDSBERG E WARNING (1997). Os dados meteorológicos foram obtidos de estações automáticas instaladas próximas das duas áreas de estudo. Com os dados do incremento em biomassa do tronco (ΔB) foram calculadas as eficiências do uso da água (EUA) e da luz (EUL) equação (1) e (2), respectivamente, através do volume de água transpirada (T) e radiação fotossinteticamente ativa absorvida (APAR):

$$EUA = \frac{\Delta B}{T} \quad (2)$$

$$EUL = \frac{\Delta B}{APAR} \quad (3)$$

Todas as avaliações foram realizadas desde a época de plantio até a idade de 21 meses.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Observa-se que a pluviosidade acumulada em todo o período avaliado na área de clima úmido foi de 2.812 mm e transpiração de 2.240 mm. Já a área de clima seco obteve precipitação acumulada de 1.315 mm e transpiração de 1.392 mm (Figura 1), mostrando que, em relação à área de clima Af, houve menor diferença entre a precipitação e a transpiração, visto que há uma menor disponibilidade de água na região e, o período analisado (1 e 2º ano) apresenta maior demanda hídrica dentro do ciclo da cultura, devido aos altos valores de índice de área foliar.

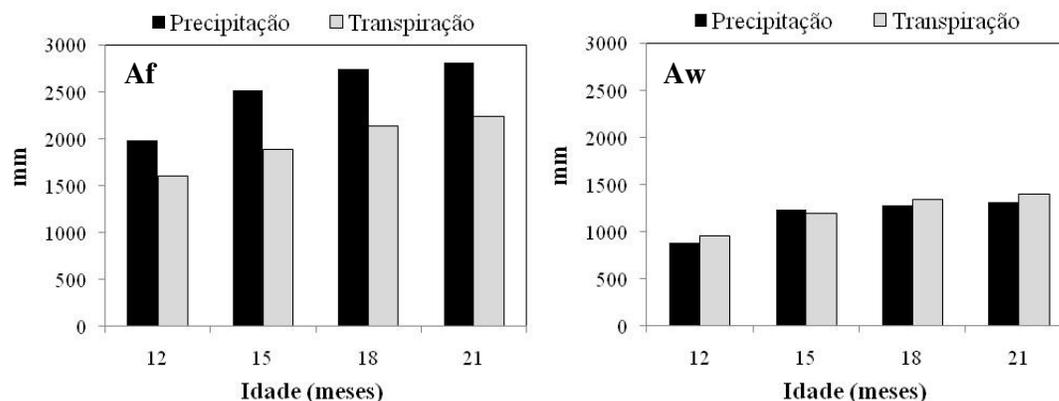


Figura 1: Precipitação e transpiração acumuladas até o 21º mês de idade nas regiões de clima úmido (Af) e seco (Aw).

Com relação à diferença de produtividade entre os sítios estudados, o acréscimo em biomassa dos períodos avaliados na área de clima úmido variou de 13,5 a 27,6 Mg.ha⁻¹, diferentemente da área de clima seco que apresentou variações de 6,3 a 12,2 Mg.ha⁻¹ (Figura 2).

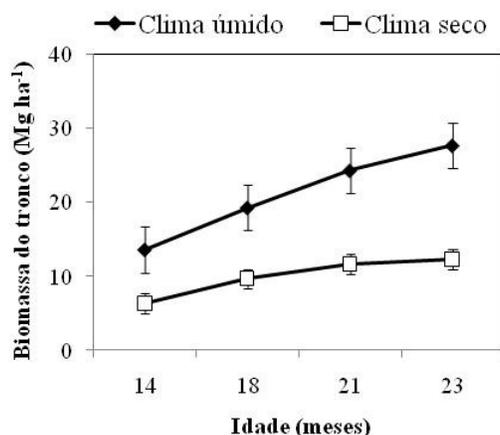


Figura 2: Biomassa do tronco de 14 a 23 meses dos plantios de eucalipto em área de clima úmido (Af) e clima seco (Aw).

Este fato evidenciou a forte influência de fatores climáticos na produtividade dos plantios de eucalipto estudados, já que, em ambas as áreas, a fertilidade do solo não foi o fator limitante. Stape et al. (2004) ao estudarem *Eucalyptus grandis x urophylla* na Bahia, na região de Entre Rios, observaram que parcelas com irrigação aumentaram a produtividade em madeira em 52%, evidenciando que o fator água é diferencial para a produtividade do eucalipto.

Uma explicação para os menores valores de biomassa do tronco das árvores da área de clima seco (Tabela 2), é que as mesmas alocaram maior quantidade de C para as raízes, sendo a relação raiz: parte aérea de 0,46 comparada a 0,35 na região de clima úmido.

Houve uma menor EUA da parte aérea das plantas na área de clima seco até os 18 meses, que variou de 0,07 a 0,89 gL⁻¹ comparado a uma variação de 0,09 a 1,1 gL⁻¹ na área de clima úmido (Tabela 2). Já no último período avaliado não houve diferença significativa entre os valores de EUA, evidenciando que, a partir dessa idade, houve um melhor estabelecimento do sistema radicular e a floresta, em ambas situações, apresentou semelhante eficiência de crescimento da parte aérea com relação à disponibilidade de água.

O IAF médio apresentou valores próximos para as duas regiões (5,5 m² m⁻² e 6,0 m² m⁻², para os climas Aw e Af, respectivamente), no entanto, a EUL apresentou grande diferença, variando de 0,1 a 1,0 g.MJ⁻¹ para a área seca e 0,2 a 2,2 g.MJ⁻¹ para a área úmida. Esse menor índice de EUL na área seca está relacionado à disponibilidade hídrica mais restritiva nessa região e seu controle sobre os processos de fotossíntese.

Tabela 2. Biomassa do tronco, relação raiz:parte aérea, eficiência do uso da luz e da água nas áreas de clima úmido e seco.

Área	Idade meses	Biomassa do tronco Mg.ha ⁻¹	Raiz: Parte aérea Taxa	EUL g MJ ⁻¹	EUA g L ⁻¹
Clima úmido (Af)	12	13,6 a	0,41 a	0,2 a	0,09 a
	15	19,2 a	0,36 a	1,5 a	0,73 a
	18	24,3 a	0,33 a	2,0 a	1,10 a
	21	27,7 a	0,32 a	2,2 a	2,83 a
Clima seco (Aw)	12	6,3 b	0,52 b	0,1 b	0,07 b
	15	9,6 b	0,47 b	0,8 b	0,44 b
	18	11,6 b	0,43 b	0,9 b	0,89 b
	21	12,2 b	0,43 b	1,1 b	2,63 a

Médias seguidas de letras diferentes entre as áreas, individualmente para cada idade, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

CONCLUSÕES:

- A área de clima úmido apresentou um maior acréscimo em biomassa variando de 13,5 a 27,6 Mg ha⁻¹ comparado a área de clima seco que apresentou variações de 6,3 a 12,2 Mg ha⁻¹.
- Até os 18 meses de idade da floresta, a maior alocação de carbono para as raízes na área de clima seco refletiu em uma menor EUA da parte aérea que variou de 0,07 a 0,89 gL⁻¹ sendo que a EUA na área de clima úmido apresentou variação de 0,09 a 1,10 g L⁻¹;
- A EUL foi maior nas árvores da área de clima úmido, que apresentou uma média de 1,5 g MJ⁻¹ enquanto a área de clima seco apresentou uma EUL média de 0,75 g MJ⁻¹.

REFERÊNCIAS

- CAMPION, J.M.; DYE, P.J.; SCHOLLES, M.C. Modelling maximum canopy conductance and transpiration in *Eucalyptus grandis* stands not subject to soil water deficits. **Southern African Forestry Journal**, Menlo Park, n.202, p.3-11, 2004.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília: EMBRAPA Produção de informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306 p.
- GIUNTI NETO, C.J. Calibração do uso de fotos hemisféricas, do LAI-2000 e do ceptômetro para estimativa do índice de área foliar em plantações de *Eucalyptus*. **Estágio Profissionalizante, ESALQ/USP**, 2007.
- GONÇALVES, A.N; MCNABB, K.; GONÇALVES, J. Clonal propagation of *Eucalyptus* in Brazilian nurseries. **Forest and Conservation**, New York, v. 54, p. 165-168, 2002.
- LANDSBERG, J. J.; AND R. H. WARING. 1997. A generalised model of forest productivity using simplified concepts of radiation-use efficiency, carbon balance and partitioning. **Forest Ecology and Management** 95:209-228, 1997.
- LITTON, C.M.; RAICH, J.W.; RYAN, M.G. Carbon allocation in forest ecosystems (review article). **Global Change Biology**, Oxford, v. 13, p. 2089-2109, 2007.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Fatos e números do Brasil Florestal-2007**. Disponível em: < <http://www.sbs.org.br/FatoseNumerosdoBrasilFlorestal.pdf> >. Acesso em: 23 set. 2009.
- STAPE, J.L. Production ecology of clonal Eucalyptus plantations in Northeastern Brazil. 2002. 237p. **Tese – Colorado State University**, Colorado, Estados Unidos, 2002;
- STAPE, J. L.; RYAN, M.G.; BINKLEY, D. Testing the utility of the 3-PG model for growth of *Eucalyptus grandis x urophylla* with natural and manipulated supplies of water and nutrients. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.193, p.219-234, 2004.