



## EFICIÊNCIA DE CONVERSÃO DA RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA INTERCEPTADA EM FITOMASSA DE MUDAS DE *Eucalyptus dunnii* Maiden

Sérgio C. Junior<sup>1</sup>, Carlos R. Sanquetta<sup>2</sup>, Ana P. D. Corte<sup>2</sup>, Guilherme C. Cadori<sup>3</sup>, Alexandre Behling<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Florestal, Depto. de Engenharia e Tecnologia Florestal, Laboratório de Inventário Florestal – LIF/BIOFIX, UFPR, Curitiba - PR, Fone: (0xx41) 9156-0104, o.sergio.costa@gmail.com

<sup>2</sup> Eng. Florestal, Prof. Adjunto, Depto. de Engenharia e Tecnologia Florestal, UFPR, Curitiba – PR

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Florestal, Depto. de Engenharia e Tecnologia Florestal, UFPR, Curitiba – PR

<sup>4</sup> Eng. Florestal, Mestrando, Depto. de Engenharia e Tecnologia Florestal, UFPR, Curitiba – PR

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

**RESUMO:** O objetivo do presente trabalho foi avaliar o Uso Eficiente da Radiação (UER) interceptada em fitomassa total de plântulas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. O experimento consiste em 2 tratamentos com diferentes densidades de mudas por bandeja, sendo 100% e 50% de ocupação da bandeja. Cada tratamento foi composto por 5 repetições. O experimento constituiu em um delineamento inteiramente casualizado, conduzido por um período de 150 dias. Assumindo que UER seja o quociente da produção de fitomassa seca total (MSt) pela radiação fotossinteticamente ativa interceptada (PARint), procedeu-se com a determinação desses dois parâmetros. Para obter MSt foram avaliadas as 16 mudas centrais de cada bandeja num intervalo de 20 dias. A densidade de plantas influencia os valores de EUR. O EUR foi de 7,75 g MJ<sup>-1</sup> no tratamento densidade alta e 5,57 g MJ<sup>-1</sup> para em densidade média. Para um mesmo valor de radiação fotossinteticamente ativa interceptada, se obtém maior eficiência de uso da radiação no acúmulo em fitomassa seca total quando as mudas de *Eucalyptus dunnii* são cultivadas em densidade alta.

**PALAVRAS- CHAVE:** Radiação fotossinteticamente ativa, índice de área foliar, produção de fitomassa.

## CONVERSION EFFICIENCY OF INTERCEPTED PHOTOSYNTHETICALLY ACTIVE RADIATION INTO PHYTOMASS OF *Eucalyptus dunnii* Maiden SEEDLINGS

**ABSTRACT:** The aim of the present paper was to assess the efficiency use of radiation (EUR) intercepted in total phytomass of seedlings of *Eucalyptus dunnii* Maiden. The experiment was carried during a term of 150 days. It consisted in two treatments and five repetitions. Treatments were characterized by its seedlings density per tray, being 100% and 50% the levels of tray





occupancy. The experiment was completely randomized designed. Letting EUR being the ratio between dry phytomass production (DFP) and the intercepted photosynthetically active radiation (intPAR), both variables were aquired. For the DFP mensuration, 16 central seedlings (2 per tray) were assessed in a period of 20 days. The influence plant density values EUR. A EUR was de 7.75 g MJ<sup>-1</sup> in treating high density and 5.57 g MJ<sup>-1</sup> mediun density. For the same amount os photosynthetically active radiation intercepted, it gets higher radiation use efficiency in total phytomass when seddlings of *Eucalyptus dunni* are grown at high density.

**KEY-WORDS:** photosynthetically active radiation, leaf area index, phytomass production.

## INTRODUÇÃO

A implantação de plantios florestais, em especial do gênero *Eucalyptus*, vem sendo realizada com mudas produzidas em estufas plásticas. Entretanto, o cultivo em ambiente protegido causa alterações nos elementos meteorológicos como, na radiação solar (CARON et al., 2002) que é considerada como um fator determinante no crescimento das mudas. Em plantas sadias que possuem quantidades adequadas de água e nutrientes, a produção de fitomassa seca é governada pela radiação fotossinteticamente ativa - PAR (MONTEITH, 1977). Dessa forma, a PAR interceptada que é convertida em fitomassa revela a eficiência do uso da radiação – EUR pela espécie (MONTEITH, 1977). Tal conhecimento pode ser empregado para análise e previsão do crescimento de plantas, competição e estimativa do potencial de produção (MANZANARES et al., 1993). Um dos fatores que influenciam a EUR é o índice de área foliar - IAF, característica que pode ser manipulada através da densidade de plantas. Deste modo, indagações de espaçamentos têm sido conduzidas com o intuito de encurtar o período para que a cultura intercepte o máximo da radiação solar incidente por unidade de área e tempo, resultando em maior produtividade. Com isso, este trabalho teve como objetivo determinar a eficiência de conversão da radiação solar fotossinteticamente ativa interceptada em fitomassa de mudas de *Eucalyptus dunni* Maiden submetidas a diferentes densidades de plantas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado com a espécie *Eucalyptus dunii* Maiden no período de dezembro de 2012 a abril de 2013, em ambiente protegido com casa de vegetação do tipo Pampeana, com cobertura de polietileno de baixa densidade, com 0,1 mm de espessura. O experimento foi conduzido no viveiro do BIOFIX (Centro de Excelência em Pesquisas sobre Fixação de Carbono na Biomassa), da Universidade Federal do Paraná – UFPR, no município de Curitiba – PR.

As mudas foram cultivadas em estufa com irrigação controlada, em tubetes plásticos de 51cm<sup>3</sup> preenchidos com substrato Tropstrato\_HT. O experimento foi disposto em forma de delineamento inteiramente casualizado, composto por dois tratamentos, cada um com 5





repetições. Os tratamentos se deram baseados na densidade de mudas, correspondendo a densidade média T1 ocupando 50% da bandeja (213 mudas.m<sup>2</sup>) e à densidade alta T2, havendo 100% de ocupação (426 mudas.m<sup>2</sup>).

A produção das mudas foi realizada a partir de sementes doadas pela empresa KLABIN® de Telêmaco Borba – PR. Na semeadura, realizada em 30 de outubro de 2012, colocou-se 5 sementes por tubetes. Aos 15 dias após a emergência foi efetuado um raleio das plântulas, deixando somente a melhor e mais central.

A partir dos 50 dias após a emergência, foram realizadas oito avaliações de fitomassa, com intervalos de 20 dias, onde duas mudas por tratamento de cada repetição foram amostradas, sendo ao todo 160 mudas avaliadas.

A produção de fitomassa seca total (MSt) foi estudada com base no modelo proposto por Monteith (1977), em que, MSt é uma variável dependente da quantidade de radiação fotossinteticamente ativa interceptada (PAR<sub>int</sub>) multiplicada pela eficiência de conversão da PAR<sub>i</sub> em fitomassa seca produzida (EUR), representada pela seguinte equação:

$$MSt = EUR * PAR_{int} \quad \text{Equação 1}$$

Onde: MSt é dado em (g.m<sup>-2</sup>); PAR<sub>int</sub> em (MJ.m<sup>-2</sup>); EUR em (g.MJ<sup>-1</sup>).

Dessa forma, o EUR pode ser calculada por meio da razão entre a produção média de fitomassa seca acumulada e a PAR<sub>i</sub> envolvida na produção de fitomassa. Assim, esta foi ajustada a modelos em que a linha de tendência passa-se pela origem, gerando somente o coeficiente angular (EUR), que correspondeu ao valor de eficiência de conversão da PAR<sub>i</sub> acumulada em fitomassa seca. A PAR<sub>int</sub> foi determinada com base no modelo proposto por Varlet-Grancher et al. (1989):

$$PAR_{int} = 0,95 * PAR_i * (1 - e^{(-k * IAF)}) \quad \text{Equação 2}$$

Onde: PAR<sub>int</sub> é dada em (MJ.m<sup>-2</sup>); IAF é Índice de Área Foliar; PAR<sub>i</sub> e PAR<sub>t</sub> correspondem a Radiação Fotossinteticamente Ativa incidente e transmitida em (MJ.m<sup>-2</sup>); k é o Coeficiente de extinção de luz, sendo igual 0,28.

O IAF foi determinado a partir da área foliar total de cada planta e da área de bandeja explorada por esta (densidade de mudas), calculado através da equação:

$$IAF = AF / AEB \quad \text{Equação 3}$$

Onde: IAF é um valor adimensional; AF é área foliar total da planta (m<sup>2</sup>); AEB é a área de bandeja explorada pela planta (m<sup>2</sup>); A área foliar foi obtida através do scanner CI – 202 *Portable Laser Leaf Area Meter* CID Bio-scienc.

Para determinação da MSt foi adotado o método destrutivo. Em cada avaliação foram separadas duas plantas de cada tratamento e de cada repetição, secas em estufa de circulação e renovação de ar, sob temperatura de 65 ± 2 °C, pesadas em balança de analítica de precisão.

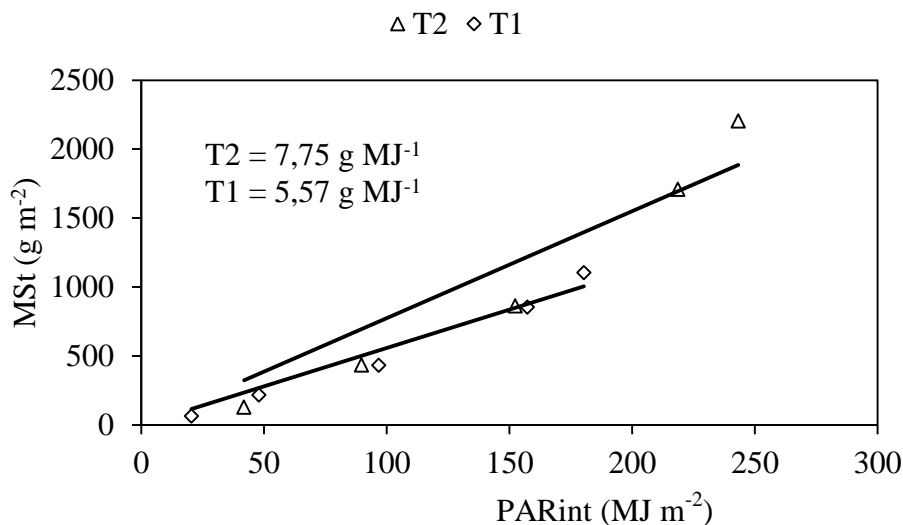


A relação entre a EUR e a produção de MSt foi avaliada por meio do coeficiente de determinação ( $r^2$ ) e o coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O crescimento em FSt dos tratamentos apresentou relação linear positiva com a radiação fotossinteticamente ativa interceptada, com altos coeficientes de correlação e com padrão de resposta dependente da densidade de mudas.

O tratamento densidade média (T1) interceptou 502,86 MJ m<sup>-2</sup> de PAR, e obteve um incremento de fitomassa seca total (incMSt) de 1038,81 g.m<sup>-2</sup> ao longo do experimento. A PARint acumulada x MSt apresentou uma correlação positiva crescente de 0,99. A EUR para o tratamento T1 foi de 5,5723 g MJ<sup>-1</sup>. O coeficiente de determinação para a relação foi de 96,44%. O tratamento em densidade alta (T2) interceptou 745,86 MJ m<sup>-2</sup> de PAR, e apresentou um incMST de 2077,21 g.m<sup>-2</sup>. O T2 apresentou uma correlação positiva crescente para a relação PARint acumulada x MSt, que apresentaram um  $r$  0,98. O tratamento T2 apresentou um índice de EUR maior que o T1, de 7,7506 g MJ<sup>-1</sup>. O coeficiente de determinação para a relação foi de 89,72%.



**Figura 1.** Eficiência de conversão de radiação fotossinteticamente ativa interceptada acumulada em fitomassa seca total de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden submetidas a diferentes densidades de plantas.

Foi observado que o crescimento em índice de área foliar também apresentou relação linear positiva com a radiação fotossinteticamente ativa interceptada acumulada. Além disso, o índice



de área foliar sempre foi maior na densidade alta. Assim, a densidade de plantas influenciou o incremento do índice de área foliar, pois a mesma, afeta a distribuição da área foliar no dossel das plantas. Logo, o maior acúmulo em matéria seca obtida em função da radiação fotossinteticamente ativa interceptada acumulada na densidade alta está estreitamente ligado ao índice de área foliar, pois à medida que esse se eleva, maior será a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa interceptada e conseqüentemente o acúmulo em fitomassa, o que também foi observado por Stewart et al. (2003).

Os maiores valores de eficiência de conversão observada no tratamento com densidade alta de plantas está relacionada a ocupação mais rápida da área foliar do espaço entre as mudas, que foi constatado através do elevado índice de área foliar durante todo o período. Ao aumentar o índice de área foliar, eleva-se, por conseguinte a superfície de absorção de radiação e também do acúmulo de radiação fotossinteticamente ativa, proporcionalmente, a produção de fitomassa também é maior, pois essa é uma função linear, como constatado, do acúmulo de radiação fotossinteticamente ativa interceptada. Mayers et al. (1991) destaca que a eficiência de conversão está diretamente relacionada ao índice de área foliar da cultura, pois este fator influi no desenvolvimento, duração da área foliar e no potencial de produção da fitomassa, visto que seu aumento, proporciona um incremento na interceptação de radiação.

Para produzir mudas em menor espaço de tempo, deve-se utilizar a densidade alta, tendo em vista a maior eficiência em converter radiação fotossinteticamente ativa em fitomassa. No entanto, nessa condição os cuidados de estiolamento das mudas e com doenças devem ser reforçados, pois a sobrevivência, o estabelecimento, a frequência dos tratos culturais e o crescimento inicial das florestas estão estreitamente relacionados com a qualidade das mudas (FONSECA, 2000). Entretanto, há a possibilidade de produzir mais mudas num mesmo espaço e período de tempo.

## CONCLUSÕES

A densidade de plantas influencia os valores de EUR, sendo observada a EUR maior na densidade alta. A EUR foi de 7,75 g MJ<sup>-1</sup> no tratamento densidade alta e 5,57 g MJ<sup>-1</sup> para em densidade média, ou seja, para um mesmo valor de radiação fotossinteticamente ativa interceptada, se obtém maior eficiência de uso da radiação no acúmulo em matéria seca quando as mudas de *Eucalyptus dunni* são cultivadas em densidade alta.

## REFERÊNCIAS

CARON, B. et al. Eficiência de conversão da radiação solar fotossinteticamente ativa e distribuição de fitomassa produzida no meloeiro cultivado em estufa plástica na primavera. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 215-219, 2002.





XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA  
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia  
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013  
**Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade  
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia**



FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Vell. e *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg. produzidas sob diferentes períodos de sombreamento.** 2000. 113f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2000.

MANZANARES, M. et al. Yield and development of kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) crop in relation to water and interception radiation. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 5, n. 5, p. 337-345, 1993.

MAYERS, J. D.; LAWN, R. J.; BYTH, D. E. Agronomic studies on soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) in the dry seasons of the tropics. II. Interaction of sowing date and sowing density. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 42, n. 7, p. 1093-1107, 1991.

MONTEITH, J. L. Climate and the efficiency of crop production en Britain. **Proceedings of the Royal Society of London**, London, v.281, n.980, p.277-294, 1977.

STEWART, D.W. et al. Canopy structure, light interception and photosynthesis in maize. **Agronomy Journal**, Madison, v. 95, p. 1465-1474, 2003.

VARLET-GRANCHER, C. et al. Focus: absorbed or intercepted by a canopy solar radiation. **Agronomy**, Paris, v. 9, p. 419-439, 1989.

